

UNIVERZITET U BEOGRADU

BIOLOŠKI FAKULTET

Milica Lj. Jaćimović

**Populaciona dinamika i ekotoksikologija
crnog američkog patuljastog soma
(*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) u
Savskom jezeru**

Doktorska disertacija

Beograd, 2015.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF BIOLOGY

Milica Lj. Jaćimović

**Population dynamic and ecotoxicology
of the black bullhead (*Ameiurus melas*
Rafinesque, 1820) in Sava Lake**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015.

MENTORI:

Dr Jasmina Krpo-Ćetković, vanredni profesor,
Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet

Dr Aleksandar Hegediš, naučni savetnik,
Univerzitet u Beogradu – Institut za multidisciplinarna istraživanja,
i docent, Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet

ČLANOVI KOMISIJE ZA PREGLED, OCENU I ODBRANU:

Dr Jasmina Krpo-Ćetković, vanredni profesor,
Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet

Dr Aleksandar Hegediš, naučni savetnik,
Univerzitet u Beogradu – Institut za multidisciplinarna istraživanja,
i docent, Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet

Dr Mirjana Lenhardt, naučni savetnik,
Univerzitet u Beogradu – Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“

Dr Sladana Spasić, viši naučni saradnik,
Univerzitet u Beogradu – Institut za multidisciplinarna istraživanja

Dr Marija Smederevac-Lalić, naučni saradnik,
Univerzitet u Beogradu – Institut za multidisciplinarna istraživanja

Datum odbrane: _____

PREDGOVOR

Rad koji imate pred sobom urađen je na Institutu za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu u okviru projekata „Ribe kao bioindikatori stanja kvaliteta otvorenih voda Srbije“ (OI 173045) i „Merenje i modeliranje fizičkih, hemijskih, bioloških i morfodinamičkih parametara reka i vodnih akumulacija“ (TR37009) Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Ovom prilikom želim da izrazim zahvalnost svojim mentorima, dr Jasmini Krpo-Ćetković na velikoj pomoći pri izradi ove disertacije, razumevanju, strpljenju, podršci i spremnosti da pomogne u svakom trenutku i dr Aleksandru Hegedišu na osmišljavanju same teme, neposrednom učešću i ogromnoj pomoći tokom terenskog i laboratorijskog istraživanja, poverenju, strpljenju, mudrim savetima, prijateljstvu i vremenu koje smo proveli zajedno. Želim da se zahvalim i članovima Komisije, dr Mirjani Lenhardt na stručnim savetima i sugestijama, kao i na divnom odnosu prema meni, dr Slađani Spasić na odličnim komentarima, savetima i znanju iz statistike i matematike koje je bila spremna nesebično i strpljivo da podeli sa mnom i dr Mariji Smederevac-Lalić, pre svega divnom i odanom prijatelju, na velikoj pomoći tokom terenskog istraživanja, korisnim sugestijama i sjajnoj radnoj atmosferi.

Veliku zahvalost dugujem svojim kolegama iz laboratorije. Dr Željki Višnjić-Jeftić, na pomoći pri izradi celokupnog poglavlja koje se tiče koncentracije teških metala u različitim tkivima, kao i tokom terenskog istraživanja, dr Ivanu Jariću na sjajnim savetima i radu na demografskoj fleksibilnosti invazivnih vrsta, mr Gorčinu Cvijanoviću na spremnosti da podeli svoja iskustva koja je stekao prilikom izrade magistarske teze, dr Stefanu Skoriću na velikoj pomoći prilikom terenskog istraživanja, dr Vesni Đikanović na spremnosti da podeli sa mnom znanja iz parazitizma, dr Zoranu Gačiću, dr Miroslavu Nikčeviću i dr Branislavu Mićkoviću na korisnim sugestijama, savetima i komentarima. Svima bih želela da se zahvalim na sjajnoj atmosferi, zbog koje sa radošću svakoga dana odlazim na posao.

Takođe, želela bih da se zahvalim svojim bivšim studentima Gavrilu Božiću i Maji Marković na velikoj pomoći tokom terenskog istraživanja, tehničkom sektoru JP „Ada Ciganlija“ na logističkoj podršci prilikom terenskog istraživanja i sjajnoj saradnji, ribočuvaru Saši Milkoviću i inspektorkama Dragani Vasiljević i Vesni Mitrović, na odličnoj saradnji, pomoći i prijateljskom odnosu.

Zahvaljujem se svojim roditeljima i Ani na podršci, ljubavi, inspiraciji i savetima. Oni su me svojim životima usmerili i pokazali da posvećenost, vrednoća i samodisciplina dovode do rezultata kojima se ponosimo. Ovom prilikom se zahvaljujem i svim svojim prijateljima na podršci i ljubavi kojom me okružuju.

Najveću zahvalost dugujem mom Jaćimu i Aleksi. Ljubavi moja, hvala ti što si svaki dan uz mene, što si mi najbolji prijatelj i najveća podrška. Dušo mamina, hvala ti što si tako divan dečak i najlepša sreća na svetu. Vi ste moje najveće radosti i vama posvećujem ovu disertaciju.

Populaciona dinamika i ekotoksikologija crnog američkog patuljastog soma (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) u Savskom jezeru

REZIME

Crni američki patuljasti som (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) je najzastupljenija i najuspešnija alohtona vrsta ribe koja naseljava kopnene vode Evrope. Istraživanja koja su sprovedena u proteklih nekoliko godina ukazuju na to da je ovo dominantna invazivna vrsta i u mnogim kopnenim vodama u Srbiji.

Cilj istraživanja se odnosio na ispitivanje populacionih atributa patuljastog soma u Savskom jezeru, kao i na bioakumulaciju teških metala i mikroelemenata u različitim tkivima. Terenska istraživanja vršena su u periodu od 2009. do 2012. godine. Jedinke su uzorkovane jednom mesečno, četiri dana za redom. Laboratorijska obrada prikupljenih uzoraka obuhvatila je merenje totalne dužine tela (TL) i ukupne težine tela ulovljenih primeraka. Nakon disekcije jedinki merena je težina tela bez utrobe, kao i masa jetre i gonada.

Struktura populacije utvrđena je kombinovanjem dve metode – analizom starosti jedinki i analizom dužinskih frekvencija. Starost jedinki određena je takođe uz pomoć dve metode – očitavanjem naraštajnih zona otolita i Batačarija metodom. Analiza uzrasne strukture populacije pokazala je prisustvo pet uzrasnih kategorija: od 0+ do 4+. Klasa 1+ bila je najdominatnija uzrasna klasa, kako po godinama, tako i po sezonama uzorkovanja. Prosečna totalna dužina jedinki iznosila je 13,3 cm, a prosečna težina 38,26 g. Prosečna relativna težina jedinki u Savskom jezeru, u celokupnom uzorku, iznosila je $84,78 \pm 1,09$ g. Utvrđeno je prisustvo ukupno 8 kohorti.

Na osnovu analize dužinsko-težinskih odnosa izračunate su i vrednosti faktora alometrije b koje su se kretale od 2,93 do 3,16, dok je vrednost ovog faktora u celom poduzorku iznosila 3,00. Analizom krive dužinsko-težinskog odnosa utvrđeno je da tačka infleksije ne postoji.

Ribolovni napor (CPUE) je korišćen za analizu distribucije i relativne gustine jedinki, kako po staništima, tako i po godinama uzorkovanja i sezonama. Tokom 2009, 2010. i 2012. godine CPUE vrednosti varirale su od $0,4 \pm 0,5$ do $41,5 \pm 22,1$ jedinki po vrši po danu. Ove vrednosti su 2011. godine bile niske i prilično ujednačene, a kretale

su se u opsegu od $0,2 \pm 0,3$ do $3,4 \pm 4,5$ jedinki po vrši po danu. CPUE vrednosti bile su najveće u zoni makrofitske vegetacije, kao i tokom jesenjeg i letnjeg perioda godine.

Teoretski rast dužine procenjen je korišćenjem fon Bertalanfijevega modela. Parametri fon Bertalanfijeve krive rasta imali su sledeće vrednosti: $L_{\infty} = 26,8$ cm, $K = 0,43$ i $t_0 = -0,13$, bez razlike između polova. Vrednost koeficijenta ϕ' iznosila je 2,49. Rezultati su pokazali da je srednja vrednost totalne dužine tela tokom prve godine života (0+) 9,70 cm TL; druge godine (1+) 12,78 cm TL; treće godine (2+) 16,29 cm TL; četvrte godine (3+) 18,61 cm TL i pete godine (4+) 21,68 cm TL. Rast jedinki je najbrži između prve (0+) i druge (1+) godine života.

Za analizu ishrane korišćeni su sledeći indeksi: indeks vakuiteta, procentualna učestalost, procentualni udeo i indeks značajnosti. Širina niše za korišćenje resursa hrane po sezonama izračunata je prema Šenonovom indeksu diverziteta. Vrednosti indeksa vakuiteta kretale su se od 72,86% do 100%. Spektar ishrane sačinjavalo je 14 različitih kategorija plena iz pet gupa: Mollusca, Crustacea, Insecta, Teleostei i biljke. Ribe su bile glavni plen u svim sezonama, a zatim vodeni beskičmenjaci. Jedinke su se biljnim materijalom i terestričnim insektima hranile uglavnom u manjoj meri. Zabeležena je i ishrana ikrom. Na osnovu istraživanja potvrđeno je da je ova vrsta generalista i oportunist, čije jedinke konzumiraju hranu koja je najdostupnija i koje ima u najvećoj meri, kao i da se ishrana menja tokom ontogenetskog razvića. Najmanja vrednost trofičkog diverziteta zabeležena je kod najvećih jedinki, a najveća kod jedinki srednje veličine. Najveća širina niše zabeležena je na proleće 2011. godine.

Gonadosomatski (GSI) i hepatosomatski (HSI) indeksi i faktor kondicije (K) iskorišćeni su kako bi se dobila slika o alokaciji resursa i opštem stanju jedinki u odnosu na različite sezone uzorkovanja. Vrednosti GSI bile su najveće u maju, da bi tokom juna opale, a u julu ponovo porasle. Niske vrednosti GSI mogu se primetiti u jesenjem i zimskom periodu, kada nema mresta. Zabeležene su visoke vrednosti HSI tokom jeseni i zime. Vrednosti K su najveće tokom leta.

Od osobina životne istorije, analizom su obuhvaćene veličina jedinki pri dostizanju polne zrelosti i fekunditet. Rezultati su pokazali da se veličina jedinki koje prvi put dostižu polnu zrelost kreće u intervalu od 10 cm do 12 cm TL (1+). Od 15 cm TL (2+), sve jedinke se smatraju polno zrelim. Vrednosti apsolutnog i relativnog

fekunditeta u aprilu (pred sam početak mresta) bile su izuzetno visoke. Krajem maja i početkom juna opadaju, da bi tokom jula bile još niže.

Masovni pomor jedinki crnog američkog patuljastog soma dogodio se tokom maja 2011. godine. Uzrok masovnog uginuća nije utvrđen sa sigurnošću, ali je najverovatnije usledio kao posledica virusne infekcije (virus američkog somića) koja je izazvala oboljenje epizootsku hematopoeznu nekrozu (EHN). Pokazatelj obnove populacije nakon masovnog pomora bio je odnos juvenilnih i adultnih jedinki, odn. regrutacija. Obnova populacije usledila je već tokom naredne godine, kada je udeo juvenilnih jedinki (65,8%) bio dvostruko veći od udela adultnih jedinki (34,2%).

Zdravstveno stanje populacije utvrđeno je na osnovu analize ekstenziteta i intenziteta parazitiranosti analiziranih jedinki. Osim kod jedne jedinke, svi endoparaziti pripadali su razdelu Nematoda. Najverovatnije se radilo o vrsti *Philometra richia*. Zdravstveno stanje populacije je tokom 2012. godine bilo znatno bolje u odnosu na 2011. godinu. Jedinke starosti 3+ bile su najzaraženije endoparazitima.

Selektivnost vrša procenjena je na osnovu odnosa uhvaćenih jedinki crnog američkog patuljastog soma i drugih vrsta riba, za svaki mesec pojedinačno. Pored jedinki crnog američkog patuljastog soma, uzorkovane su i jedinke grgeča, sunčice, glavoča i bodorke. Ulov šarana, smuđa, štuke, babuške i deverike bio je na nivou statističke greške. Zaključak je da se vrše mogu primenjivati u kontroli brojnosti jedinki crnog američkog patuljastog soma, jer osim što su efikasne i selektivne, njima se veoma lako rukuje, a pri tom se ne oštećuju druge vrste ribe.

Za analizu dužina i težina jedinki urađena je i trofaktorska MANOVA, nakon koje je korišćen Dankanov test. Za testiranje hipoteze o distribuciji jedinki po nizovima, sezonama i dubinama, korišćeni su neparametarski testovi: Kruskal-Valis za k nezavisnih uzoraka i post-hok Man-Vitni test za dva nezavisna uzorka. Multivarijaciona analiza je pokazala da jedino sezona značajno utiče kako na prosečne dužine i težine izlovljenih jedinki (osim 2011. godine), tako i na brojnosti.

Demografska analiza je potvrdila veliku fleksibilnost osobina životne istorije. Preživljavanje je najvažniji/najuticajniji parametar životne istorije. Starost pri kojoj ženke dostižu polnu zrelost jeste parametar čija se fleksibilnost posebno povećava kada populacija raste, dok fleksibilnost maksimalne starosti i preživljavanja opada sa rastom

populacije. Maksimalna starost je osobina koja je pokazala najmanju fleksibilnost. Fekunditet i preživljavanje juvenilnih jedinki imaju isti stepen fleksibilnosti.

Uzorci tkiva bili su liofilizovani i digestovani pre očitavanja vrednosti koncentracije teških metala i mikroelemenata primenom metode induktivno spregnute plazme-optičko emisione spektrometrije. Man-Vitni test je korišćen za statističku analizu, dok je za procenu razlika između analiziranih tkiva korišćena analiza glavnih komponenti (PCA). Koncentracija teških metala bila je najmanja u mišićima, a najveća u jetri i škragama. Koncentracija elemenata imala je sledeći trend: Fe>Al>Zn>Sr>As>Mn>Mo u škragama, Zn>Sr>As>Mo u mišićima i Fe>Zn>Sr>Cu>As>Mo>Mn u jetri. Svi analizirani elementi u mišićima bili su ispod granica MDK propisanih nacionalnom legislativom i stoga jedinke ove vrste iz Savskog jezera ne predstavljaju rizik za čoveka, ukoliko se koriste u ishrani.

Ključne reči: crni američki patuljasti som, dinamika populacija, ekotoksikologija, Savsko jezero

Naučna oblast: Ekologija

Uža naučna oblast: Ekologija riba

UDK: [597.551.4 (282.27): 575.857 (497.11)] : [574.5 : [546.815/.818 + 546.72/.776]]

Population dynamic and ecotoxicology of the black bullhead (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) in Sava Lake

ABSTRACT

The black bullhead (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) is one of the most abundant and successful non-native fish species in European freshwaters. Recent studies indicate that the black bullhead is one of the most dominant invasive fish species in Serbian waters as well.

The aim of this research was to determine the population characteristics of this species in Sava Lake, as well as bioaccumulation of heavy metals and trace elements in different tissues. Fieldwork was conducted from 2009 to 2012. Black bullhead samples were collected monthly, for four days in a row. Once in the laboratory, specimens were measured for their total length (TL) and body weight (W). After dissection, the eviscerated body weight was measured, as well as liver and gonad weights.

Population structure was determined by combining two methods – analyzing age and length-frequency distributions. Age was determined by combining otolith examination and Bhattacharya's method. Age structure analysis has revealed the presence of five age classes: from 0+ to 4+. The class 1+ was the most dominant, by both year and season of sampling. The average total length was 13.3 cm and the average weight was 38.26 g. The mean value of the relative weight, across the entire sample, was 84.78 ± 1.09 . The research revealed the presence of eight cohorts, in total.

The length-weight allometric factor b ranged from 2.93 to 3.16, while the value of this factor, across the entire sample, was 3.00. The analysis of the length-weight relationship curve showed an absence of inflection points.

Catch-per-unit-effort (CPUE) was used as an indicator of the black bullhead distribution and abundance in different habitats, years of sampling, and seasons. In 2009, 2010, and 2012, CPUE values fluctuated and ranged from 0.4 ± 0.5 to 41.5 ± 22.1 ind./net/night, while in 2011 they were low and rather uniform, ranging from 0.2 ± 0.3 to 3.4 ± 4.5 ind./net/night. CPUE values were highest in the macrophyte vegetation zone, as well as during autumn and spring.

Theoretical length growth was assessed using the von Bertalanffy model. The calculated parameters of the von Bertalanffy growth function were: $L_{\infty} = 26.8$ cm, $K = 0.43$, $t_0 = -0.13$, without distinction between sexes. The value of ϕ' was 2.49. Our results indicate that the black bullhead in Sava Lake reached a mean length of 9.70 cm TL during the first year of life (0^+), 12.78 cm TL in the second year (1^+), 16.29 cm TL in the third year (2^+), 18.61 cm TL in the fourth year (3^+), and 21.68 cm TL in the fifth year (4^+). The growth of black bullhead specimens was fastest between the ages of 0^+ and 1^+ .

For the diet analysis, we used the following indices: the vacuity index, frequency of occurrence, numerical abundance, and prominence value. In addition, the seasonal trophic niche breadth was calculated according to the Shannon index of diversity. Values of the vacuity index ranged between 72.86% and 100%. The diet spectrum consisted of 14 different prey categories from five groups: Mollusca, Crustacea, Insecta, Teleostei, and plants. Fish were the main prey in all seasons, followed by aquatic invertebrates. Plant material and terrestrial insects were used as food in relatively small quantities. Egg predation was also detected. Our research confirmed that this species is an opportunistic generalist, foraging on the most abundant and available prey. Ontogenetic shift was also detected. The lowest value of trophic diversity was found in the largest black bullheads, while the highest was found in the medium sized individuals. The widest niche breadth was recorded in the spring of 2011.

Gonadosomatic (GSI) and hepatosomatic (HSI) indices and Fulton's condition factor (K) were used to gain insight into allocation of resources and the general condition of individuals in relation to different sampling seasons. GSI values were highest in May. They declined during June and then went up again in July. Low GSI values can be noticed during autumn and winter, when there is no spawning. HSI values were highest during autumn and winter and K values were highest during summer.

Regarding the life history traits, the analysis included the size at first maturity and fecundity. The results showed that length at sexual maturity ranged from 10 cm to 12 cm TL (1^+). From 15 cm TL (2^+), all individuals are considered sexually mature. Absolute and relative fecundities were extremely high in April. In late May and early June they declined, and in July these values were even lower.

Mass mortality of black bullhead in Sava Lake occurred in May 2011. Although the cause of the mass mortality was not determined with certainty, it was probably the result of a viral infection (European catfish virus) that causes epizootic haematopoietic necrosis (EHN). The indicator of the recovery potential of the black bullhead population was the relationship between the juvenile and the adult specimens, i.e. the recruitment. The studied black bullhead population recovered within the timeframe of a single year when the proportion of juvenile specimens (65.8%) was twice as high as the proportion of the adult specimens (34.2%).

The health status of the population was determined based on the analysis of extensiveness and intensity of parasitism in analyzed specimens. Except for one individual, all endoparasites belonged to the phylum Nematoda, most likely the species *Philometra richta*. The health status of the population in 2012 was much better compared to 2011. Individuals aged 3+ were most infected by endoparasites.

The selectivity of fyke nets was estimated based on the ratio of the captured individuals of black bullhead and other fish species, for each month. Besides specimens of black bullhead, individuals of European perch, pumpkinseed, gobies, and roach were also sampled. The catch of carp, pikeperch, pike, Prussian carp, and bream was at the level of statistical error. The conclusion is that fyke nets can be applied to control the abundance of black bullhead because, in addition to being effective and selective, they are easy to handle and cause no damage to other fish species.

Three-way MANOVA was used for the analysis of individual length and weight. Following that, the Duncan test was used. To test the hypotheses about the distribution of specimens per rows, seasons, and depths, the following nonparametric tests were used: the Kruskal-Wallis for k independent samples and post-hoc Mann-Whitney test for two independent samples. Multivariate analysis showed that only the season significantly affected both the average length and weight of sampled specimens (except for 2011), as well as abundance.

Demographic analysis confirmed a high flexibility of life history traits. Survival was the most influential life history parameter, followed by age at which females reach maturity. The age at which females reach maturity is the parameter whose flexibility especially increases when the population grows, while flexibility of longevity and survival decreases with increasing population size. Maximum longevity was the

characteristic that showed the least flexibility. Fecundity and survival of juvenile specimens have the same degree of flexibility.

Tissue samples were prepared using a lyophilizer and microwave digestion prior to reading values by using inductively coupled plasma – optical emission spectrometry (ICP-OES). For statistical analysis, the Mann-Whitney U test was used, while principal components analysis (PCA) was used to assess the difference between the analyzed tissues. Elemental concentrations were lowest in muscles and highest in liver and gills. The concentration of elements showed the following trend: Fe>Al>Zn>Sr>As>Mn>Mo in gills, Zn>Sr>As>Mo in muscles, and Fe>Zn>Sr>Cu>As>Mo>Mn in liver. All analyzed elements in muscle samples were below MAC prescribed by the national regulation of the Republic of Serbia; therefore, the consumption of these fish from Sava Lake does not pose a risk to human health.

Key words: black bullhead, population dynamics, ecotoxicology, Sava Lake

Scientific field: Ecology

Specific scientific field: Fish Ecology

UDK: [597.551.4 (282.27): 575.857 (497.11)] : [574.5 : [546.815/.818 + 546.72/.776]]

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Objekat istraživanja.....	1
1.1.1. Biološke odlike, rasprostranjenost i istorijat naseljavanja crnog američkog patuljastog soma.....	3
1.1.2. Crni američki patuljasti som kao invazivna alohtona vrsta u Evropi i Srbiji.....	7
1.2. Opis istraživanog područja.....	9
1.2.1. Sastav i stanje ribljeg naselja u Savskom jezeru.....	10
2. Ciljevi rada	12
3. Materijal i metode	13
3.1. Opis terenskog istraživanja.....	13
3.2. Materijal korišćen u analizi.....	18
3.3. Metode obrade materijala.....	20
3.3.1. Struktura populacije.....	20
3.3.2. Dužinsko-težinski odnosi.....	22
3.3.3. Distribucija jedinki i relativna gustina populacije.....	23
3.3.4. Rast jedinki.....	23
3.3.5. Ishrana.....	24
3.3.6. Gonadosomatski indeks, hepatosomatski indeks i faktor kondicije.....	26
3.3.7. Osobine životne istorije: veličina jedinki pri dostizanju polne zrelosti i fekunditet.....	26
3.3.8. Masovni pomor i obnova populacije.....	28
3.3.9. Zdravstveno stanje populacije.....	29
3.3.10. Selektivnost ribolovnog alata.....	29
3.3.11. Multivarijaciona analiza ulova (dužina i težina) u odnosu na stanište, položaj ribolovnog alata i sezonu ulova.....	30
3.3.12. Demografska fleksibilnost vrste.....	31
3.3.13. Određivanje koncentracije teških metala i mikroelemenata u tkivima metodom induktivno spregnute plazme (ICP-OES).....	32

4. Rezultati	36
4.1. Opis staništa na lokalitetu uzorkovanja	36
4.2. Struktura populacije	37
4.3. Dužinsko-težinski odnosi	58
4.4. Distribucija jedinki i relativna gustina populacije	67
4.5. Rast jedinki	71
4.6. Ishrana	72
4.7. Gonadosomatski indeks, hepatosomatski indeks i faktor kondicije	83
4.8. Osobine životne istorije: veličina jedinki pri dostizanju polne zrelosti i fekunditet	86
4.9. Obnova i dinamika populacije nakon masovnog pomora	92
4.10. Zdravsteno stanje populacije	95
4.11. Selektivnost ribolovnog alata	103
4.12. Multivarijaciona analiza ulova	105
4.13. Primena populacionih modela u ispitivanju uticaja demografske fleksibilnosti na uspešnost kolonizacije	112
4.14. Koncentracije teških metala i mikroelemenata u tkivima	113
5. Diskusija	118
5.1. Struktura populacije	118
5.2. Dužinsko-težinski odnosi	123
5.3. Distribucija jedinki i relativna gustina populacije	125
5.4. Poređenje rasta jedinki u Savskom jezeru u odnosu na severnoameričke i evropske populacije	127
5.5. Ishrana	129
5.6. Gonadosomatski indeks, hepatosomatski indeks i faktor kondicije	135
5.7. Osobine životne istorije u odnosu na severnoameričke i evropske populacije	138
5.8. Masovni pomor, regrutacija i obnova populacije	144
5.9. Analiza zdravstvenog stanja populacije	142
5.10. Selektivnost ribolovnog alata sa preporukama za najefikasniju kontrolu brojnosti populacija crnog američkog patuljastog soma u zatvorenim vodama Srbije	146
5.11. Multivarijaciona analiza ulova	150
5.12. Uticaj demografske fleksibilnosti na kolonizaciju	151

5.13. Koncentracija teških metala i mikroelemenata u tkivima	153
6. Zaključak	158
7. Literatura	163

1. UVOD

1.1. Objekat istraživanja

Regnum: **Animalia**

Phylum: **Chordata**

Subphylum: **Vertebrata**

Infraphylum: **Gnathostomata**

Classis: **Osteichthyes**

Subclassis: **Actinopterygii**

Ordo: **Siluriformes**

Subordo: **Siluroidei**

Familia: **Ictaluridae**

Genus: *Ameiurus*

Species: *Ameiurus melas* (**Rafinesque, 1820**)

Vrste koje pripadaju redu Siluriformes imaju niz zajedničkih morfoloških karakteristika: telo koje je ili prekrivreno koštanim pločama ili je golo, Veberov aparat u kome su prvih pet pršljenova srasli, najčešće prisustvo masnog peraja kao i pojedinačnih tvrdih žbica na početku leđnog i grudnog peraja, zubi na vomeru i nerazvijena maksilarna kost koja uglavnom drži duge brkove. Takođe, kod predstavnika ovog reda izostaju intermuskularne kosti, kao i brojne kosti lobanje, a grudni pojas je promenjen u mehanizam koji zaglavljuje tvrdu žbicu grudnog peraja. Pored ovih zajedničkih osobina, red Siluriformes čini veoma raznovrsnu grupu u okviru košljoriba koja obuhvata 412 rodova i preko 2400 vrsta i koje danas imaju kosmopolitsko rasprostranjenje (ima ih na svim kontinentima, osim Antarktika, mada su i tamo pronađeni fosili iz eocena i oligocena) (Grande & Eastman, 1986; Cvijanović, 2009). Najveća specijska i morfološka raznovrsnost zabeležena je u tropskim delovima Južne Amerike i Afrike, kao i u Aziji.

Takođe, vrste koje pripadaju ovom redu variraju u veličini, od predstavnika koji su među najmanjim kičmenjacima na svetu (familije Aspredinidae i Trichomycteridae – jedinke dostižu polnu zrelost pri dužini manjoj od 10 mm TL) do najvećih slatkovodnih

riba na svetu (*Silurus glanis* – Evropski som, dužine do 5 m i težine 330 kg; *Pangasianodon gigas* – džinovski Mekong som, dužine do 3 m i težine 330 kg i *Brachyplatystoma filamentosum* – džinovski Amazonski som, dužine preko 3 m i težine 200 kg) (Lundberg & Friel, 2003). Većina predstavnika ovog reda su omnivori i imaju bentoske hranidbene navike. Uglavnom se radi o neagresivnim predatorima koji čekaju iz zasede, love noću i/ili u mutnim vodama, oslanjajući se na nevizuelna čula, poput čula dodira i mirisa. Kada je reč o reproduktivnim strategijama, one su, takođe, vrlo raznovrsne: od brige o potomstvu (jajima i juvenilnim jedinkama) do odsustva iste (kada jedinke stvaraju veliki broj malih jaja); od mrešćenja na otvorenoj podlozi (*engl.* open substrate spawning) do pravljenja gnezda, inkubacije jaja u usnoj duplji (*engl.* mouthbrooding) i unutrašnje oplodnje. Iako se smatraju slatkovodnim ribama, pojedine vrste ovog reda su uspele da prodru i u morske ekosisteme (familije Plotosidae i Ariidae) i upravo zbog njihovog kosmopolitskog rasprostranjenja i raznovrsnosti, predmet su istraživanja brojnih ekologa i evolucionih biologa (Bruton, 1996; Lundberg & Friel, 2003). Širom sveta mnoge vrste reda Siluriformes imaju veliki ekonomski značaj i love se zbog ishrane, akvaristike i rekreacije. Takođe, uzgoj mnogih vrsta veoma je razvijen, poput *Silurus asotus* sa godišnjom produkcijom od 413 350 t i zaradom od preko 547 miliona dolara i *Ictalurus punctatus* sa godišnjom produkcijom od 394 179 t i zaradom od preko 638 miliona dolara (FAO Fishery and Aquaculture Statistics Yearbook, 2012).

Familija Ictaluridae obuhvata 7 rodova sa 45 vrsta. Poreklom su sa severnoameričkog kontineta i imaju veoma široko rasprostranjenje, od južne Kanade na severu do severne Gvatemale i Belizea na jugu. Ima ih u slivovima Atlantskog okeana i Karipskog mora, kao i u nekoliko velikih rečnih slivova na pacifičkoj obali Meksika. Naseljavaju kako velike reke, tako i sporotekuće potoke, jezera i bare. Vrste koje pripadaju ovoj familiji nemaju krljušti, imaju masno peraje, zube u vilici (izuzev roda *Trogloglanis*), tvrdu žbicu na početku leđnog i grudnih peraja (izuzev roda *Prietella*) i 8 brkova (2 nazalna, 2 maksilarna i 4 na bradi). Kada je ishrana u pitanju, uglavnom su karnivorni strvinari. Najaktivniji su noću, a brkovi i koža im služe za detekciju plena i međusobno komuniciranje. Reproductivna strategija kod većine predstavnika ove familije jeste zaštićeni mrest, odnosno adultne jedinke prave udubljenja u podlozi u koja polažu jaja. Takođe, javlja se i briga za potomstvo, tj. mužjaci čuvaju gnezdo sa jajima i

štite mlade dok ne postanu samostalni. Familija Ictaluridae obuhvata rodove: *Astephus* (2 izumrle vrste), *Ictalurus* (8 živih i 4 izumrle vrste), *Ameiurus* (7 živih i 7 izumrlih vrsta), *Noturus* (25 živih vrsta), dok rodovi *Pylodictis*, *Prietella*, *Satan* i *Trogloglanis* imaju po jednu recentnu vrstu. Rod *Ameiurus* obuhvata sledeće vrste: *A. melas*, *A. nebulosus*, *A. natalis*, *A. serracantus*, *A. catus*, *A. brunneus* i *A. platycephalus* (Cvijanović, 2009).

1.1.1. Biološke odlike, rasprostranjenost i istorijat naseljavanja crnog američkog patuljastog soma

Jedinke crnog američkog patuljstog soma (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) (Slike 1 i 2) sa dorzalne strane su crne ili maslinasto zelene, dok im je trbuh beličast ili žućkast. Brkovi su crni, a membrana između žbica u perajima tamna. Boja može da varira u zavisnosti od lokaliteta, perioda godine i starosti jedinki (juvenilne jedinke su u potpunosti crne boje). Repno peraje je umereno zaobljeno, a analno potpuno zaobljeno. Broj žbica u analnom peraju je između 17 i 21. Nazubljenja na zadnjoj ivici grudnog peraja su mala i gotovo neprimetna (ima ih između 5 i 6). Ukupan broj branhiospina je između 16 i 20. Membrana između žbica na dorzalnom peraju je tamna (Cvijanović, 2009).



Slike 1 i 2. Crni američki patuljasti som u Savskom jezeru (foto: M. Jaćimović).

Dužina tela varira u zavisnosti od geografske širine. Jedinke u Severnoj Americi imaju veću dužinu u odnosu na one koje su introdukovane na druge kontinente. Maksimalna zabeležena totalna dužina tela (TL) jedinki iz Severne Amerike iznosi 66 cm (IGFA, 2001; Froese & Pauly, 2014), dok je prosečna dužina 26,6 cm TL (Hugg, 1996; Froese & Pauly, 2014). Takođe, zabeležene su dužine i do 30 cm TL u jezerima južne Dakote (Hanchin *et al.*, 2002a) i 27,4 cm TL u Srebrnom jezeru u Ajovi (Mork *et al.*, 2009). S druge strane, jedinke u Evropi imaju manji rast, pa je tako u jezeru Korbara (Italija) prosečna dužina jedinki 16,23 cm TL (Pedicillo *et al.*, 2008), a u reci Vah (Slovačka) standardna dužina tela (SL) iznosi 12,3 cm (Novomeská & Kováč, 2009). Slična situacija je i sa težinom. Najveća zabeležena težina u Severnoj Americi iznosi 3,6 kg (IGFA, 1991), dok je prosečna težina jedinki u jezeru Korbara bila 75,88 g (Pedicillo *et al.*, 2008), a u reci Vah 47,9 g (Novomeská & Kováč, 2009). Prosečna dužina života iznosi 6 godina, a samo mali broj jedinki živi 10 ili 11 godina (Hugg, 1996; Cvijanović, 2009).

Kada govorimo o reprodukciji, jedinke crnog američkog patuljastog soma postaju polno zrele u drugoj ili trećoj godini života (Carlander, 1969; Jenkins & Burkhead, 1993; Novomeská & Kováč, 2009). Mrest počinje kada temperatura vode dostigne 21°C i odvija se od maja do avgusta. Smatra se da jedinke ove vrste imaju višestruko razmnožavanje/mrest (*engl.* multiple spawner), kao i da vode brigu o potomstvu (Novomeská & Kováč, 2009). Cvijanović (2009) navodi da, pre početka mresta, ženke prave gnezda na plitkom i muljevitom dnu, blizu debela, kamenja, vegetacije ili drugih velikih objekata. Iskopavanje se vrši pokretima grudnih peraja ka dole, mahanjem analnog peraja u stranu i guranjem malog šljunka njuškom ka periferiji rupe, prečnika od 15 do 35 cm. Zrela jaja, koja su prekrivena želatinoznim pokrivačem, imaju oko 3 mm u prečniku i ima ih oko 200 u jednom gnezdu (Scott & Crossman, 1973, prema Novomeská & Kováč, 2009). Odrasle ženke imaju godišnju produkciju od 2000 do 6000 ili i više jaja. U optimalnim uslovima izvaljivanje iz oplodjenih jaja se događa posle 5 dana. Roditelji ostaju skoro uvek iznad jaja i stalnim pokretima peraja omogućavaju aeraciju, istovremeno ih štiteći od predatora. Kada mladi napuste gnezdo (pri veličini od 25 mm), formiraju loptastu formaciju, koju tokom prvog leta i dalje čuvaju oba ili jedan roditelj (Cvijanović, 2009) (Slika 3).



Slika 3. Briga o potomstvu (barbsandbacklashes.wordpress.com).

Ishrana ove vrste menja se sa starošću jedinki. Juvenilne jedinke se hrane larvama insekata, pijavicama i rakovima, a adulti raznim školjkama, puževima, larvama hironomida, biljnim materijalom i ribama (Leunda *et al.*, 2008; Cvijanović, 2009). Smatra se da ova vrsta ima oportunističku i nokturnalnu ishranu (Declerck *et al.*, 2002).

Jedinke ove vrste nastanjuju meku podlogu sporotekućih delova reka, stajaće vode manjih i srednjih dimenzija, kao i potoke, močvare, bare i kanale. Tolerantne su na veoma nepovoljne uslove koji su odlika malih, izolovanih akvatičnih sistema, kao što su ekstremne temperature i zagađenje (Scott & Crossman, 1973, prema Novomeská & Kováč, 2009; Braig & Johnson, 2003, prema Novomeská & Kováč, 2009).

Na listi međunarodne unije za zaštitu prirode (*engl.* International Union for Conservation of Nature, IUCN) ova vrsta ima status „najmanje brige“ (*engl.* Least Concern, LC). To znači da je ona procenjena, ali da ne spada u kategoriju „skoro ugroženih“ (*engl.* Near Threatened, NT), niti u kategoriju vrsta čiji opstanak zavisi od zaštite (*engl.* Conservation Dependent, CD) (NatureServe, 2013).

Crni američki patuljasti som je široko rasprostranjen u Severnoj Americi, gde mu je prirodno rasprostranjenje od kontinentalne depresije na zapadu do Apalačkih

planina na istoku. Saskačevan provincija i Manitoba su najsevernije oblasti njegovog areala, dok se na jugu može naći u državama Teksas i Novi Meksiko (52°N – 26°N). Kada su severni delovi severnoameričkog kontinenta u pitanju, ova vrsta se može naći i u Britanskoj Kolumbiji i Alberti (Carl *et al.*, 1967; Forbes & Flook, 1985), pa sve do Meksika na jugu. Nalazi se i u čitavom Misisipi-Misuri basenu, Velikim jezerima, donjem Sv. Lorenc basenu, Arizoni, Nevadi i Ajdahu. Unesen je zapadno od kontinentalne depresije, kao i na Atlantsku padinu (Rutkayová *et al.*, 2012).

Prema Holčiku (1991), ova vrsta je prvi put u Evropu unesena 1871. godine i to u Francusku, a zatim i u Nemačku 1880 i 1885. godine (Schindler, 1957, prema Wheeler, 1978). Takođe, Kendall (1910, prema Wheeler, 1978) je dao listu tovara iz Amerike za Evropu, koja glasi ovako: 15. novembra 1884. godine 100 jedinki je poslato u Gent (Belgija), od kojih je 95 preživelo i stiglo 28. novembra; 16. juna 1885. godine 50 jedinki je poslato u Nemačku, od kojih je 49 stiglo u dobrom stanju; 20. juna 1885. godine 50 jedinki je poslato u Englesku, od kojih je 48 stiglo u Južni Kensington; 7. jula 1885. godine 80 jedinki je poslato u Amsterdam (Holandija) i 18. jula 1885. godine je u Francusku poslato 100 jedinki, od kojih je 81 stigla u dobrom stanju. Međutim, događaj koji je najviše uticao na introdukciju i aklimatizaciju crnog američkog patuljastog soma bio je unos 50 jedinki u Nemačku, koje je uzgajivač Maks Borne brzo razmnožio. Ove jedinke su ubrzo prenesene u mnoge ribnjake i otvorene vode Nemačke. Ovim uspehom se i sam Borne pohvalio izjavivši: „Verujem da se sada, u 1891. godini, zweglvels može smatrati odomaćenom ribom u Nemačkoj“ (Sotirov, 1968; Cvijanović, 2009). Drugi autori navode da je introdukcija u Evropu izvršena jednu deceniju ranije, odnosno 1861. godine (Popa *et al.*, 2006). Jedinke crnog američkog patuljastog soma danas u Evropi nastanjuju Albaniju, Belgiju, Crnu Goru, Francusku, Holandiju, Irsku, Italiju, Mađarsku, Nemačku, Norvešku, Poljsku, Portugaliju, Rumuniju, Rusiju, Slovačku, Srbiju, Španiju, Švajcarsku i Veliku Britaniju (Rutkayová *et al.*, 2012).

Na prostore bivše Jugoslavije, crni američki patuljasti som je došao na dva načina: donošenjem u ribnjake Hrvatske pre I svetskog rata i slobodnim prodiranjem iz susednih zemalja duž tokova Drave, Dunava, Tise, Begeja i Tamiša (Sotirov, 1968; Cvijanović, 2009). Iako je do osvajanja ovih prostora od strane ove vrste došlo nešto kasnije (u poređenju sa drugim srednjeevropskim zemljama), može se reći da je za samo

par decenija naselio sve ravničarske reke (Dunav, Savu, Tisu, kanal DTD i Begej) i da je 40-tih godina prošlog veka uspostavio stabilne populacije (Cvijanović, 2009).

Treba napomenuti da je dugi niz godina ova vrsta bila pogrešno identifikovana, odnosno zamenjena sa *A. nebulosus* (LeSueur, 1819) zbog njihove velike međusobne morfološke sličnosti (Wheeler, 1978; Kottelat & Freyhof, 2007; Nowak *et al.*, 2010). Osobine, poput boje i nazubljenosti tvrde žbice grudnih peraja, koje su korišćene kao kriterijumi za određivanje ovih vrsta, nisu se pokazale pouzdanim. Zbog toga su dovele do velikih zabuna i pogrešnih identifikacija ove dve vrste u Evropi (Kottelat & Freyhof, 2007; Rutkayová *et al.*, 2012). Postoji mogućnost da se u Francuskoj više od 100 god. *A. nebulosus* pogrešno identifikovao i da se zapravo radilo o *A. melas* (Nowak *et al.*, 2008; Rutkayová *et al.*, 2012). U Švajcarskoj se ove dve vrste često smatraju jednom (FOEN, 2006; Rutkayová *et al.*, 2012). Ove sestrinske vrste jesu veoma bliske, a samim tim i slične, na šta ukazuju i rezultati analize mitohondrijalne DNK (mtDNK). Naime, utvrđena je mala divergencija mtDNK ove dve vrste, što se može objasniti hibridizacijom i introgresijom tokom poslednjih tri miliona godina. Međutim, u prirodnim populacijama pojava hibrida nije česta (Hardman & Page, 2003; Cvijanović, 2009).

1.1.2. Crni američki patuljasti som kao invazivna alohtona vrsta u Evropi i Srbiji

Danas se crni američki patuljasti som smatra najzastupljenijom i najuspešnijom invazivnom vrstom ribe koja naseljava kopnene vode Evrope (Declerck *et al.*, 2002; Cucherousset *et al.*, 2006a; Savini *et al.*, 2010). Predstavlja veoma štetnu korovsku vrstu koja ima tendenciju da formira populacije velike gustine (Popa *et al.*, 2006), sa izraženim negativnim uticajem na autohtonu ihtiofaunu kroz predatorstvo i/ili kompeticiju za hranu, stanište i mesta za mrest sa nativnim vrstama (Rutkayova *et al.*, 2012; Zorić *et al.*, 2014). Takođe, može prouzrokovati kvantitativne promene u strukturi zajednice ukoliko se uspostavi kao dominantna vrsta (Kreutzenberger *et al.*, 2008; Savini *et al.*, 2010). U francuskom zakonodavstvu je okarakterisana kao „vrsta odgovorna za narušavanje biološke ravnoteže“ (Cucherousset *et al.*, 2006b). Zbog svega

navedenog, ona predstavlja veliki i značajan problem za upravljače ribarskih područja širom Evrope. To je dovelo i do brojnih pokušaja selektivnog izlova ove vrste, kako u svetu, tako i kod nas (Cucherousset *et al.*, 2006a; Louette & Declerck, 2006; Cvijanović, 2009; Lenhardt *et al.*, 2011).

Kopnene vode u Srbiji dele istu sudbinu ekosistema napadnutih ovom invazivnom alohtonom vrstom. Crni američki patuljasti som naseljava 53,2% celokupne površine Srbije i istraživanja koja su sprovedena u proteklih nekoliko godina otkrivaju dominantno prisustvo ove vrste u mnogim kopnenim vodama u Srbiji (Lenhardt *et al.*, 2011). Prvi nalaz u vodama Srbije registrovan je 2005. godine u dunavskom kanalu „Jojkić“, u blizini Beograda i u Savskom jezeru. Tada je po prvi put ova vrsta identifikovana kao *A. melas*. Veruje se da se većina predhodnih nalaza, koji su navodili da se radi o vrsti *A. nebulosus*, bila pogrešna (Cvijanović *et al.*, 2005). Iako je osnovni motiv za introdukciju ove vrste bio uzgoj, danas se ona uzgaja samo na jednom ribnjaku u Srbiji, sa godišnjom produkcijom od 20 t. S druge strane masovno uklanjanje, odnosno selektivni izlov organizuje se u nekim manjim vodenim sistemima, tako da je iz svakog od njih pojedinačno uklonjeno između 3 i 6 t jedinki (Lenhardt *et al.*, 2011). Osim naziva "crni američki patuljasti som" za ovu vrstu koristi se i termin "cverglan".

Ono što čini ovu vrstu toliko uspešnom jeste niz osobina, poput mogućnosti da preživi u sedimentu tokom sušnih perioda godine, tolerancija na zagađenja i nizak nivo kiseonika u vodi (Ribeiro *et al.*, 2008), kao i mogućnost uspostavljanja održivih populacija na novim staništima uprkos povremenim nepovoljnim uslovima (Grabowska, 2005, prema Novomeská & Kováč, 2009). Osobine koje doprinose velikom invazivnom potencijalu ove vrste jesu i velika fleksibilnost osobina životne istorije, fenotipska plastičnost, ranije polno sazrevanje u odnosu na native populacije, izražena briga o potomstvu, kao i mogućnost višestrukog mresta i sposobnost alokacije resursa, tako da budu iskorišćeni na najoptimalniji način (Novomeská & Kováč, 2009). Takođe, u slučaju opasnosti, jedinke ove vrste uspravljaju bodlje na leđnom i grudnim perajima, štiteći se na taj način od predatora, zbog čega jedinke u novoformiranim populacijama nemaju prirodnih neprijatelja (Scott & Crossman, 1973, prema Novomeská & Kováč, 2009).

1.2. Opis istraživanog područja

Savsko jezero (N - 44° 47' 17,1'' E - 20° 24' 49,3'') (Slike 4 i 5) predstavlja nekadašnji desni rukavac reke Save, kod rečnog ostrva Ade Ciganlije, u samom centru Beograda. Ono predstavlja eutrofni barski ekosistem nastao u procesu sukcesije na mestu nekadašnjeg rečnog ekosistema (Janković & Janković, 1987). Leži na nadmorskoj visini od 72 m. Okruženo je šumom vrbe (*Salix alba* L.), bele topole (*Populus alba* L.), hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i dr. (Blaženčić, 1995).



Slike 4 i 5. Savsko jezero prikazano iz različitih perspektiva.

Mikroakumulacija Savsko jezero formirana je kao vodoprivredni i sportsko-rekreativni objekat 1967. godine pregrađivanjem rukavca reke Save. Jezero je blago povijenog, lučnog oblika i zauzima površinu od 86 ha. Prosečna dubina je 4,5 m, a zapremina mikroakumulacije iznosi $4 \times 10^6 \text{ m}^3$. U najvećem delu široko je oko 200 m, dok je dužina jezera 4,2 km. U južnom delu jezera nalazi se taložnik preko koga se jezero snabdeva vodom. Dno Savskog jezera je po svojim fizičkim karakteristikama različito. Veći deo priobalnog dela je šljunkovit (veštački formirane plaže). U ostalom delu jezerskog basena dno je muljevito-peskovito, muljevito i glinovito. Po konzistenciji dno varira od rastresitog do čvrstog. Temperatura vode od površine do dubine od 5 m (u zoni gde se nalazi makrofitska vegetacija) je, uglavnom, ujednačena. Tokom terenskih istraživanja (2009-2012), temperatura vode je varirala između 7,1°C

(mart) i 29,3°C (avgust). U toku zime jezero je često zaleđeno. Led se ponekad zadržava i u dužem vremenskom periodu i dostiže debljinu od 20 do 30 cm. Providnost vode veoma varira, kako sezonski, tako i na različitim mestima u jezeru. U proleće, voda je bistra i sa izuzetnom providnošću od 4,7 m. Početkom juna providnost opada na 2,2-2,6 m, da bi u julu u blizini obale iznosila samo 0,8 m, a u centralnom delu 1,2 m. Voda Savskog jezera je bazne reakcije (pH 8,2-8,72). Od tri tipične vegetacijske zone, dobro je razvijena samo zona submerznih biljaka. U ovoj zoni apsolutnu dominaciju i edifikatorsku ulogu ima vrsta *Myriophyllum spicatum*. Ostale dve zone, zona emerznih i zona flotantnih biljaka, veoma su rudimentirane i nalaze se samo na mestima koja nisu uređena za kupanje (Blaženčić, 1995).

1.2.1. Sastav i stanje ribljeg naselja u Savskom jezeru

Ihtiofaunu Savskog jezera čini 20 vrsta i prema biomasi najzastupljenije su šaran (*Cyprinus carpio*), sa 21,2%, smuđ (*Sander lucioperca*), sa 13,5%, deverika (*Abramis brama*), sa 8,4%, grgeč (*Perca fluviatilis*), sa 6,0%, i som (*Silurus glanis*), sa 4,3%. Alohtone vrste sa najvećom biomasom jesu beli (*Hypophthalmichthys nobilis*) i sivi tolstolobik (*Hypophthalmichthys molitrix*), sa po 5,7%, i babuška (*Carassius gibelio*), sa 5%. Crni američki patuljasti som zauzima 5,7% od ukupne biomase (Hegediš *et al.*, 2008). S obzirom da je crni američki patuljasti som naseljavao Savu i pre pregrađivanja, smatra se redovnim članom riblje zajednice Savskog jezera, što je, takođe, slučaj sa većinom ribljih vrsta u jezeru. U periodu od 2003. do 2009. godine jezero je povremeno poribljavano šaranom, smuđem, grgečom i deverikom i ovo je vršeno uz strogu kontrolu, sa ciljem da se obezbede odgovarajući uslovi za takmičarski ribolov. Riblja zajednica se mogla u tom periodu smatrati stabilnom (Hegediš *et al.*, 2008). Međutim, od 2009. godine poribljavanje su praktično prekinuta, a naknadnim istraživanjima je utvrđeno da je ekološki potencijal jezera slab, sa aspekta strukture riblje zajednice (Mičković *et al.*, 2014). Na jezeru se primenjuje ribolovni princip „uhvati i pusti”, koji ne važi samo za alohtone vrste (Hegediš *et al.*, 2008).

Tabela 1. Kvalitativni sastav riblje zajednice u Savskom jezeru.

VRSTA RIBE	Maseni udeo (%) uzorak	Biomasa (kg/ha) procena	Produkcija (kg/ha) procena
Cverglan (<i>Ameiurus melas</i>)	5.7	9.5	15.2
Sunčica (<i>Lepomis gibbosus</i>)	1.1	3.8	6.1
Babuška (<i>Carassius gibelio</i>)	5.0	7.5	19.2
Tolstolobik beli (<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>)	5.7	9.5	17.9
Tolstolobik sivi (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	5.7	9.5	16.1
Beli amur (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	2.7	5.8	5.3
Šaran (<i>Cyprinus carpio</i>)	21.2	53.8	44.0
Ukljeva (<i>Alburnus alburnus</i>)	5.1	6.4	10.7
Deverika (<i>Abramis brama</i>)	8.4	10.3	16.6
Bodorka (<i>Rutilus rutilus</i>)	3.1	3.8	4.8
Krupatica (<i>Blicca bjoerkna</i>)	2.6	3.3	4.3
Crvenperka (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	2.3	2.9	4.4
Bucov (<i>Aspius aspius</i>)	0.8	1.0	2.1
Štuka (<i>Esox lucius</i>)	3.1	3.8	5.6
Som (<i>Silurus glanis</i>)	4.3	5.3	11.3
Smuđ (<i>Sander lucioperca</i>)	13.5	16.7	30.0
Grgeč (<i>Perca fluviatilis</i>)	6.0	7.5	11.9
Balavac (<i>Gymnocephalus cernua</i>)	0.5	0.6	1.0
Rečni glavoč (<i>Neogobius fluviatilis</i>)	1.7	2.1	2.8
Vijun (<i>Cobitis elongatioides</i>)	0.5	0.6	1.0
Ukupno:	100	173.7	230.3

2. CILJEVI RADA

Ciljevi ove doktorske disertacije jesu:

- Analiza strukture populacije u odnosu na dužinske klase i starost jedinki iz različitih godina i sezona uzorkovanja;
- Analiza srednjih vrednosti dužine i težine, kako po godinama uzorkovanja, tako i sezonski;
- Analiza dužinsko-težinskog odnosa, faktora alometrije i tačke infleksije;
- Utvrđivanje sezonske distribucije i relativne gustine jedinki u odnosu na stanište;
- Određivanje rasta jedinki;
- Analiza ishrane jedinki u odnosu na različite sezone uzorkovanja i starost jedinki;
- Utvrđivanje gonadosomatskog i hepatosomatskog indeksa i faktora kondicije;
- Analiza osobina životne istorije, poput veličine jedinki pri dostizanju polne zrelosti i fekunditeta;
- Analiza obnove populacije koja je usledila nakon masovnog pomora;
- Određivanje zdravstvenog stanja populacije;
- Utvrđivanje selektivnosti ribolovnog alata;
- Multivarijaciona analiza ulova u odnosu na stanište, položaj ribolovnog alata i sezonu ulova;
- Analiza demografske fleksibilnosti vrste;
- Analiza nivoa bioakumulacije teških metala i mikroelemenata u ispitivanoj populaciji i poređenje sa maksimalnim dozvoljenim koncentracijama propisanim zakonskim regulativama; i
- Određivanje organa koji predstavljaju centre bioakumulacije pojedinih teških metala.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Opis terenskog istraživanja

Celokupno terensko istraživanje u okviru ove disertacije bilo je sprovedeno na Savskom jezeru, u periodu od avgusta 2009. do decembra 2012. godine. Jedinke crnog američkog patuljastog soma uzorkovane su mesečno na istom lokalitetu (kod „Tornja”) (Slika 6), korišćenjem vrša valjkastog oblika sa dva konusna ulazna levka (dužina 82 cm, dijametar 50 cm i veličina okaca 8 mm) (Slika 7).

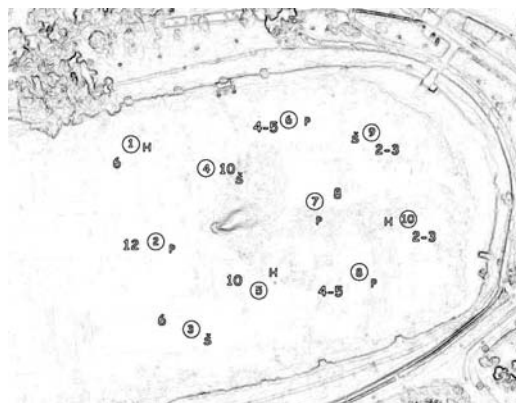


Slika 6. Satelitski snimak Savskog jezera. Lokalitet uzorkovanja označen je crvenim kvadratom.



Slika 7. Vrša korišćena tokom uzorkovanja (Foto: M. Jaćimović).

Ono što je prethodilo ovom četvorogodišnjem terenskom istraživanju jeste tzv. „probno uzorkovanje”, tokom maja i juna 2009. godine, koje je sprovedeno na delu jezera oko vodoskoka kako bi se utvrdio konačan položaj i broj vrša, kao i vrsta mamca. Tada je 10 vrša bilo raspoređeno po unapred utvrđenom planu (Slika 8), tako da su bila obuhvaćena sva staništa u jezeru, uz različite kombinacije mamaca: prazne vrše, hleb i sunder natopljen mirisom školjki (Slike 9-12).



Slika 8. Šema postavljanja „probnih“ vrša.



Slike 9-12. Ispitivanje različitih vrsta mamaca: sunder natopljen mirisom školjki (gore levo), sklopljene vrše i bove u čamcu (gore desno), hleb kao mamac u vrši (dole levo) i vrša koja tone na dno jezera (dole desno) (Foto: M. Jaćimović).

Da bi se dobila jasnija slika o staništima u jezeru i njihovim sezonskim promenama, primenjena je metoda ronilačkog transektu početkom avgusta i oktobra 2009. godine i juna 2010. godine (Slike 13 i 14). Tokom ovih zarona je, pored standardne (SCUBA) ronilačke opreme, korišćen i fotoaparat, ronilačka pločica i obeleženi kanap za transekt. Ukupno su obavljena tri zarona, a dužina transektu je bila svaki put ista i iznosila je 50 m.

Na osnovu preliminarnih podataka o dubini i nagibu jezerskog dna na lokaciji ronjenja, primenjivana je metoda polaganja transektu „sa obale“, odnosno početak transektu je bio na obali, a kanap transektu je svaki put bio postavljen upravno u odnosu na obalu. Ronilo se čitavom dužinom transektu i promene staništa beležene su na svakom metru.

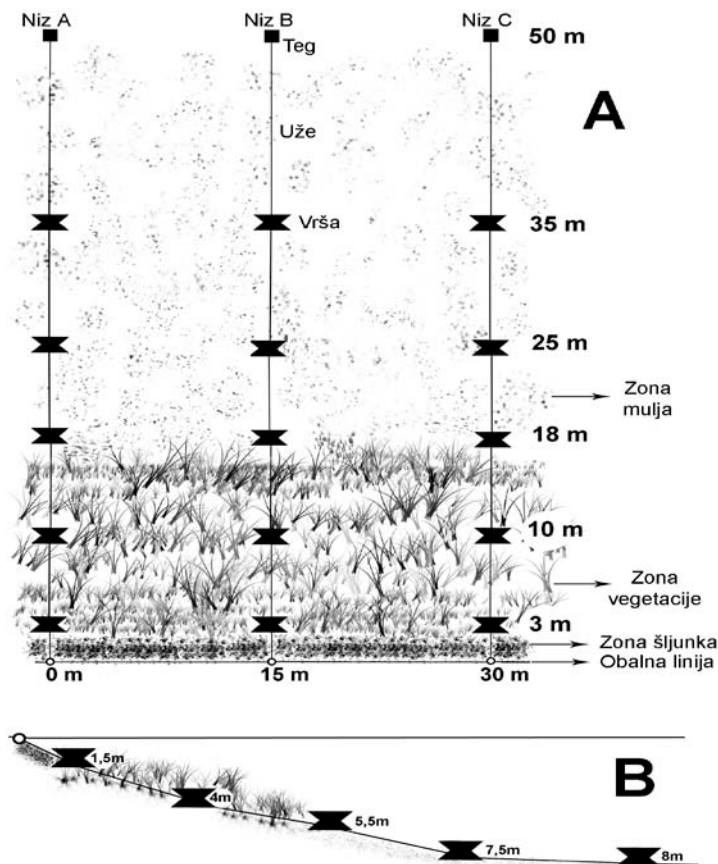
Cilj ovih zarona je bio da se zabeleže promene staništa duž pravca: obala-sredina jezera. Na osnovu zapažanja i zapisivanja promena na ronilačkoj pločici, nacrtani su transekti koji su jasno pokazali razlike u staništu, tipu dna, kao i na kom delu se nalazi zona vegetacije. Takođe, na ovaj način su se pratile i sezonske promene na samim staništima. Na osnovu podataka koji su dobijeni nakon prvog zarona određen je konačan položaj vrša kako bi bili obuhvaćeni svi tipovi staništa. Druga dva zarona su imala za cilj ispitivanje sezonskih promena na staništima. Prilikom zarona se i fotografisalo, tako da su pomenute promene zabeležene i na ovaj način.



Slike 13 i 14. Postavljanje transektu i podvodno beleženje promena staništa na ronilačkoj pločici (Foto: A. Hegediš i M. Jaćimović).

U cilju identifikovanja algi koje prekrivaju muljevito dno, bilo je potrebno izvršiti njihovo uzorkovanje i analizu u laboratoriji (Katedra za alge, gljive i lišajeve, Botanička bašta „Jevremovac“, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu). Kako bi se izvršilo uzorkovanje, bilo je neophodno autonomno ronjenje na istraženoj lokaciji. Pored standardne (SCUBA) ronilačke opreme, korišćen je fotoaparata i staklena tegla. Zaron je izveden krajem avgusta 2009. godine. Uzorak mulja je, odmah nakon zarona, odnesen u laboratoriju na analizu.

Nakon probnog terenskog istraživanja (maj i jun 2009. godine) i prvog zarona (početak avgusta 2009. godine), konačno je izabrana lokacija uzorkovanja, koja se nije menjala tokom čitavog istraživanja. Vrše su bile raspoređene u tri niza koji su bili upravna u odnosu na obalu. Svaki niz se sastojao iz 5 vrša koje su bile raspoređene na 3 m, 10 m, 18 m, 25 m i 35 m od obale (Slika 15A), na dubinama od 1,5 m, 4 m, 5,5 m, 7,5 m i 8 m (Slika 15B). Nizovi su međusobno bili udaljeni 15 m (Slika 15A). Obuhvaćena površina je iznosila 1050 m², odnosno 0,13% celokupne površine jezera.



Slika 15. Položaj vrša tokom terenskog istraživanja.

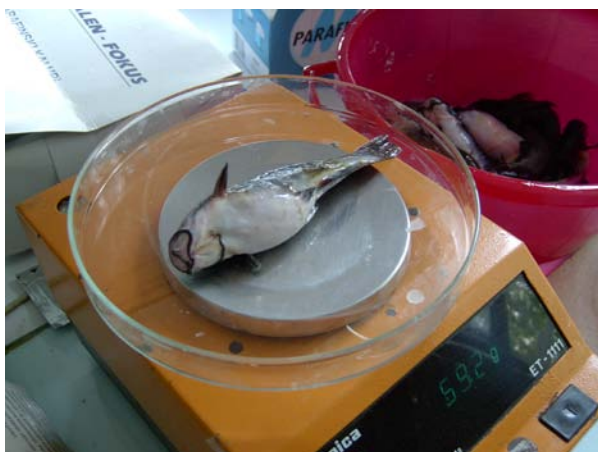
Dinamika uzorkovanja je bila takva da se u svakom terminu četiri dana za redom izlazilo na teren. Tokom prvog dana vrše su ubacivane u vodu. Naredna dva dana one su vađene, pražnjene i ponovo vraćane u vodu. Četvrtog, poslednjeg dana, vrše su vađene iz vode, pražnjene i konzervirane za sledeće korišćenje. Prilikom svakog vraćanja u vodu, u vrše je ubacivano po pola vekne hleba.

Sve jedinke su, nakon vađenja iz vode i omamljivanja, stavljane u posebno obeležene kese (Slika 16) i nošene u laboratoriju na dalje ispitivanje (Slike 17-18). Ostale vrste riba, koje su tokom istraživanja bile uhvaćene, vraćane su u vodu nepovređene i samo su beležene njihove brojnosti.

Tokom populacionog istraživanja dogodilo se masovno uginuće crnog američkog patuljastog soma. Od pojave uginuća u maju 2011. godine svakodnevno je beležen broj uginulih jedinki, kao i njihova ukupna težina od strane korisnika (JP „Ada Ciganlija“).



Slika 16. Jedinke nakon vađenja iz vode, pre transportovanja u laboratoriju (Foto: M. Jaćimović).



Slike 17 i 18. Merenje težine i dužine crnog američkog patuljastog soma u laboratoriji (Foto: M. Jaćimović).

3.2. Materijal korišćen u analizi

Sve jedinke sakupljene su na jednom istom lokalitetu, u blizini Tornja (Slika 6). Tokom terenskih istraživanja, ukupan broj sakupljenih jedinki dostigao je 13 059, uključujući i probna istraživanja tokom maja i juna 2009. godine. Precizni podaci o broju uhvaćenih i na različite načine analiziranih jedinki dati su u Tabeli 2. Na teren se nije izlazilo svakog meseca, osim tokom 2011. godine, jer je cilj bio da se obuhvate sve četiri sezone (proleće, leto, jesen i zima). Takođe, nisu sve uhvaćene jedinke merene pojedinačno, niti su sve disekovane. Kada je bilo potrebno analizirati njihovu abundancu i sezonsku distribuciju u odnosu na stanište, onda je merena samo njihova ukupna brojnost i ukupna težina, po vrši. Izmerene jedinke su korišćene za analizu dužinsko-težinskih odnosa, dužinskih klasa, starosti, rasta i odnosa juvenilnih i adultnih jedinki, dok su disekovane jedinke korišćene za podatke o ishrani, gonadosomatskom i hepatosomatskom indeksu, faktoru kondicije i zdravstvenom stanju populacije. Deset jedinki sakupljenih od marta do septembra 2010. godine iskorišćeno je za analizu teških metala i mikroelemenata u škragama, mišićima i jetri. Takođe, 29 jedinki iz aprila, maja i juna 2011. godine i 19 jedinki iz juna 2012. godine analizirano je kako bi se dobili podaci o veličini jedinki pri dostizanju polne zrelosti i fekunditetu, dok je 45 jedinki iz juna 2012. godine iskorišćeno za analizu starosti.

Tabela 2. Brojnosti jedinki crnog američkog patuljastog soma, po godinama uzorkovanja: N - uhvaćene jedinke, Nbtv - jedinke kod kojih su merene ukupne brojnosti i ukupne težine po vrši, Nm - izmerene jedinke, Nd - disekovane jedinke, SNbtv - suma jedinki kod kojih su merene ukupne brojnosti i ukupne težine po vrši, SNm - suma izmerenih jedinki, SNd - suma disekovanih jedinki.

Godina	Mesec	N	Nbtv	Nm	Nd	Nbtv	SNm	SNd	Ukupno
2009	maj	259	/	259	/	3919	2018	/	4472
	jun	280	/	280	/				
	avgust	1867	1867	557	/				
	septembar	752	752	398	/				
	oktobar	318	318	318	/				
	novembar	982	982	192	/				
	decembar	14	/	14	/				
2010	mart	27	27	27	/	3950	795	/	4728
	jun	375	375	375	/				
	jul	1115	337	/	/				
	septembar	1405	1405	/	/				
	oktobar	994	994	/	/				
	novembar	681	681	262	/				
	decembar	131	131	131	/				
2011	januar	33	33	33	/	833	855	707	855
	februar	10	10	10	/				
	mart	68	68	68	/				
	april	74	74	74	37				
	maj	33	11	33	33				
	jun	35	35	35	35				
	jul	65	65	65	65				
	avgust	154	154	154	154				
	septembar	125	125	125	125				
	oktobar	91	91	91	91				
	novembar	146	146	146	146				
	decembar	21	21	21	21				
2012	mart	18	18	18	18	3004	2365	1642	3003
	jun	99	99	99	99				
	avgust	1673	1673	1034	1034				
	oktobar	1093	1093	1093	374				
	decembar	117	117	117	117				
UKUPNO						11706	6033	2349	13059

3.3. Metode obrade materijala

Svim uzorkovanim jedinkama u laboratoriji merena je totalna dužina tela (TL), sa tačnošću od 0,5 cm, i ukupna težina tela (W), sa tačnošću od 1 g (Slike 16 i 17). Nakon merenja vršena je disekcija određenog broja jedinki (Tabela 2), posle koje je merena težina tela bez utrobe, sa tačnošću od 1 g, kao i težine jetre i gonada, sa tačnošću od 0,1 g.

3.3.1. Struktura populacije

Struktura populacije utvrđena je kombinovanjem dve metode – analizom starosti jedinki i analizom dužinskih frekvencija (*engl.* length-frequency analysis). Utvrđivanje starosti riba veoma je složen i težak zadatak, a korišćenje čvrstih struktura (otolita, krljušti, pršljenova, žbica) često je dugotrajan i skup proces. Kako bi se smanjili troškovi i utrošeno vreme za procenu starosne strukture populacije, frekvencija uzrasnih klasa se može proceniti pomoću dužinske frekvencije uzorkovanih jedinki (Ricker, 1958; Bartoo & Parker, 1983). Starost jedinki crnog američkog patuljastog soma u ovom radu je određena kombinovanjem dve metode – očitavanjem naraštajnih zona otolita i Batačarija metodom (Bhattacharya, 1967).

Otoliti su izvađeni kod 45 jedinki, tokom juna 2012. godine i služili su samo kao provera Batačarija metode. Otoliti su vađeni iz vestibularnog aparata, tako što se makazama pravio rez kroz usta riba do kraja lobanje sa ventralne strane. Na taj način se lobanja odvajala od kičmenog stuba. Nakon toga su locirane komore u kojima su se nalazile sagite, koje su pažljivo izvlačene pravljenjem preseka sa unutrašnje strane lobanje, u usnoj duplji. Izvađeni otoliti su ispirani, kako bi bili očišćeni od fibroznog tkiva, zatim sušeni i lepljeni na mikroskopsku pločicu. Da bi očitavanje bilo lakše i preciznije, otoliti su pažljivo šmirglani sa silikon-karbidnim šmirglama različite finoće teksture, uz neprekidno proveravanje naraštajnih zona gledanjem na mikroskopu. U ovoj analizi otoliti su očitavani pomoću Leica Letz DM RB (X25) mikroskopa. Dva istraživača sa velikim iskustvom u procenjivanju starosti američkog patuljastog soma, ali i drugih vrsta riba, vršila su očitavanje naraštajnih zona otolita.

Batačarija metoda razdvaja uzrasne klase korišćenjem dužinskih frekvencija svih uhvaćenih jedinki, a može da se iskoristi i za analizu sezonskih distribucija dužinskih frekvencija (*engl.* seasonal length-frequency distribution) (Erzini, 1990; Morales-Nin, 1989; Pauly & Morgan, 1987; Pedicillo *et al.*, 2008), uz pomoć FiSAT II softverskog paketa (Gayanilo *et al.*, 2006). Zbog toga je primenjena analiza modalne progresije (*engl.* modal class progression analysis) u kojoj je indeks separacije (*engl.* separation index) veći od 2 (S.I. >2) kako bi se dobila smisljena diferencijacija (Gayanilo *et al.*, 2006). Jedinkama je dodeljivana određena uzrasna klasa na osnovu broja zima koje su preživele pre nego što su bile uhvaćene (DeVries & Frie, 1996; Pedicillo *et al.*, 2008). Ukoliko je jedinka uhvaćena u kalendarskoj godini kada je rođena, dodeljen joj je uzrast 0+, ukoliko je uzorkovana u godini nakon rođenja smatralo se da je stara 1+ itd. (DeVries & Frie, 1996; He *et al.*, 2008). Opseg dužina jedinki kretao se od 5 do 25,5 cm, sa intervalom od 0,5 cm.

Dužinske frekvencije su dobijene korišćenjem Petersenove metode (Morales-Nin & Ralston, 1990; DeVries & Frie, 1996), kako ukupno, tako i po sezonama i godinama uzorkovanja, na osnovu izmerenih totalnih dužina tela kod 6033 jedinke. Kako je najmanja uzorkovana jedinka imala dužinu tela 5 cm, a najveća 25,5 cm, određene su dužinske klase na svakih 0,5 cm, odnosno ukupno njih 42. Na osnovu broja jedinki koje pripadaju određenoj dužinskoj klasi, urađena je analiza dužinskih frekvencija. Distribucija dužinskih klasa predstavljena je grafički, tako da se na x-osi nalaze dužinske klase, dok se na y-osi nalazi broj jedinki koje pripadaju određenoj dužinskoj klasi, predstavljeno kao relativna abundanca i izraženo u procentima (%). Proleće je obuhvatilo maj i jun 2009. godine, mart 2010. godine, mart, april i maj 2011. godine i mart 2012. godine. Leto je obuhvatilo jun i avgust 2009. godine, jun i jul 2010. godine, jun, jul i avgust 2011. godine i avgust 2012. godine. Jesenja sezona je obuhvatila septembar, oktobar i novembar 2009, 2010 i 2011. godine i oktobar 2012. godine, dok su zimu činili meseci decembar 2009 i 2010. godine, januar, februar i decembar 2011. godine i decembar 2012. godine.

Na osnovu merenja totalnih dužina i težina tela jedinki izračunate su prosečne vrednosti, kako za ceo poduzorak od 6033 jedinke, tako i za različite godine i sezone uzorkovanja.

Batačarija metoda je, takođe, iskorišćena za određivanje kohorti, na poduzorku od 5800 jedinki. Kako je terensko istraživanje trajalo 4 godine, kohorte su određivane prema godini mrešćenja individualnih jedinki, za svaku godinu uzorkovanja pojedinačno. Takođe, brojnost kohorti upoređivana je sa relativnom težinom uzorkovanih jedinki, koja predstavlja njihov nutritivni status. Indeks relativne težine (W_r) izračunat je prema sledećoj formuli (Murphy *et al.*, 1991, prema Pedicillo *et al.*, 2008):

$$W_r = W/W_s \cdot 100$$

gde je W stvarna težina jedinki, a W_s standardna težina jedinki. Da bi se izračunala standardna težina upotrebljena je sledeća formula (Bister *et al.*, 2000 prema Pedicillo *et al.*, 2008):

$$\log W_s = - 4,974 + 3,085 \log TL.$$

3.3.2. Dužinsko-težinski odnosi

Analiza dužinsko-težinskih odnosa izvršena je na osnovu izmerenih totalnih dužina tela (TL) i težina tela (W) kod 6033 jedinke. Takođe, grafički su prikazane i prosečne vrednosti totalnih dužina i težina tela, po godinama i sezonama uzorkovanja. Alometrijski odnos totalne dužine i težine tela određen je za ceo uzorak, ali i za različite godine uzorkovanja, bez razlike između polova, prema eksponencijalnoj funkciji:

$$W = aL^b$$

koja u logaritamskoj formi ima oblik:

$$\log W = \log a + b \log L$$

gde W predstavlja težinu tela, L dužinu tela, a konstantu (odsečak na y -osi) i b faktor alometrije (Ricker, 1975; Bagenal, 1978; Safran, 1992). Dužinsko-težinski odnosi su predstavljeni i grafički.

Za testiranje koeficijenta regresije b za sve godine uzorkovanja i sezone korišćene su analize standardizovane glavne ose (*engl.* standardized major axis (SMA) analysis) pomoću SMATR softverskog paketa, verzija 2.0 (Falster *et al.*, 2006) i Chow test (SPSS).

Dužinsko-težinski odnos je iskorišćen kako bi se testirale potencijalne tačke infleksije, korišćenjem metode koja je opisana od strane Regner & Dulčić (1994). Polinomi višeg stepena fitovani su za celokupan uzorak, korišćenjem Type I SS metode (Sokal & Rohlf, 1981), kako bi se testiralo fitovanje. Vrednosti totalne dužine i težine tela predstavljene su logaritamski, kako bi se dobila linearna funkcija. Rezultat je, takođe, predstavljen i grafički.

3.3.3. Distribucija jedinki i relativna gustina populacije

Ulov po jedinici ribolovnog napora, odnosno CPUE (catch-per-unit-effort), korišćen je za analizu sezonske distribucije i relativne gustine jedinki (Ricker, 1975; Pedicillo *et al.*, 2008). CPUE je izračunat kao prosečan broj jedinki uhvaćenih u jednoj vrši u toku tri dana, kako bi se dobile razlike u odnosu na stanište. Za izračunavanje sezonske distribucije korišćen je prosečan broj jedinki uhvaćenih u 15 vrša u toku jednog meseca. Vrednosti CPUE su izražene kroz broj jedinki po vrši po danu i one su predstavljene grafički. Ukupan broj jedinki korišćenih u ovoj analizi je 11 706.

3.3.4. Rast jedinki

Teoretski dužinski rast procenjen je korišćenjem fon Bertalanfijevog modela rasta (Von Bertalanffy, 1983). Na osnovu maksimalnih dužina tela uhvaćenih i izmerenih jedinki, primenjena je standardna fon Bertalanfijeva funkcija rasta, kako bi se utvrdila dužina pri određenoj starosti (*engl.* length-at-age relationship):

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

gde je L_t dužina tela pri uzrastu t , L_∞ asimptotska dužina tela (dužina pri kojoj stopa rasta iznosi nula), k je Brodijev koeficijent rasta i t_0 teoretska starost pri nultoj dužini (Ricker, 1975). Prema Froese & Binohlan (2000), vrednost L_∞ je izračunata na osnovu najveće jedinke koja je uzorkovana na lokalitetu (L_{\max}), procenjene dužine tela pri kojoj se dostiže polna zrelost (L_m), dužine života (t_{\max}), dobijene na osnovu starosti kada se dostiže polna zrelost (t_m), i Brodijevog koeficijenta rasta (k), koji se izračunava preko t_{\max} . Vrednost za t_0 izračunata je pomoću sledeće formule (Froese & Binohlan 2000, 2003):

$$k = -\ln(1 - L_m / L_\infty) / (t_m - t_0)$$

Da bi se testirale sveukupne performanse rasta i da bi se prevazišao problem korelacije između parametara rasta k i L_∞ , izračunat je indeks ϕ' prema sledećoj formuli (Munro & Pauly, 1983; Pauly & Munro, 1984):

$$\phi' = \log_{10} k + 2\log_{10} L_\infty$$

gde je k Brodijev koeficijent rasta, a L_∞ asimptotska dužina tela.

Individualni rast je predstavljen grafički, fon Bertalanfijevom krivom rasta.

3.3.5. Ishrana

Od ukupnog broja izlovljenih jedinki, kod 2349 je analiziran želudačno-crevni sadržaj. Analiza je urađena makroskopski, tamo gde je to bilo moguće, ili pod binokularnom lupom. Kategorije plena identifikovane su do najnižeg mogućeg taksonomskog nivoa. Osim kategorije plena, beležen je i broj pojedjenih primeraka, a kod pojedinih jedinki u uzorcima i dužina plena u mm, sa tačnošću od 1 mm, kao i težina u gramima, sa tačnošću od 0,1 g. Podaci o ishrani dati su po mesecima za period od marta do decembra 2011. godine i za mart, jun, avgust, oktobar i decembar 2012. godine. U ovoj analizi korišćeni su sledeći indeksi:

- 1) indeks vakuiteta (Iv) (*engl.* *vacuity index*) – predstavlja količnik broja praznih stomaka i ukupnog broja pregledanih stomaka, pomnožen sa 100;
- 2) procentualna učestalost ili frekvencija pojavljivanja (F) (*engl.* *frequency of occurrence*) – predstavlja količnik broja stomaka sa i -tom kategorijom plena i ukupnog broja punih stomaka, pomnožen sa 100;
- 3) procentualni udeo (Cn) ili numerička abundanca (*engl.* *numerical abundance*) – predstavlja količnik brojnosti i -te kategorije plena u svim stomacima u uzorku i ukupne brojnosti svih kategorija plena u svim stomacima u uzorku, pomnožen sa 100.

Ni jedan od gorepomenutih indeksa nije sam po sebi idealan (Labropoulou & Eleftheriou, 1997; Cortés, 1998) i u cilju izbegavanja nedostataka pojedinačnih indeksa, koriste se složeni indeksi koji opisuju relativan značaj različitih kategorija stomačnog sadržaja (Cortés, 1998, prema Krpo-Ćetković, 2004). Najznačajnije kategorije plena u ovom radu određene su korišćenjem indeksa značajnosti (PV) (*engl.* *prominence value*) (Hickley *et al.*, 1994; Lorenzoni *et al.*, 2002) koji je izračunat prema sledećoj formuli:

$$PV = Cn\sqrt{F}$$

Indeks značajnosti izražen je kao:

$$\%PV = (PV / \sum PV) \cdot 100$$

Širina niše za korišćenje resursa hrane izračunata je prema Šenonovom indeksu diverziteta (Krebs, 2001):

$$H = -\sum_{i=1}^n (p_i)(\ln p_i)$$

gde p_i predstavlja relativnu zastupljenost i -te kategorije plena od ukupno n prisutnih kategorija plena. Trofički diverzitet H izračunat je korišćenjem PV vrednosti. Indeks je izračunat za svaki mesec pojedinačno.

3.3.6. Gonadosomatski indeks, hepatosomatski indeks i faktor kondicije

Gonadosomatski (GSI) indeks izračunat je kod 365 jedinki, jer su one imale gonade. Hepatosomatski (HSI) indeks izračunat je na poduzorku od 2352 jedinke koje su uzorkovane i disekovane u periodu od marta 2011. godine do decembra 2012. godine. Fultonov faktor kondicije (K) izračunat je na poduzorku od 6033 jedinke, koje su uzorkovane od maja 2009 do decembra 2012. godine. Težina jetri i gonada merena je sa tačnošću od 0,1 g i 0,01 g, dok je težina tela bez utrobe merena sa tačnošću od 1 g. Koristeći ove podatke izračunati su GSI, HSI i K, prema sledećim formulama:

$$\text{GSI} = (\text{težina gonade} / \text{težina tela}) \cdot 100\%$$

$$\text{HSI} = (\text{težina jetre} / \text{težina tela}) \cdot 100\%$$

$$K = W / L^3 \cdot 100$$

gde K predstavlja parametar a iz funkcije $W = aL^b$ kada je $b = 3$ (Ricker, 1975).

GSI govori o opštoj reproduktivnoj sposobnosti jedinke i pomoću njega se izračunava polna zrelost koja je u korelaciji sa razvojem gonada (Johns & Miranda, 1997). HSI predstavlja opšte stanje energetskih rezervi kod riba, kao i njihovu metaboličku aktivnost (Jangaard *et al.*, 1967; Pyle *et al.*, 2005; Lenhardt *et al.*, 2009). Fultonov faktor kondicije (dužinsko-težinski faktor ili koeficijent kondicije) predstavlja relativnu robusnost tela ili tzv. stepen blagostanja kod riba (Višnjić-Jeftić, 2012).

3.3.7. Osobine životne istorije: veličina jedinki pri dostizanju polne zrelosti i fekunditet

Osobine životne istorije (*engl.* life-history traits) predstavljaju jedan od ključnih faktora kojima se objašnjava invazivni potencijal neke vrste (Ribeiro *et al.*, 2008; Novomeská & Kováč, 2009) i stoga su veoma važne za izračunavanje. Jedna od

najznačajnijih osobina životne istorije jeste veličina jedinki pri dostizanju polne zrelosti (*engl.* size at first maturity) i za dobijanje ovog rezultata iskorišćene su 2352 jedinke, koje su uzorkovane od marta 2011. godine do decembra 2012. godine. Srednja vrednost veličine jedinki pri dostizanju polne zrelosti izračunata je pomoću procentualnog udela polno zrelih jedinki u svakoj uzrasnoj klasi (interval od 1 cm TL), prema formuli (DeMaster, 1978), koja je modifikovana od strane Fox (1994):

$$\alpha = \sum_{x=0}^w x \cdot [f(x) - f(x-1)]$$

gde je α srednja veličina jedinki pri dostizanju polne zrelosti, x veličina jedinki u cm, $f(x)$ je procentualni udeo polno zrelih jedinki pri veličini x i w je maksimalna veličina jedinki u uzorku (Novomeská & Kováč, 2009).

Za dobijanje rezultata o fekunditetu žrtvovano je 29 jedinki iz aprila, maja i juna 2011. godine i 19 jedinki iz juna 2012. godine. Nakon merenja jedinki (dužina i težina), vađene su i merene cele gonade, sa tačnošću od 0,1 g. Nakon toga uzimano je 3 poduzorka gonada, kojima su merene težine i broj jaja. Svaki poduzorak stavljan je na Petri-šolju, a voda je dodavana kako bi se jaja lakše razdvajala (Slika 19). Zatim je vršeno skeniranje (HP Color Laser Jet 3500) svake šolje i prebrojavanje jaja pomoću programa ImageTool. Vrednosti apsolutnog fekunditeta predstavljaju količnik ukupnog broja jaja iz svakog poduzorka i ukupne mase svakog poduzorka, pomnožen sa masom gonade. Relativni fekunditet po gramu telesne mase jeste količnik apsolutnog fekunditeta i mase jedinke, dok je relativni fekunditet po gramu mase gonade količnik ukupnog broja jaja iz svakog poduzorka i ukupne mase svakog poduzorka.



Slika 19. Poduzorak gonade crnog američkog patuljastog soma (TL = 18 cm, W = 95 g, uzrast 3+) iz juna 2011. godine u Petri-šolji.

3.3.8. Masovni pomor i obnova populacije

Masovni pomor crnog američkog patuljastog soma dogodio se u maju 2011. godine. Uginule jedinke su sakupljane sa površine jezera i njihov broj i ukupna težina beleženi su od strane upravljača jezerom (JP „Ada Ciganlija“). Istovremeno je praćeno prisustvo i drugih vrsta riba u uzorku koje su činile uginule jedinke. Treba napomenuti da nisu sve uginule jedinke i sakupljene. Jedan broj su pojele ptice (kormorani, čaplje, galebovi), a zatim i druge grabljive vrste riba u jezeru. Takođe, znaćajan deo uginulih jedinki potonuo je na dno jezera. Zbog toga se rezultati o broju i težini uginulih jedinki crnog američkog patuljastog soma moraju uzeti sa odrećenom rezervom i napomenom da nisu kompletni. Jedan deo uginulih jedinki odnet je u laboratoriju, kako bi se utvrdilo da li postoje morfo-fiziološke promene koje bi odgovarale kliniĀkoj slici virusnog oboljenja, karakteristiĀnog za ovu vrstu. Populaciono istraŹivanje je nastavljeno i tokom perioda masovnog pomora.

U 2012. godini naročito je bilo značajno posmatrati da li je i u kolikoj meri došlo do obnove populacije. Kao dobar pokazatelj regrutacije (*engl.* recruitment), obnove i oporavka populacije služi odnos juvenilnih (*engl.* young-of-the-year, YOY) i adultnih jedinki (*engl.* YOY/adult ratio) (Cucherousset *et al.*, 2006b; Finley, 2008), koji je izračunat na osnovu brojnosti jedinki. Da bi se dobila potpuna slika obnove populacije, analiza odnosa juvenilnih i adultnih jedinki obuhvatila je sve sezone i sve godine uzorkovanja, odnosno poduzorak od 6033 jedinke.

3.3.9. Zdravstveno stanje populacije

Zdravstveno stanje procenjeno je na osnovu analize ekstenziteta i intenziteta parazitiranosti jedinki u analiziranim uzorcima. Ekstenzitet parazitiranosti je predstavljen kao broj zaraženih jedinki, tj. procentualni udeo zaraženih jedinki tokom 2011. i 2012. godine. Intenzitet parazitiranosti je izračunat na osnovu broja parazita u samim jedinkama, takođe, tokom 2011. i 2012. godine. Zdravstveno stanje je procenjeno na poduzorku od 2349 jedinki.

3.3.10. Selektivnost ribolovnog alata

S obzirom na to da je jedan od ciljeva ove disertacije davanje konkretnih preporuka na koji način se mogu smanjiti, a zatim i kontrolisati brojnosti populacija crnog američkog patuljastog soma (pre svega u stajaćim vodama), bilo je važno ispitati i selektivnost ribolovnog alata. Kao što je već opisano u Poglavlju 3.1., u ovom istraživanju korišćene su samo vrše (Slike 20 i 21).



Slike 20 i 21. Vrše korišćene tokom terenskog istraživanja (Foto: M. Jaćimović).

Selektivnost vrša se procenjivala na osnovu odnosa uhvaćenih jedinki crnog američkog patuljastog soma i drugih vrsta riba, za svaki mesec pojedinačno (Slike 22-24).



Slike 22-24. Ulovi drugih vrsta riba (šaran, štuka, grgeč) (Foto: M. Jaćimović)

3.3.11. Multivarijaciona analiza ulova (dužina i težina) u odnosu na stanište, položaj ribolovnog alata i sezonu ulova

Posle eksplorativne i deskriptivne analize urađena je i trofaktorska MANOVA (mulivarijaciona analiza varijanse), za analizu dužine i težine jedinki. Prvi faktor predstavlja sezona i ima četiri nivoa: proleće, leto, jesen i zima. Drugi faktor predstavlja niz u kome se nalaze merna mesta. Ovaj faktor ima tri nivoa koja su označena sa A, B i C. Treći faktor predstavlja dubina na kojoj su postavljene vrše, sa pet nivoa: 1,5 m, 4 m, 5,5 m, 7,5 m i 8 m. Zavisno promenljive predstavljaju dužina i težina jedinki. Nakon

ove analize korišćen je Dankanov (Duncan) test za poređenje grupa unutar svakog faktora. Za ovu analizu iskorišćene su 6033 jedinke.

Za testiranje hipoteze o distribuciji broja jedinki po nizovima, sezonama i dubinama, korišćeni su neparametarski testovi, Kruskal-Valis (Kruskal-Wallis) za k nezavisnih uzoraka i post-hok Man-Vitni (Mann-Whitney) test za 2 nezavisna uzorka. Za ovu analizu je upotrebljeno 11706 jedinki.

3.3.12. Demografska fleksibilnost vrste

Analiza demografske fleksibilnosti deo je jedne šire studije koja je obuhvatila sve alohtone vrste riba u Dunavu. Osnovni cilj studije bilo je testiranje hipoteze da demografska fleksibilnost u značajnoj meri doprinosi invazivnom uspehu egzotičnih vrsta i da se obrasci demografske fleksibilnosti razlikuju među alohtonim vrstama koje su uspešni kolonizatori, u odnosu na one koje to nisu. Pod demografskom fleksibilnošću podrazumeva se opseg odgovora populacije (kroz promene stope rasta), a koje predstavljaju rezultat promene parametara životne istorije. Hipoteza je testirana upotrebom analize elastičnosti (*engl.* elasticity analysis) koja je primenjena na jednostavne, uzrasno strukturirane populacione modele (*engl.* simple age-structured population models) invazivnih vrsta riba u Dunavu, kao i na one alohtone vrste koje nisu uspele da uspostave vijabilne populacije i postanu invazivne (Jarić *et al.*, 2014). Podaci o parametrima životne istorije crnog američkog patuljastog soma, ali i drugih alohtonih invazivnih vrsta u Dunavu, dobijeni su iz literaturnih izvora.

Jednostavni deterministički uzrasno strukturirani matriks modeli (*engl.* simple deterministic age-structured matrix models) razvijeni su u R programskom jeziku (R v.2.12.1) za svaku vrstu. Modeli su primenjivani samo na ženke, uz pretpostavku da je broj mužjaka i ženki u populaciji isti i da postoji dovoljan broj mužjaka koji oplode jaja (Jarić & Gessner, 2013). Ulazni podaci su bili: maksimalna starost, uzrast pri polnom sazrevanju, prirodni mortalitet, preživljavanje juvenilnih jedinki (od jaja do 1+ starosti), fekunditet i učestalost mrešćenja. Kod procena starosti pri dostizanju polne zrelosti i apsolutnog fekunditeta uzimane su srednje vrednosti, dok su maksimalne vrednosti korišćene kod dugovečnosti (Jarić & Gačić, 2012). Stope preživljavanja adultnih jedinki određene su na osnovu prirodnog mortaliteta koji je izračunat pomoću jednačina koje

koriste uzrast pri polnom sazrevanju i maksimalnu starost (Rikhter & Efanov, 1976; Hoenig, 1983; Jarić & Gačić, 2012). Zbog nedostatka podataka o preživljavanju juvenilnih jedinki, primenjene su stope preživljavanja koje ne dovode do rasta populacije ($\lambda = 1$), što odgovara stanju ravnoteže unutar populacije. Ovo predstavlja standardni pristup za parametrizaciju analize elastičnosti (*engl.* elasticity analysis parameterization) (Gross *et al.*, 2002; Vélez-Espino *et al.*, 2006; Doukakis *et al.*, 2010) i omogućava da se izbegne procena prirodne stope rasta populacije (*engl.* intrinsic population rate of increase), parametra koji je izuzetno teško pouzdano izračunati (Jennings *et al.*, 1998; Cheung *et al.*, 2005). Takođe, ovakav pristup omogućava standardizovanije poređenje među vrstama.

Analiza elastičnosti je primenjena korišćenjem standardnog pristupa (de Kroon *et al.*, 1986; Morris & Doak 2002). Elastičnost stope rasta λ na promene stope vitalnosti r_i , E_{r_i} , može se izračunati pomoću formule:

$$E_{r_i} = \frac{r_i}{\lambda} \frac{\partial \lambda}{\partial r_i} = \frac{r_i}{\lambda} S_{r_i}$$

gde S_{r_i} predstavlja osetljivost λ na promene r_i .

3.3.13. Određivanje koncentracije teških metala i mikroelemenata u tkivima metodom induktivno spregnute plazme (ICP-OES)

Ukupan uzorak za analizu teških metala i mikroelemenata iznosio je 10 jedinki crnog američkog patuljastog soma i 9 jedinki grgeča. Postoji više razloga zbog čega su, pored jedinki crnog američkog patuljastog soma, uzorkovane i analizirane i jedinke grgeča. Cilj je bio da se utvrdi da li postoji pravilnost u bioakumulaciji teških metala u zavisnosti od ishrane i trofičkog nivoa vrste, kao i da se utvrdi da li postoje razlike u koncentracijama teških metala kod jedne autohtone i jedne alohtone vrste.

Jedinkama je izmerena totalna dužina tela (TL) i masa (W), sa tačnošću od 0,1 cm i 0,1 g. Pre disekcije koja je izvršena standardnim laboratorijskim setom, sve jedinke

su anestezirane uljem karanfilića. Uzorci škrge, mišića i jetre uzeti su brzo, nakon čega su isprani destilovanom vodom i čuvani na temperaturi od -18°C , do početka analize.

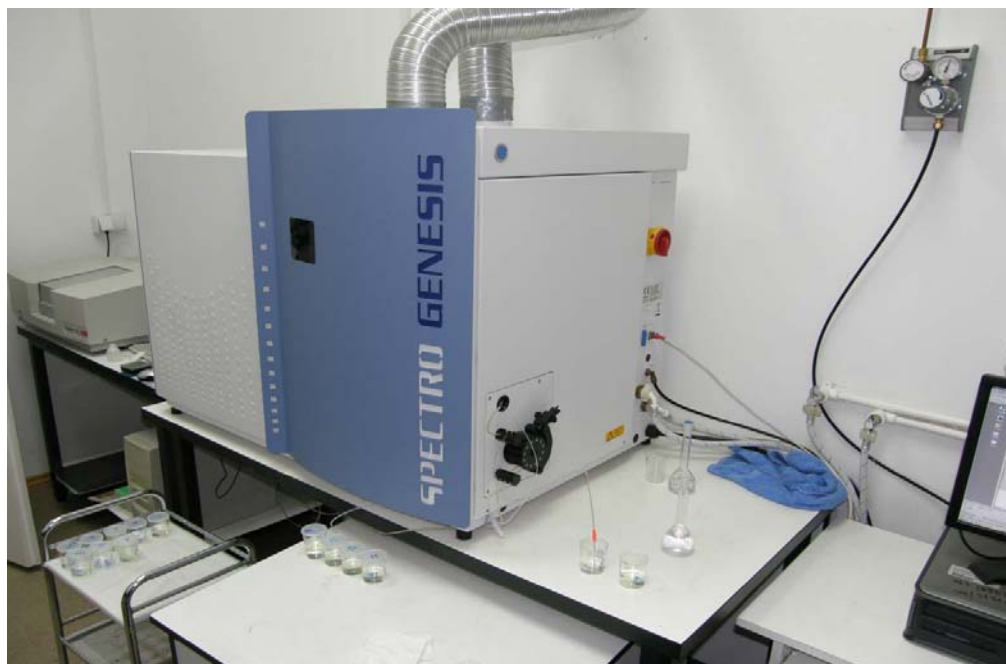
Uzorci su podvrgnuti procesu liofilizacije (Freeze Dryers Rotational-Vacuum-Concentrator, GAMMA 1-16 LSC, Germany) (Slika 25). Nakon završene liofilizacije, težina uzoraka tkiva uzetih za analizu varirala je od 0,2 do 0,5 g suve mase. Uzorci su zatim procesuirani u mikrotalasnoj peći (speedwaveTM MWS-3⁺; Berghof Products + Instruments GmbH, Eningem, Germany) (Slika 26). Smeša od 6 ml 65% HNO_3 (Merck suprapure) i 4 ml 30% H_2O_2 (Merck suprapure) je korišćena tokom procesa digestije, na temperaturi koja je varirala od 100 do 170°C (program za razlaganje uzoraka hrane). Nakon hlađenja do sobne temperature, digestovani uzorci su razređeni destilovanom vodom do ukupne zapremine od 25 ml. Detekcija teških metala i mikroelemenata vršena je uz pomoć indukovano spregnute plazme – optičko emisione spektrometrije (ICP-OES; Spectro Genesis EOP II, Spectro Analytical Instruments GmbH, Kleve, Germany) (Slika 27) i obuhvatila je analizu koncentracija 17 teških metala, koje su izražene u $\mu\text{g g}^{-1}$ suve težine. Ispitivani hemijski elementi detektovani su na sledećim talasnim dužinama instrumenta: aluminijum (Al) 394,401 nm, arsen (As) 189,042 nm, bor (B) 249,773 nm, barijum (Ba) 233,527 nm, kadmijum (Cd) 228,802 nm, kobalt (Co) 228,616 nm, hrom (Cr) 205,552 nm, bakar (Cu) 324,754 nm, gvožđe (Fe) 259,941 nm, litijum (Li) 460,289 nm, mangan (Mn) 259,373 nm, molibden (Mo) 202,095 nm, nikel (Ni) 231,604 nm, olovo (Pb) 220,353 nm, selen (Se) 196,090 nm, stroncijum (Sr) 460,733 nm i cink (Zn) 206,191 nm. Kvalitet analitičkog procesa je kontrolisan analizom referentnog materijala goveđe jetre (BCR-185R) i tkiva lišaja (IAEA-336 lichen). Pronađene koncentracije su bile unutar 90-115% sertifikovanih vrednosti za sve merene elemente (Višnjić-Jeftić, 2012).



Slika 25. Liofilizator (Freeze Dryers Rotational-Vacuum-Concentrator, GAMMA 1-16 LSC, Germany) (Foto: Ž. Višnjic-Jeftić).



Slika 26. Mikrotalasna peč (speedwave™ MWS-3+, Berghof Products + Instruments GmbH, Eningem, Germany) (Foto: Ž. Višnjic-Jeftić).



Slika 27. Instrument sa induktivno spregnutom plazmom – optičko emisionom spektrometrijom (ICP-OES, Spectro Genesis EOP II, Spectro Analytical Instruments GmbH, Kleve, Germany) (Foto: Ž. Višnjić-Jeftić).

Kako bi se uporedila distribucija i koncentracija teških metala i mikroelemenata kod jedinki crnog američkog patuljastog soma i grgeča, kao i između različitih tkiva ove dve vrste, primenjena je analiza glavnih komponenti (*engl.* principal component analysis, PCA), dok je Man-Vitni U test korišćen za poređenje pojedinačnih parova.

Za poređenje koncentracija teških metala i mikroelemenata u analiziranim jedinkama sa maksimalno dozvoljenim koncentracijama (MDK) u ribljem mesu koje se koristi u ljudskoj ishrani, propisanim nacionalnom legislativom (Baltić & Teodorović, 1997), koncentracije su preračunate i izražene u $\mu\text{g/g}$ vlažne mase.

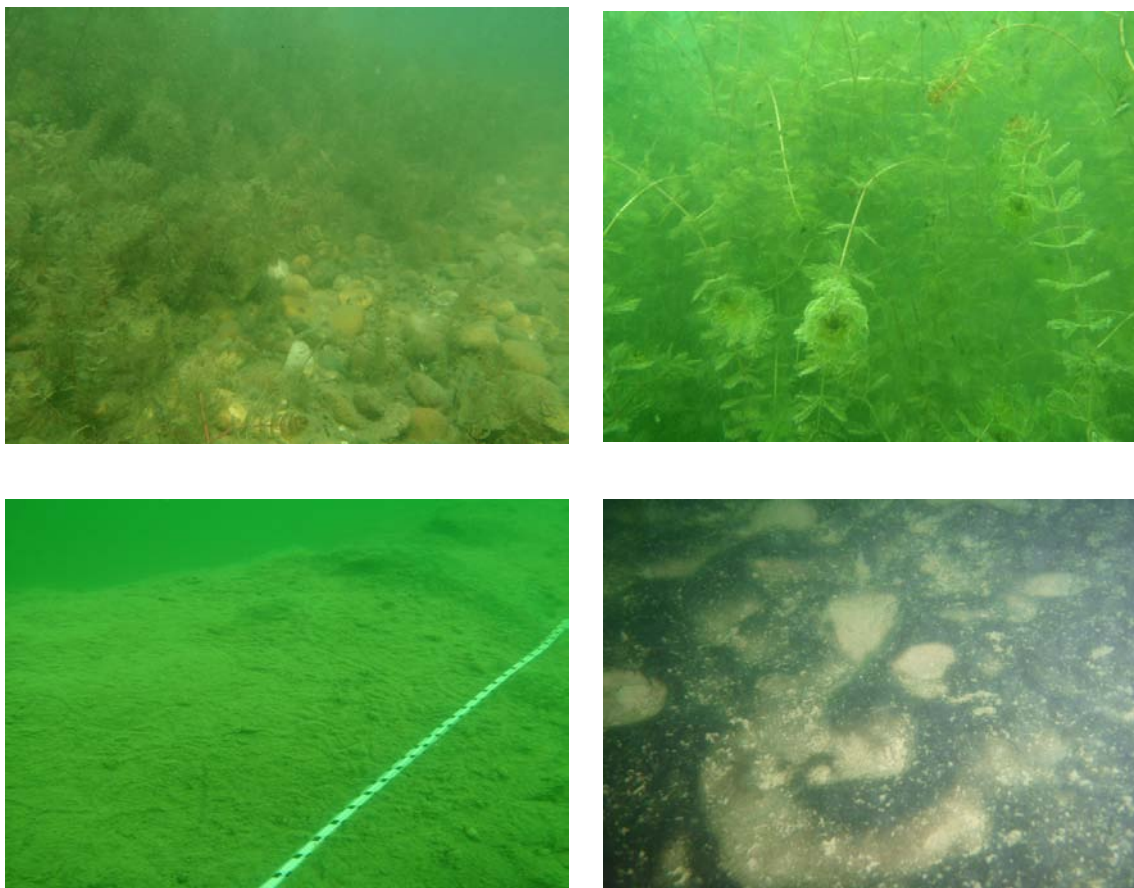
4. REZULTATI

4.1. Opis staništa na lokalitetu uzorkovanja

Metoda transekta primenjena u avgustu i oktobru 2009. godine i junu 2010. godine dala je jasnu sliku o smenama staništa duž pravca obala – sredina jezera, kao i njihovim sezonskim promenama (Slike 28-31). Primećeno je, takođe, da pored sezone, veliki uticaj na promenu staništa ima i antropogeni faktor. Naime, tokom letnje sezone (od juna do septembra) dnevno se u Savskom jezeru kupa ili na drugi način rekreira i do 150.000 posetilaca (www.adaciganlija.rs).

Prvi zaron je pokazao da se od obale do 2 m transekta (dubina od 1 m do 2,5 m) nalazi kamenito, šljunkovito i peskovito dno, bez vegetacije. Od 2 m do 16 m transekta (dubina od 2,5 m do 4,5 m) je vegetacijska zona koju čini makrofita *Myriophyllum spicatum*. Od 16 m do 50 m (dubina od 4,5 m do 8 m) je zona mulja. Zaroni u oktobru 2009. godine i junu 2010. godine potvrdili su ovakvu zonaciju, a razlika se javljala samo u zoni vegetacije. Naime, tokom letnjih meseci ona je gusta i neprohodna, dok je tokom jeseni i ranog leta znatno razređenija. *M. spicatum* tokom jeseni samo na uskom delu (između 10 m i 16 m transekta) gradi nešto gušći pojas.

Kada je reč o zoni mulja, laboratorijska analiza uzorka mulja prikupljenog tokom avgusta 2009. godine pokazala je da 90% uzorka čini alga *Oscillatoria tenuis*, a ostalih 10% sledeće vrste: rod *Phormidium* (dve vrste), planktonske alge (rodovi *Pediastrum* i *Scenedesmus*), pljosnati crvi iz roda *Planaria* i vrste iz filuma Nematoda. Pomenute vrste su indikatori velikog organskog zagađenja, dok veliki udeo vrste *O. tenuis* može da predstavlja problem u ekosistemu. Mogući razlozi za pojavljivanje ove alge jesu višak organske materije i/ili povećana koncentracija fosfata i nitrata u vodi. Tokom zarona u oktobru 2009. godine primećeno je da vrsta *O. tenuis* ne zahvata tako velike površine, kao što je to bio slučaj u letnjem periodu. Ovakva promena je mogla da se očekuje, s obzirom na to da je kupališna sezona završena i da je koncentracija nitrata, fosfata i organskog zagađenja u vodi smanjena. Tokom zarona u junu 2010. godine vrsta *O. tenuis* nije uočena.



Slike 28-31. Pojas šljunkovitog priobalja na dubini od 1,5 m (gore levo); pojas sa vegetacijom *M. spicatum* na dubini od 4 m (gore desno); pojas mulja na dubini od 8 m, od jeseni do proleća (dole levo) i pojas mulja na dubini od 8 m prekriven različitim vrstama algi, prevashodno *O. tenuis*, tokom kupališne sezone (dole desno) (Foto: M. Jaćimović).

4.2. Struktura populacije

Da bi se dobila uzrasna struktura populacije crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru neophodno je bilo utvrditi starost jedinki, koja je određena kombinovanjem dve metode – očitavanjem naraštajnih zona otolita i Batačarija metodom (Tabela 3). Kao što je već napomenuto, tokom juna 2012. godine kod 45 jedinki izvađeni su otoliti koji su poslužili samo kao provera Batačarija metode, koja je pak primenjena na sve godine uzorkovanja, na poduzorku od ukupno 5800 jedinki.

Tabela 3. Rezultati procenjene starosti jedinki crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru, ulovljenih tokom juna 2012. godine, dobijeni kombinovanjem dve metode – očitavanjem naraštajnih zona otolita i Batačarija metodom.

Težina jedinke (g)	TL (cm)	Batačarija metoda	Procenjena starost od strane interpretatora S1	Procenjena starost od strane interpretatora S2
49	15	2+	2+	3+
114	20	3+	3+	3+
24	12	1+	1+	1+
39	14,5	1+	1+	0+
58	16	2+	1+	0+
28	14	1+	1+	1+
14	10,5	1+	1+	0+
89	17	3+	3+	2+
43	14	1+	2+	2+
78	17,5	3+	3+	3+
63	16	2+	2+	2+
67	17	3+	1+	2+
33	14	1+	2+	2+
29	12,5	1+	1+	1+
15	10,5	1+	1+	0+
53	16	2+	2+	2+
130	20,5	3+	3+	2+
65	17	3+	3+	2+
34	13,5	1+	1+	3+
37	13,5	1+	1+	2+
15	10	1+	2+	2+
8	8,5	0+	1+	1+
9	8	0+	2+	1+
15	9,5	1+	1+	1+
8	8	0+	1+	0+
9	9,5	1+	0+	1+
40	13,5	1+	1+	1+
45	14,5	1+	1+	1+
105	18,5	3+	1+	0+
54	15	2+	2+	2+
46	14,5	1+	2+	2+
30	13,5	1+	1+	2+
40	13	1+	1+	2+
60	13	1+	2+	3+
69	17	3+	3+	3+
70	15,5	2+	2+	3+
39	14	1+	3+	3+
34	14	1+	3+	3+
18	10,5	1+	1+	2+
19	11	1+	2+	2+
8	8	0+	1+	2+
90	19	3+	3+	3+
8	8,5	0+	1+	0+
13	9,5	1+	2+	2+
28	12,5	1+	1+	3+

Od ukupnog broja otolita, 30 je očitano sa 100% i 50% tačnosti (66,7%). To znači da su oba ili jedan od interpretatora očitali otolite tako da se njihovi rezultati poklapaju sa Batačarija metodom. Potpunih nepoklapanja ima 14 odnosno 31,1%, dok je jedan rezultat problematičan (2,2%) utoliko što su oba interpretatora ocenili da je jedinka starosti 2+, dok je njena veličina 14,5 cm, što predstavlja graničnu vrednost između starosti 1+ i 2+. Veličine koje su očitane sa najviše grešaka jesu 8 cm, 9,5 cm, 10 cm i 14 cm. Takođe, otolit kod jedne jedinke dužine 18,5 cm (3+) očitao je sa velikim odstupanjem. Interpretator S1 je dodelio 1+, a interpretator S2 0+ i vrlo je verovatno da se otolit tokom vađenja i pripreme za očitavanje ošteti. Primena Batačarija metode na sve godine uzorkovanja, takođe, daje rezultate predstavljene u Tabeli 4.

Tabela 4. Procenjena starost pri određenoj dužini (*engl.* length-at-age) primenom Batačarija metode tokom svih godina uzorkovanja i na poduzorku od 5800 jedinki (SG – standardna greška).

Uzrasna klasa	2009		2010		2011		2012	
	N = 1835		N = 811		N = 803		N = 2351	
	TL (cm)		TL (cm)		TL (cm)		TL (cm)	
	Sr. vrednost ± SG	min-max	Sr. vrednost ± SG	min-max	Sr. vrednost ± SG	min-max	Sr. vrednost ± SG	min-max
0+	8,83 ± 1,41	7,25-9,95	9,75 ± 1,37	8,25-11,33	10,31 ± 1,66	7,78-11,75	9,89 ± 2,25	7,71-12,28
1+	12,38 ± 1,13	10,47-13,82	13,86 ± 0,69	13,10-14,44	12,57 ± 1,08	11,21-14,60	12,30 ± 2,15	9,27-14,20
2+	15,13 ± 1,19	13,44-16,81	16,76 ± 0,13	16,64-16,90	15,80 ± 1,05	14,68-17,31	17,47 ± 1,41	16,47-18,47
3+	17,44 ± 0,67	16,82-18,24	19,16 ± 0,65	18,60-19,88	19,21 ± 0,80	18,45-20,25	18,62 ± 1,83	17,33-19,92
4+	20,61 ± 1,35	19,25-22,42	22,00 ± 0,34	/	22,91 ± 1,17	22,08-23,73	21,00 ± 0,77	/

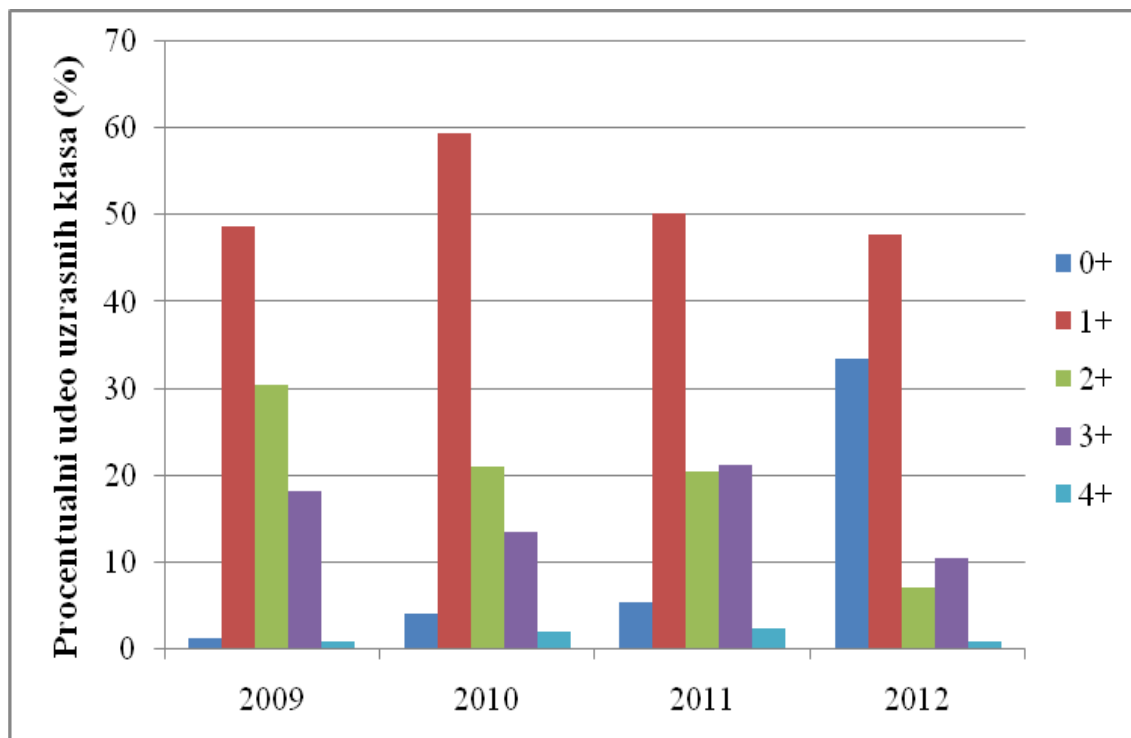
Kada se rezultati dobijeni Batačarija metodom preklape sa intervalom koji je primenjen da bi se razdvojile dužinske klase (0,5 cm), dobiju se rezultati koji se primenjuju na ceo poduzorak izmerenih jedinki (Tabela 5).

Tabela 5. Dužinski opseg uzrasnih klasa.

Uzrasna klasa	Opseg TL (cm)
0+	5 - 9
1+	9,5 - 14,5
2+	15 - 16,5
3+	17 - 20,5
4+	21 - 25,5

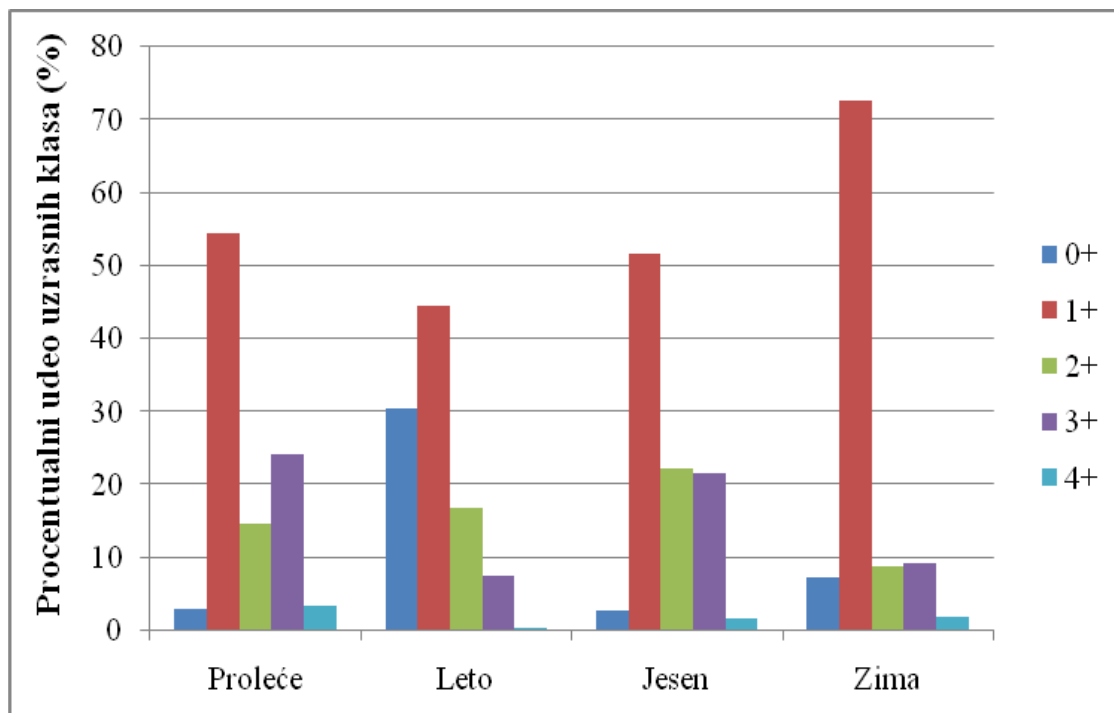
Primenom ovih dužinskih opsega na ukupan broj jedinki koje su izmerene, odnosno na poduzorak od 6033 jedinke, dobijamo uzrasnu strukturu populacije u odnosu na različite godine (Slika 32) i različite sezone uzorkovanja (Slika 33). Dobijeni rezultati se u velikoj meri poklapaju sa rezultatima koji se tiču dužinskih klasa, jer su upravo uzrasne klase određene iz dužinskih klasa.

Tokom svih godina uzorkovanja 1+ uzrasna klasa je bila najbrojnija i oko polovina uhvaćenih jedinki je pripadala ovoj uzrasnoj klasi – 2009. godine 49%, 2010. godine 59%, 2011. godine 50% i 2012. godine 48%. Od 2009 do 2011. godine odnos brojnosti uzrasnih klasa bio je sličan, dok se tokom 2012. godine izuzetno povećao broj juvenilnih jedinki (0+ uzrasna klasa). Naime, od 2009. do 2011. godine procentualni udeo juvenilnih jedinki kretao se od 1% (2009. godine) do 6% (2011. godine), da bi tokom 2012. godine porastao na čak 33%. Brojnost 2+ uzrasne klase bila je najveća 2009. godine i iznosila je 31%, da bi zatim opala na 21% tokom 2010. i 2011. godine i čak na 7% 2012. godine. Kada je u pitanju 3+ uzrasna klasa, njena brojnost je bila najveća tokom 2011. godine i iznosila je 21%, a neznatno manje tokom 2009. godine – 18%. Takođe, i tokom 2010. i 2012. godine bila je ujednačeno zastupljena i procentualni udeo jedinki koje su pripadale ovoj uzrasnoj klasi iznosio je 14% i 11%. Najstarijih jedinki, odnosno onih koje su pripadale 4+ uzrasnoj klasi bilo je najmanje tokom svih godina uzorkovanja i procentualni udeo jedinki koje su pripadale ovoj klasi kretao se između 1% i 2% (Slika 32).



Slika 32. Uzrasna struktura populacije crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru u odnosu na različite godine uzorkovanja.

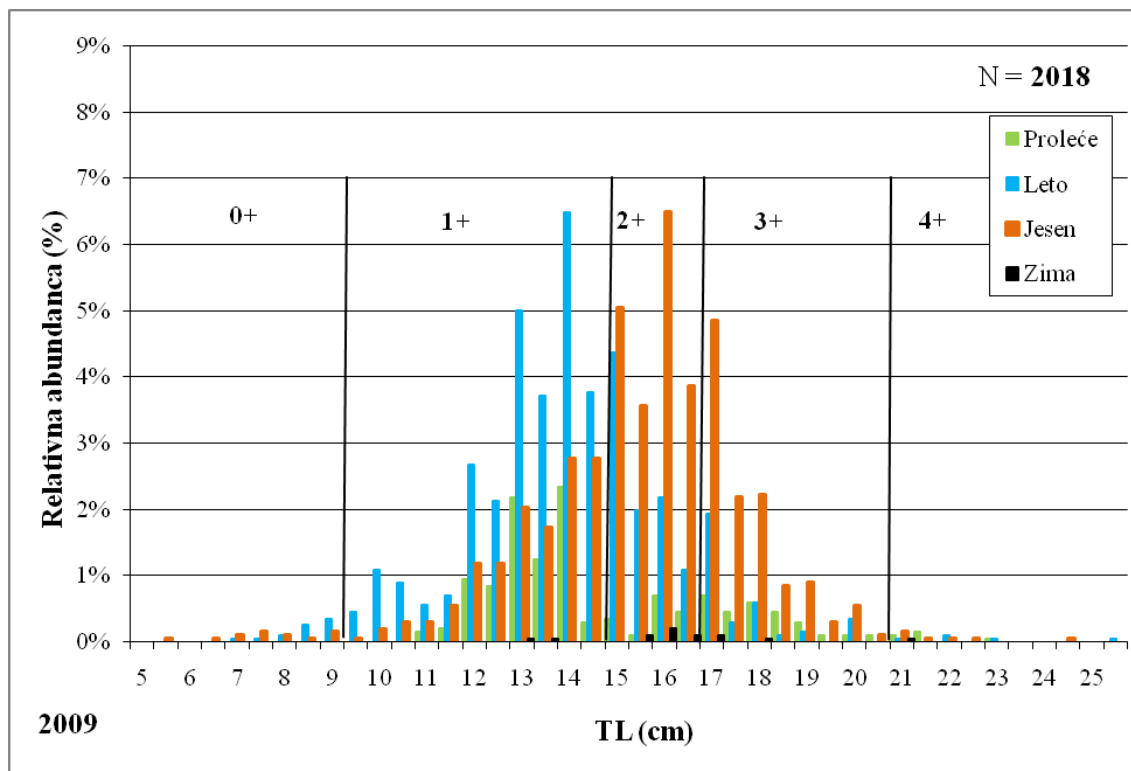
Posmatrajući sezonsku distribuciju uzrasnih klasa može se, takođe, primetiti dominacija 1+ uzrasne klase. Tokom proleća, leta i jeseni procentualni udeo 1+ jedinki u ukupnom ulovu iznosio je 54%, 45% i 52%, da bi se naglo povećao tokom zime i iznosio 73%. Procentualni udeo juvenilnih jedinki (0+) tokom proleća, jeseni i zime je nizak i kreće se od 3% do 7%, dok je u letnjim mesecima čak 30%. Uzrasna klasa 2+ od proleća do jeseni ima relativno konstantan procentualni udeo, koji se kreće od 15% do 22%, da bi naglo pao na 9% tokom zime. Uzrasne klase 3+ ima najviše tokom proleća i jeseni – 24% i 21%, a najmanje tokom leta i zime – 8% i 9%. Kada je reč o najstarijim jedinkama, ista je situacija kao i sa rezultatima uzrasne strukture po godinama uzorkovanja – ima ih najmanje, taj broj je ujednačen i kreće se od 2% do 4%, osim leta kada gotovo da i nije bilo jedinki koje pripadaju ovoj uzrasnoj kategoriji (12 od ukupno 2599 jedinki) (Slika 33).



Slika 33. Uzasna struktura populacije crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru u odnosu na različite sezone uzorkovanja.

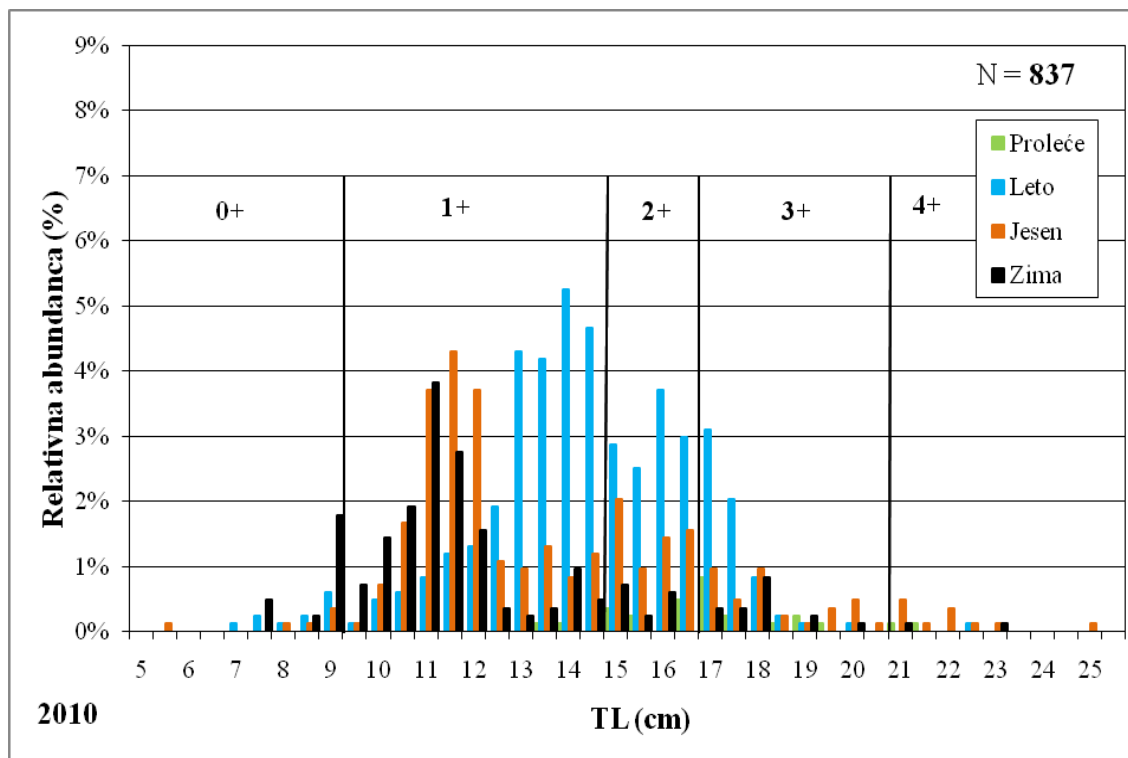
Struktura populacije u odnosu na dužinske klase određena je, takođe, na poduzorku od 6033 jedinke, primenom Petersenove metode, odnosno na osnovu frekvencije dužinskih klasa uzorka. Kao što je već napomenuto, interval dužinskih klasa iznosio je 0,5 cm, od najmanje do najveće jedinke uhvaćene tokom uzorkovanja (od 5 cm do 25,5 cm). Ova analiza urađena je po godinama uzorkovanja, sezonski i ukupno. Rezultati dobijeni analizom dužinske distribucije uzrasnih klasa upotpunili su rezultate dužinskih frekvencija, jer se međusobno preklapaju (Slike 34-42).

Analiza frekvencija dužinskih klasa pokazala je da su dužinske klase od 13 cm TL (5%) i 14 cm TL (6%) bile najdominantnije tokom leta 2009. godine. Obe pripadaju 1+ uzrasnoj klasi, koja je i bila najbrojnija (27%). Nju slede uzrasne klase 2+ (10%) i 3+ (3%). Tokom jeseni 2009. godine dužinske klase od 15 cm TL (5%) i 16 cm TL (6%) su bile najdominantnije i one pripadaju uzrasnoj klasi 2+ koja je i bila najbrojnija, sa 19% jedinki. Nešto manje jedinki je pripadalo 1+ uzrasnoj klasi (13%) i 3+ uzrasnoj klasi (12%) (Slika 34).



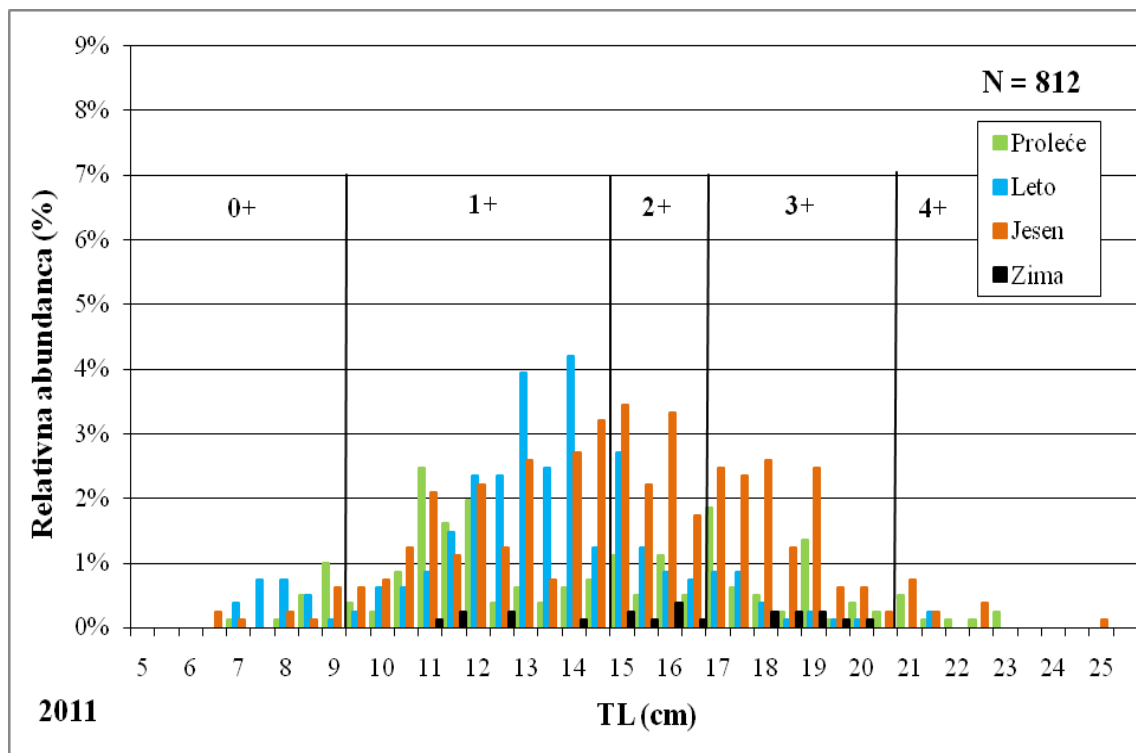
Slika 34. Frekvencija dužinskih klasa jedinki uzorkovanih 2009. godine.

Kao i tokom leta 2009. godine, u istom periodu 2010. godine jedinke dužinskih klasa od 13 cm TL do 14,5 cm TL bile su najdominantnije, odnosno uzrasna klasa 1+ sa 25% jedinki. Znatno manje jedinki pripadalo je 2+ (12%) i 3+ (6%) uzrasnim klasama. Jesen 2010. godine, takođe su obeležile jedinke 1+ uzrasne klase, a najdominantnija je bila dužinska klasa od 11,5 cm TL (Slika 35).



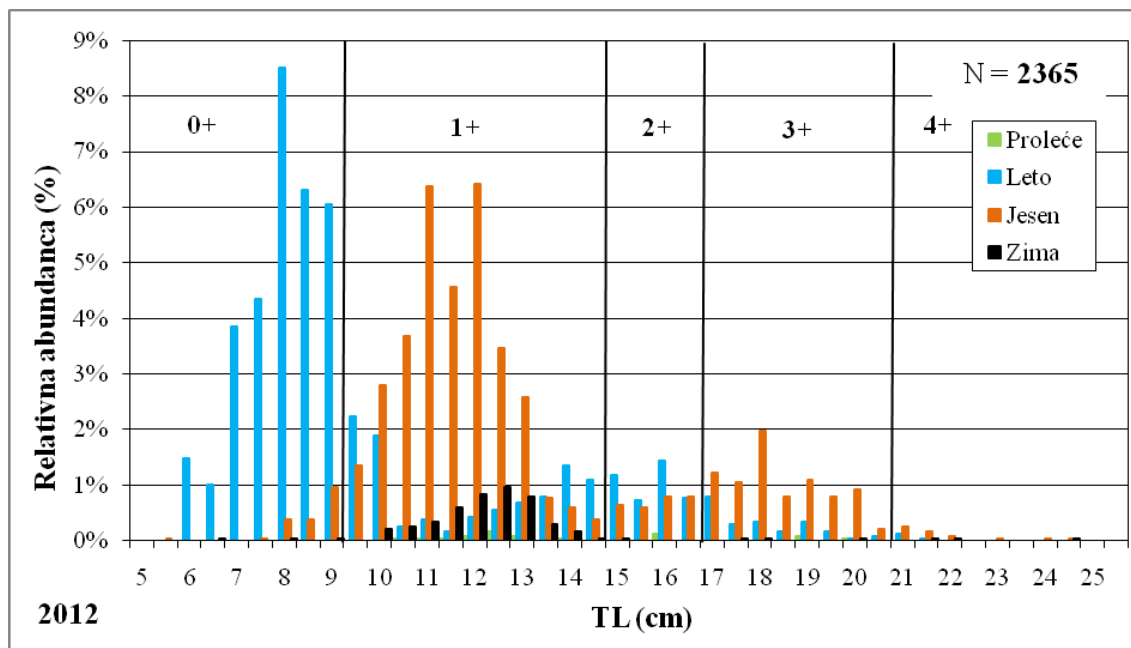
Slika 35. Frekvencija dužinskih klasa jedinki uzorkovanih 2010. godine.

Tokom leta 2011. godine su, takođe, jedinke dužinskih klasa od 13 cm TL i 14 cm TL bile najdominantnije, odnosno uzrasna klasa 1+ (20%), a zatim 2+ (6%) i 3+ (3%). Jedinke dužinske klase od 15 cm TL i 16 cm TL bile su najdominantnije tokom jeseni (po 3%) i one pripadaju 2+ uzrasnoj klasi. I pored toga uzrasna klasa 1+ bila je brojnija u ukupnom zbiru od 18% jedinki, a zatim 2+ (11%) i 3+ (13%) (Slika 36).



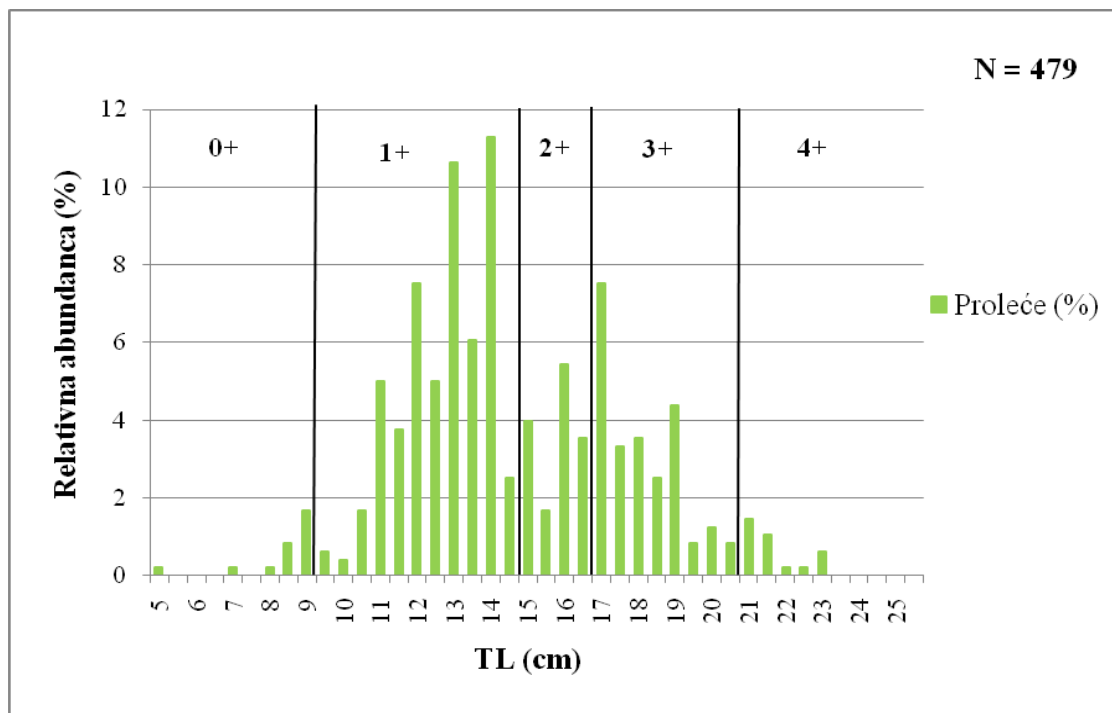
Slika 36. Frekvencija dužinskih klasa jedinki uzorkovanih 2011. godine.

Potpuno drugačija situacija zabeležena je tokom leta 2012. godine, kada je bila najzastupljenija dužinska klasa od 8 cm TL sa 8%, koja predstavlja juvenilne jedinke, odnosno 0+ uzrasnu klasu. Jedinki uzrasne klase 0+ je bilo 32%, 1+ 10%, 2+ 4%, 3+ 2%. Tokom jeseni 2012. godine najdominantnije su bile dužinske klase od 11 cm i 12 cm TL sa po 6%, odnosno 1+ uzrasna klasa. Tada naglo opada udeo 0+ jedinki u ukupnom ulovu na 2%, a povećava se udeo 1+ jedinki na čak 33%. Ostale dužinske i uzrasne klase zadržavaju nizak procentualni udeo (Slika 37). Tokom proleća i zime brojnost jedinki je smanjena, odnosno manji broj jedinki je uhvaćeno, jer niske temperature vode utiču na smanjenje aktivnosti (Johnson & Dunn, 1987).



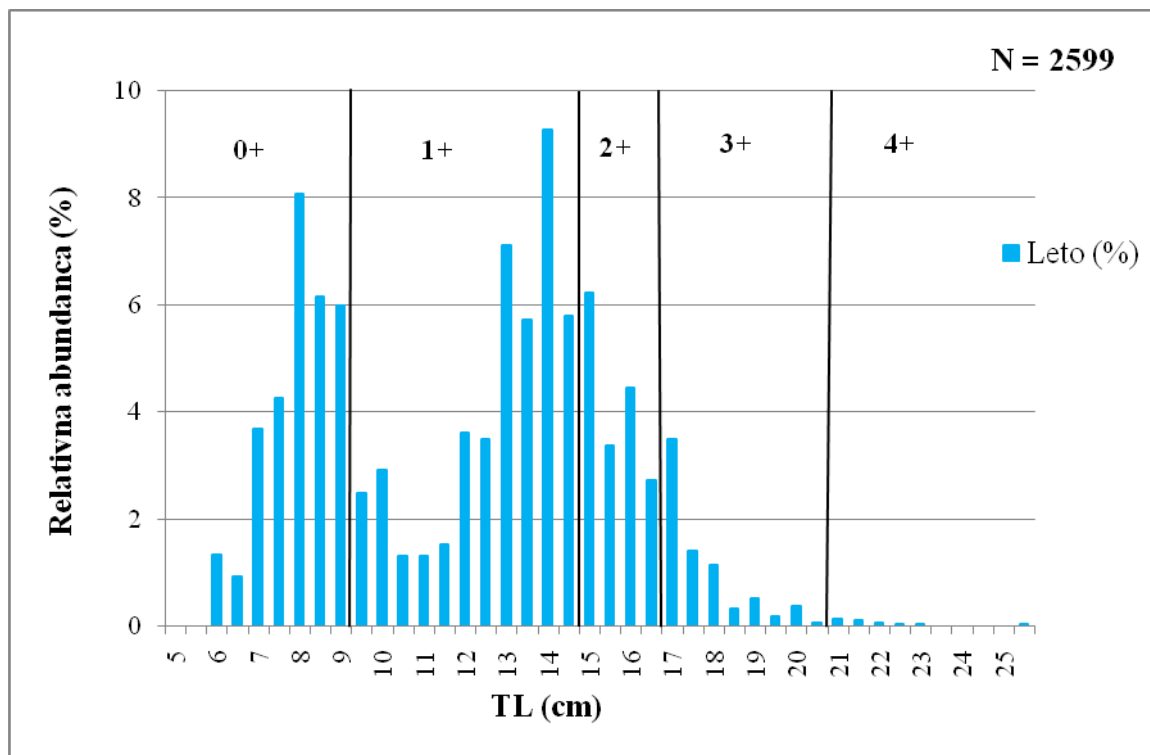
Slika 37. Frekvencija dužinskih klasa jedinki uzorkovanih 2012. godine.

Kada su sezone u pitanju, rezultati su, takođe, veoma zanimljivi. Naime, tokom proleća najdominantnije su dužinske klase od 13 cm i 14 cm TL sa po 11%, kao i dužinske klase od 12 i 17 cm TL sa po 8%. Međutim, kada su uzrasne klase u pitanju, ubedljivo najbrojnija je 1+ sa 55%. Slede je 3+ sa 24% i 2+ sa 15%. Uzrasne klase 0+ i 4+ su vrlo malo zastupljene, sa po svega 3% (Slika 38).



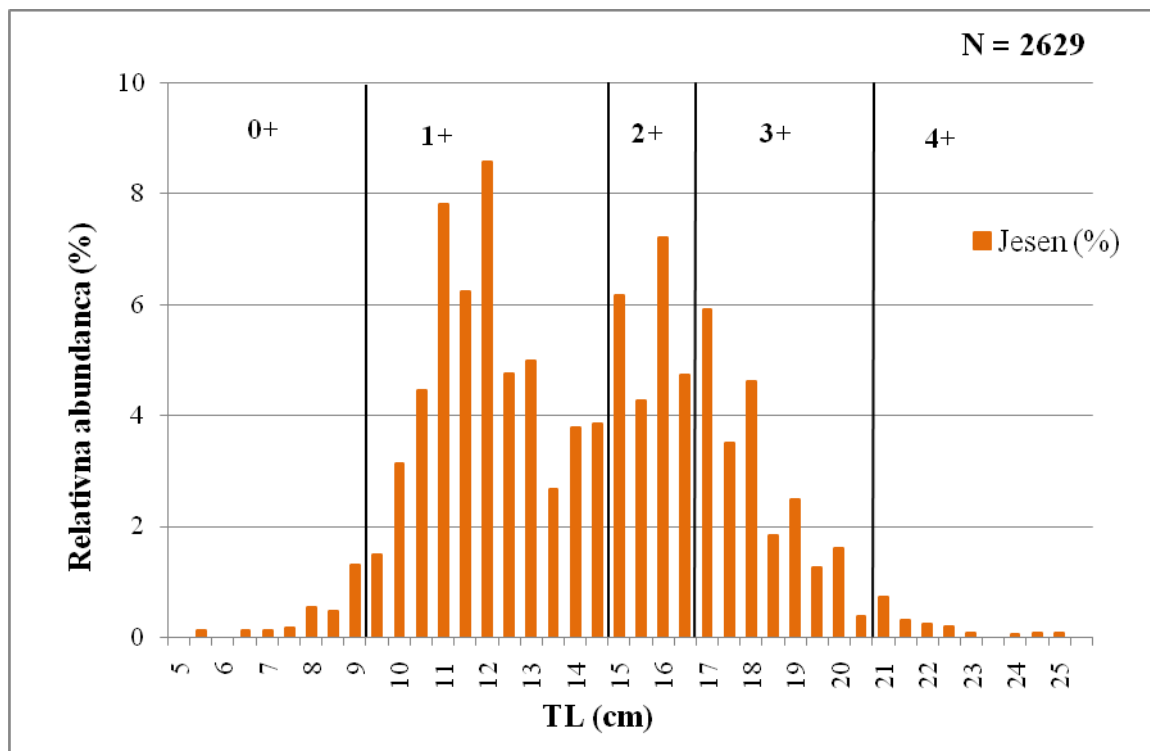
Slika 38. Frekvencija dužinskih klasa jedinki uzorkovanih tokom proleća u periodu od 2009. do 2012. godine.

Nakon perioda mresta, u letnjim mesecima dominiraju dužinske klase između 8 cm i 9 cm TL sa relativnom abundancom od 8% i 6%, odnosno 0+ uzrasna klasa sa 30% jedinki u ukupnom ulovu, kao i klase između 13 cm i 14,5 cm TL, odnosno 1+ uzrasna klasa sa 45% jedinki u ukupnom ulovu. Unutar ove uzrasne klase, najzastupljenije su dužinske klase od 13 cm TL sa 7% i 14 cm TL sa 9%. Jedinki dužinske klase od 15 cm TL ima 6%, a ukupno jedinki koje pripadaju uzrasnoj klasi 2+ 17%. Unutar 3+ uzrasne klase, sa relativnom abundancom od 8%, najbrojnija je dužinska klasa od 17 cm TL, sa 3,5 %. Najstarijih jedinki ima zanemarljivo malo, tako da se računa da je njihova relativna abundanca 0% (Slika 39).



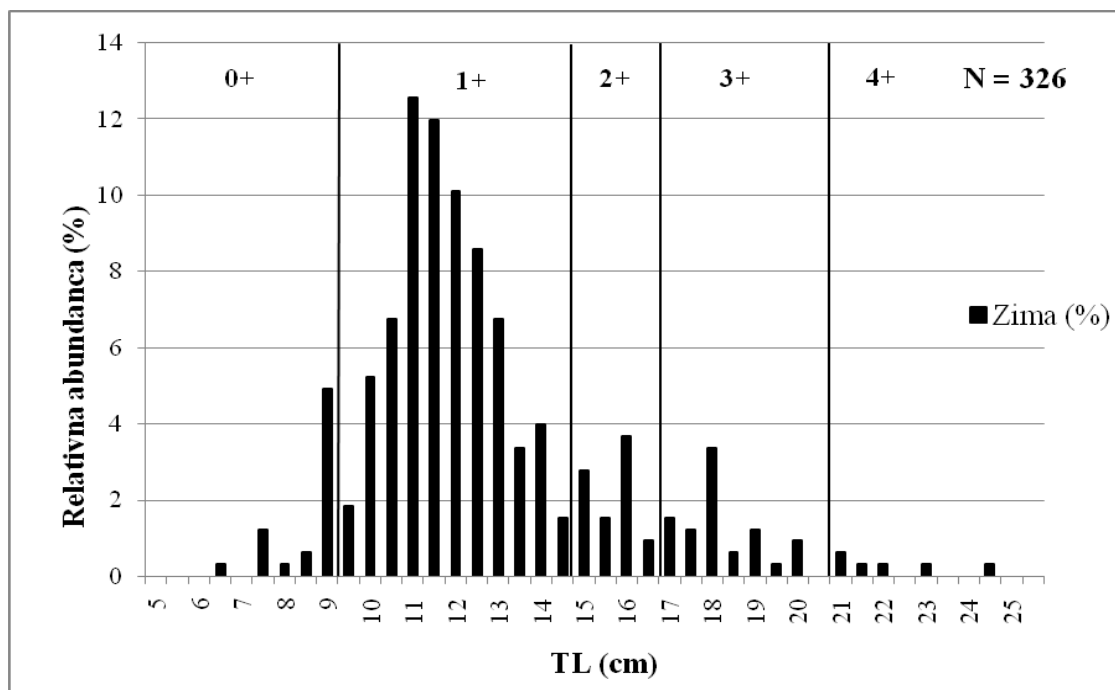
Slika 39. Frekvencija dužinskih klasa jedinki uzorkovanih tokom leta u periodu od 2009. do 2012. godine.

Posle perioda intenzivnog rasta tokom leta, na jesen dominiraju uzrasne klase između 11 cm i 12 cm TL, sa relativnom abundancom od 8% i 8,5%, odnosno uzrasna klasa 1+ sa procentualnim udelom u ukupnom ulovu od 52%. Brojnost 0+ jedinki se smanjio u odnosu na letnji period i njihova abundanca sada iznosi svega 3%. Jedinki dužinskih klasa 15 cm i 16 cm TL, takođe, ima u značajnoj meri i njihova relativna abundanca je 6% i 7%. One pripadaju 2+ uzrasnoj klasi, koje u ukupnom ulovu ima 22%. Nešto manje jedinki uzrasne klase 3+ ima u ukupnom ulovu (21%), sa dužinskom klasom od 17 cm TL koja dominira unutar ove uzrasne klase sa 6%. Najstarijih jedinki ima svega 2% u ukupnom ulovu (Slika 40).



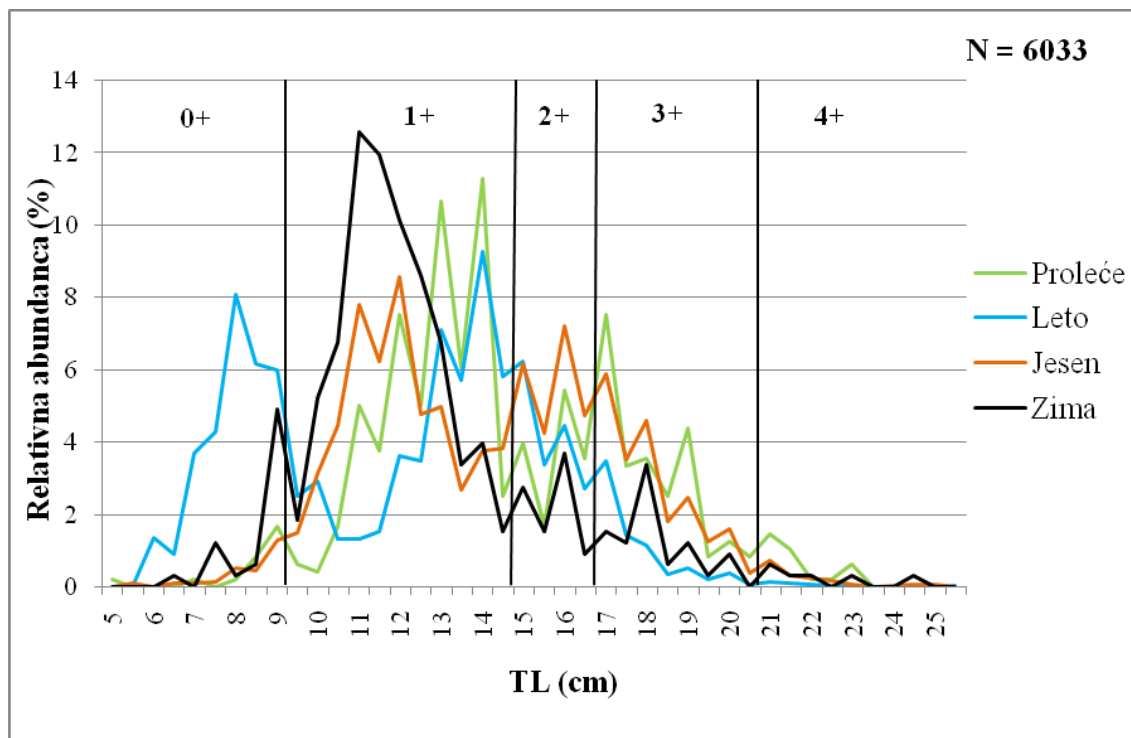
Slika 40. Frekvencija dužinskih klasa jedinki uzorkovanih tokom jeseni u periodu od 2009. do 2012. godine.

Zimi je uzrasna klasa od 11 cm TL najbrojnija, sa relativnom abundancom od 13%. Takođe, 1+ uzrasna klasa je ubedljivo najbrojnija sa iznosom relativne abundance od čak 73%. Od 0+ uzrasne klase, koja ima relativnu abundancu od 7%, najbrojnija je dužinska klasa od 9 cm TL sa procentualnim udelom u ukupnom ulovu od 5%. Jedinki, koje pripadaju uzrasnim klasama 2+ i 3+, bilo je po 9% i tu su se izdvajale dužinske klase od 15 cm i 16 cm TL sa 3% i 4%, odnosno 18 cm TL sa 3%. Jedinki 4+ je, kao i tokom jeseni, bilo svega 2% u ukupnom ulovu (Slika 41).



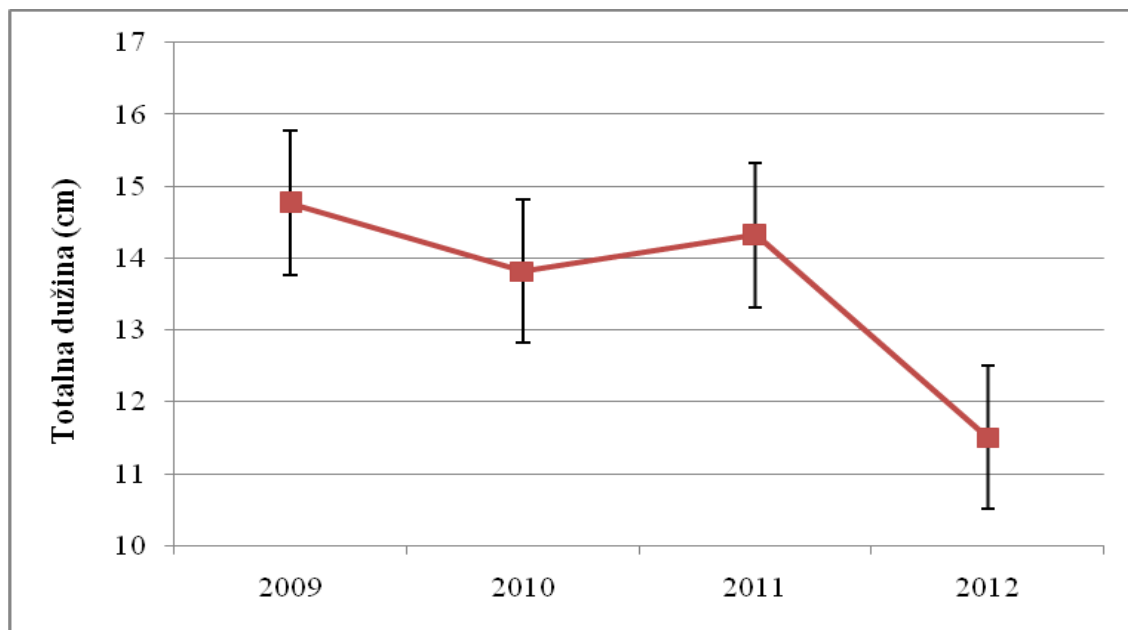
Slika 41. Frekvencija dužinskih klasa jedinki uzorkovanih tokom zime u periodu od 2009. do 2012. godine.

Sumiranjem rezultata na uporednom grafiku može se videti dominacija 1+ jedinki tokom proleća i zime. Nakon perioda mresta, tokom leta, pored 1+ jedinki dominiraju 0+ jedinke. Pomeranje ka većim dužinskim klasama između leta i jeseni, odnosno prelazak 0+ jedinki u 1+ i 1+ u 2+ dešava se kao direktna posledica intezivnog perioda rasta i povoljnih uslova tokom letnjeg perioda (Slika 42).

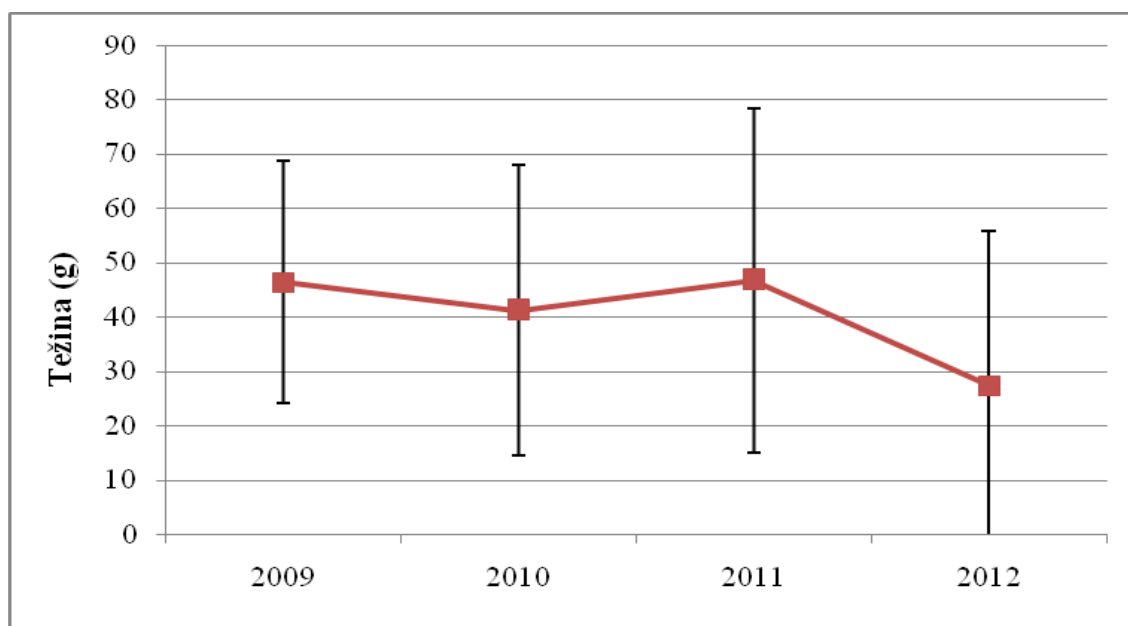


Slika 42. Frekvencija dužinskih klasa jedinki uzorkovanih tokom sve četiri sezone u periodu od 2009. do 2012. godine.

Na osnovu merenja totalnih dužina i težina tela jedinki izračunate su prosečne vrednosti kako za ceo poduzorak od 6033 jedinke, tako i za različite godine i sezone uzorkovanja. Prosečna totalna dužina tela svih izmerenih jedinki iznosila je $13,30 \pm 3,36$ cm (srednja vrednost \pm standardna devijacija), a težina $38,26 \pm 28,27$ g (srednja vrednost \pm standardna devijacija). Raščlanjeno na godine, dobijaju se rezultati prikazani na slikama 39 i 40. Od 2009. do 2011. godine prosečne vrednosti totalnih dužina (\pm SD) i težina (\pm SD) bile su prilično ujednačene i iznosile su $14,77 \pm 2,30$ cm (2009. godine), $13,82 \pm 2,85$ cm (2010. godine) i $14,32 \pm 3,15$ cm (2011. godine), odnosno $46,41 \pm 22,30$ g (2009. godine), $41,13 \pm 26,76$ g (2010. godine) i $46,71 \pm 31,71$ g (2011. godine). Godine 2012. prosečne vrednosti totalnih dužina (\pm SD) i težina (\pm SD) jedinki drastično su opale i iznosile su $11,51 \pm 3,54$ cm i $27,33 \pm 28,47$ g (Slike 43 i 44).



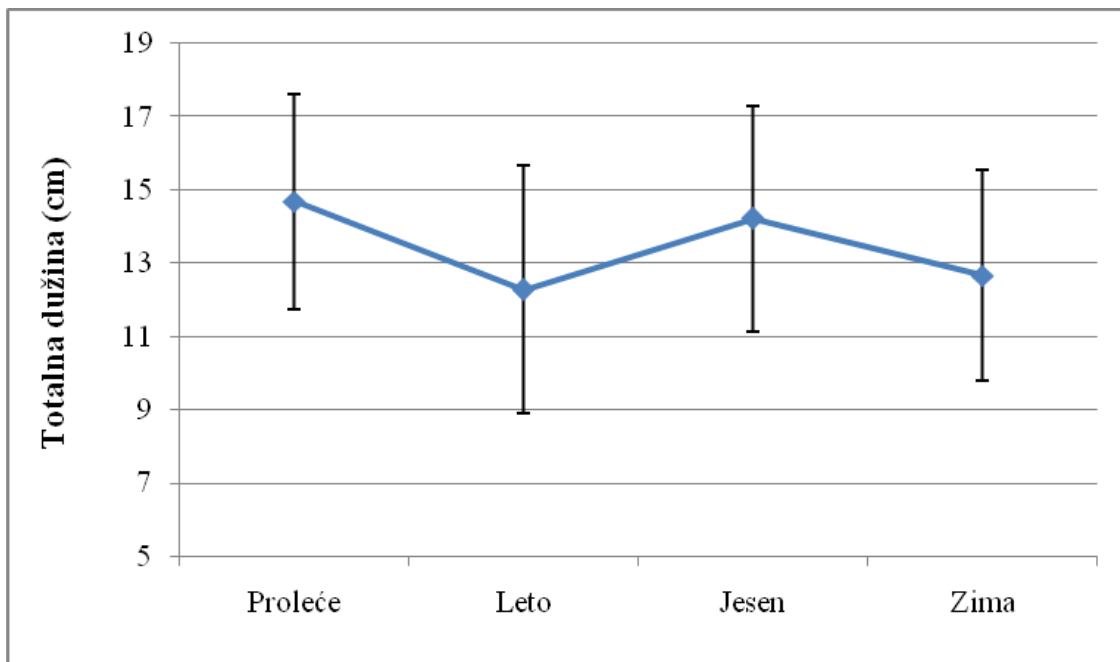
Slika 43. Prosečne vrednosti totalnih dužina tela po godinama.



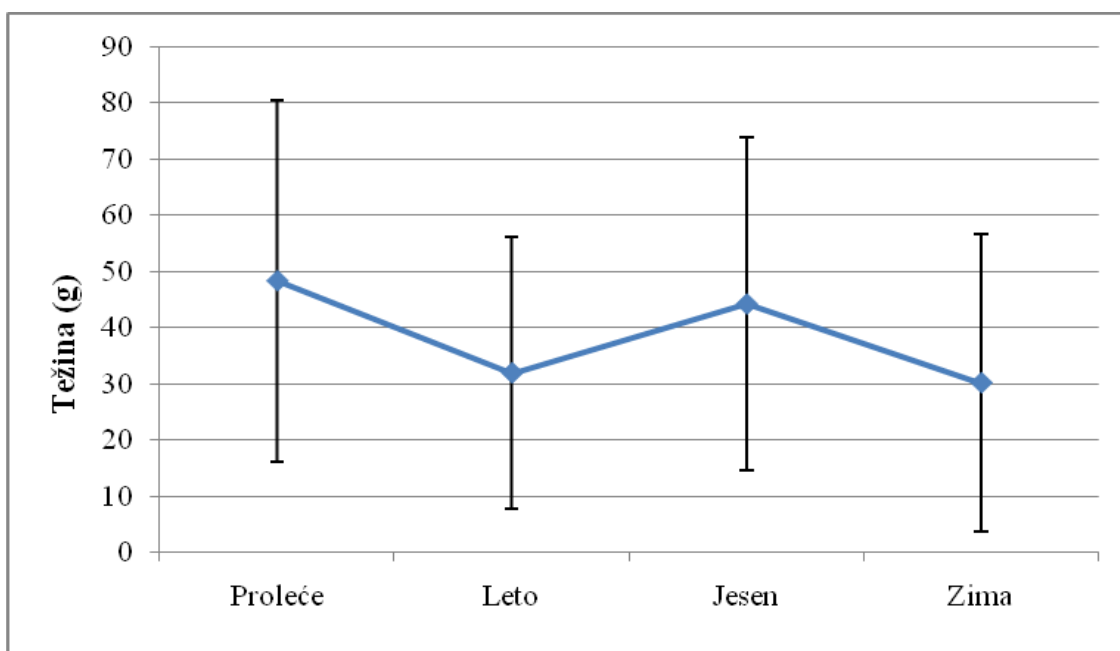
Slika 44. Prosečne vrednosti težina tela po godinama.

Kada posmatramo vrednosti prosečnih totalnih dužina i težina u kontekstu sezona dobijamo rezultate prikazane na slikama 45 i 46. Proleće i jesen, odnosno leto i zima imaju slične prosečne vrednosti totalnih dužina (\pm SD) koje iznose $14,69 \pm 2,94$ cm (proleće) i $14,21 \pm 3,08$ cm (jesen), odnosno $12,28 \pm 3,39$ cm (leto) i $12,66 \pm 2,98$ cm (zima) (Slika 45). S druge strane, prosečne vrednosti težina bile su najveće u proleće

($48,38 \pm 32,14$ g), a zatim u jesen ($44,23 \pm 29,65$ g). Slično kao i kod prosečnih totalnih dužina, prosečne težine tokom leta i zime bile su slične i iznosile su $31,91 \pm 24,18$ g i $30,14 \pm 26,38$ g (Slika 46).

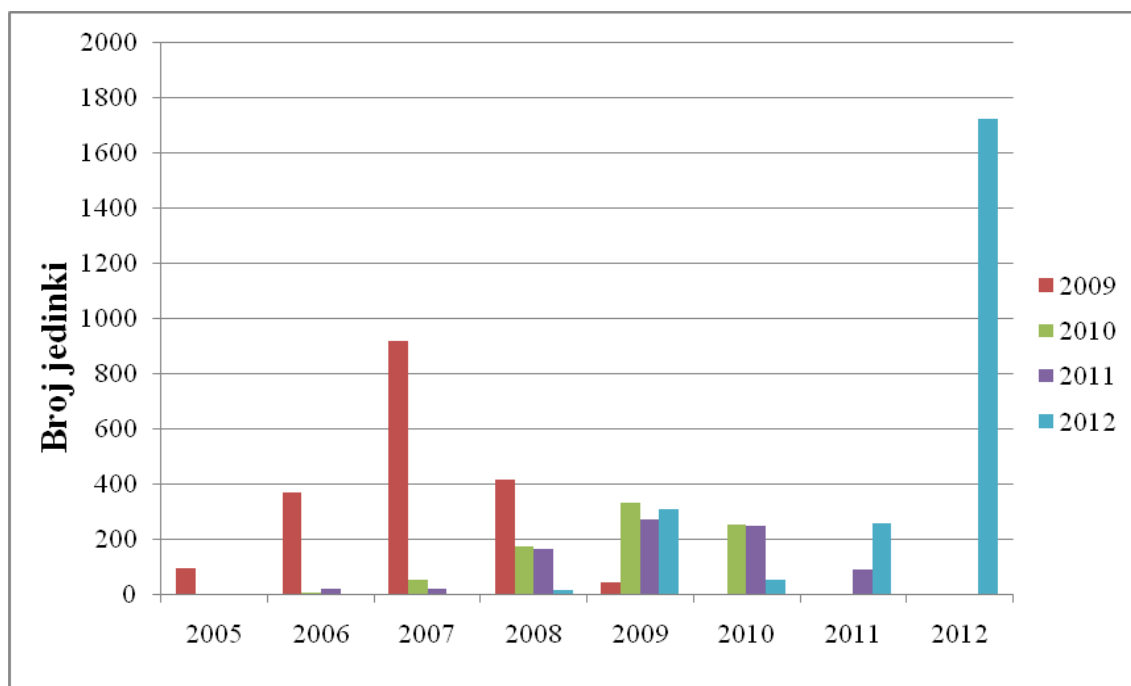


Slika 45. Prosečne vrednosti totalnih dužina tela po sezonama.



Slika 46. Prosečne vrednosti težina tela po sezonama.

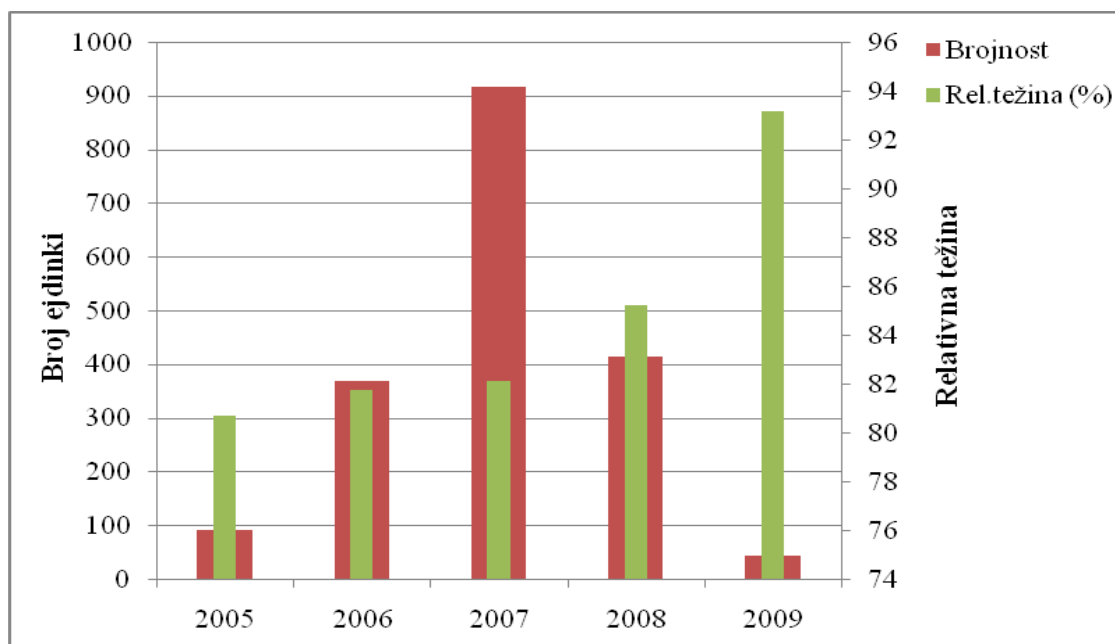
Batačarija metoda je, takođe, iskorišćena za određivanje kohorti. Da bi se dobila najrealnija slika o brojnostima kohorti i relativnim težinama jedinki koje pripadaju određenoj kohorti, rezultati su razdvojeni prema godinama uzorkovanja. Samo su 2009. godine uzorkovane jedinke iz 2005. godine i njihova brojnost je bila relativno mala (92 jedinke). Međutim, ubedljivo najmanje je bilo najmlađih jedinki, odnosno iz kohorte 2009. godine (43 jedinki), a najviše iz 2007. godine (916 jedinki). Tokom 2010. godine najstarije jedinke su bile iz kohorte 2006 (5 jedinki), dok su najbrojnije bile one iz predhodne godine, odnosno iz kohorte 2009. godine (332 jedinke). Godine 2011. približno isti broj jedinki imale su kohorte 2009. godine (269 jedinki) i 2010. godine (247 jedinki), kao i kohorte 2006. godine (19 jedinki) i 2007. godine (17 jedinki). Godine 2012. ubedljivo je najviše bilo najmlađih jedinki (1719 jedinki), a zatim onih iz 2009. godine (309 jedinki) i 2011. godine (256 jedinki). Ove vrednosti brojnosti kohorti takođe ukazuju na brz oporavak populacije nakon masovnog pomora 2011. godine. Najmanje je bilo najstarijih jedinki, odnosno onih iz kohorte 2008. godine (14 jedinki) (Slika 47).



Slika 47. Kohorte crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru.

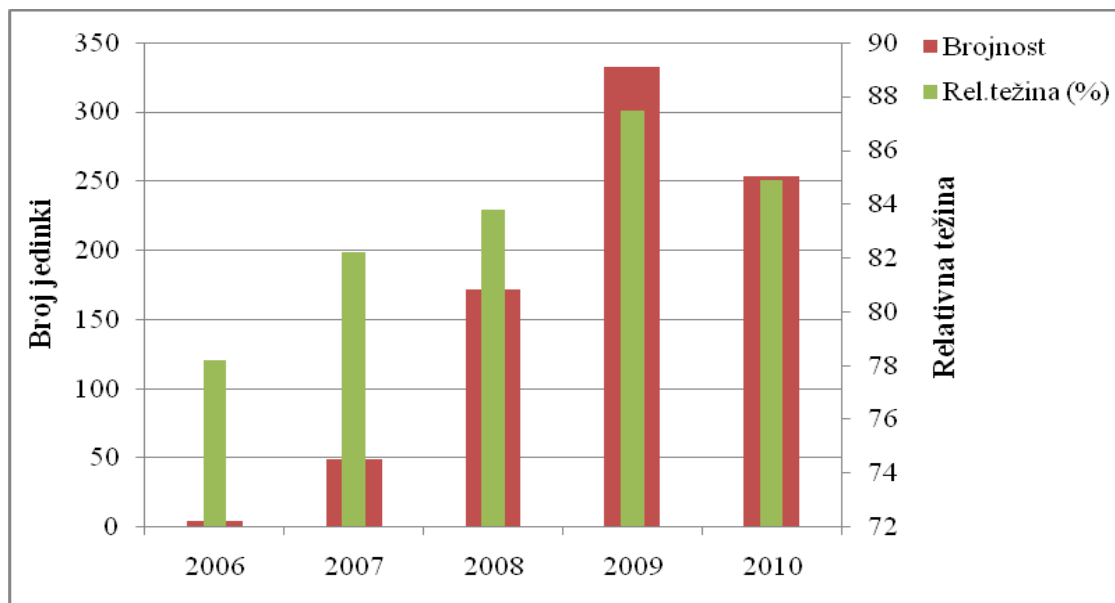
Relativna težina jedinki na celokupnom poduzorku tokom svih godina uzorkovanja iznosila je $84,78 \pm 1,09$. Poređenjem vrednosti relativnih težina po godinama uzorkovanja i upoređivanjem sa brojnostima kohorti dobijamo rezultate koji

su prikazani u daljem tekstu. Možemo primetiti da su najniže vrednosti relativne težine u 2009. godini imale najstarije jedinke ($80,67 \pm 9,23$) i da se sa smanjenjem starosti jedinki povećavala i vrednost relativnih težina, tako da su najmlađe jedinke imale i najveću relativnu težinu ($93,18 \pm 15,53$) (Slika 48).



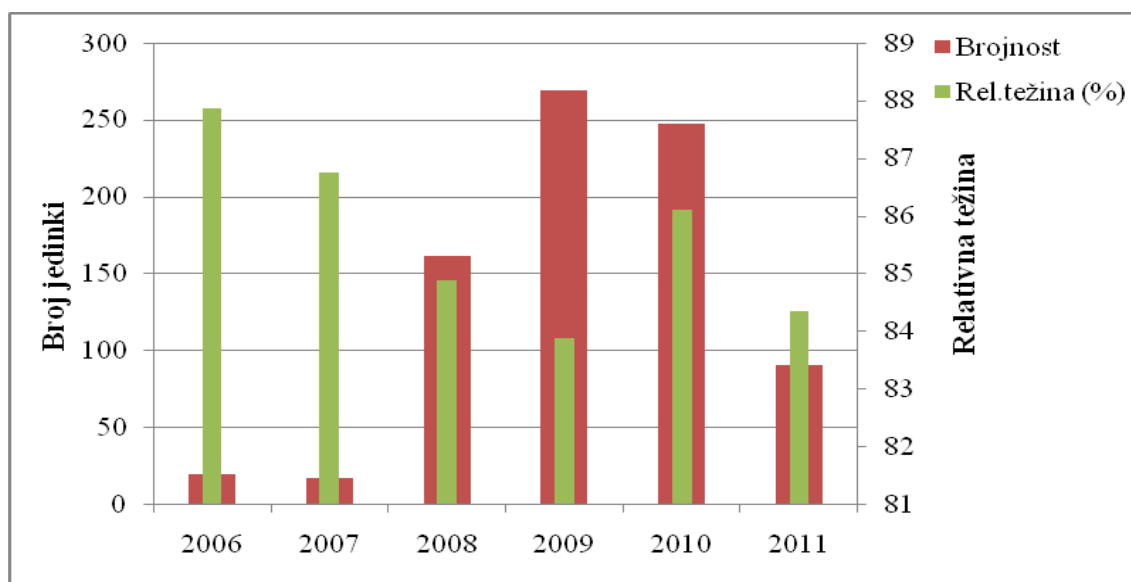
Slika 48. Odnos brojnosti kohorti i relativne težine jedinki uzorkovanih tokom 2009. godine.

Kod jedinki koje su uzorkovane 2010. godine, takođe se može primetiti da su najniže relativne težine imale najstarije jedinke, odnosno one koje su rođene 2006. godine ($78,20 \pm 19,42$), a najveće one iz 2009. godine ($87,48 \pm 11,22$). Relativne težine jedinki iz 2007. godine ($82,20 \pm 8,22$), 2008. godine ($83,80 \pm 10,03$) i 2010. godine ($84,88 \pm 11,74$) bile su dosta slične, bez obzira na brojnosti kohorti (Slika 49).



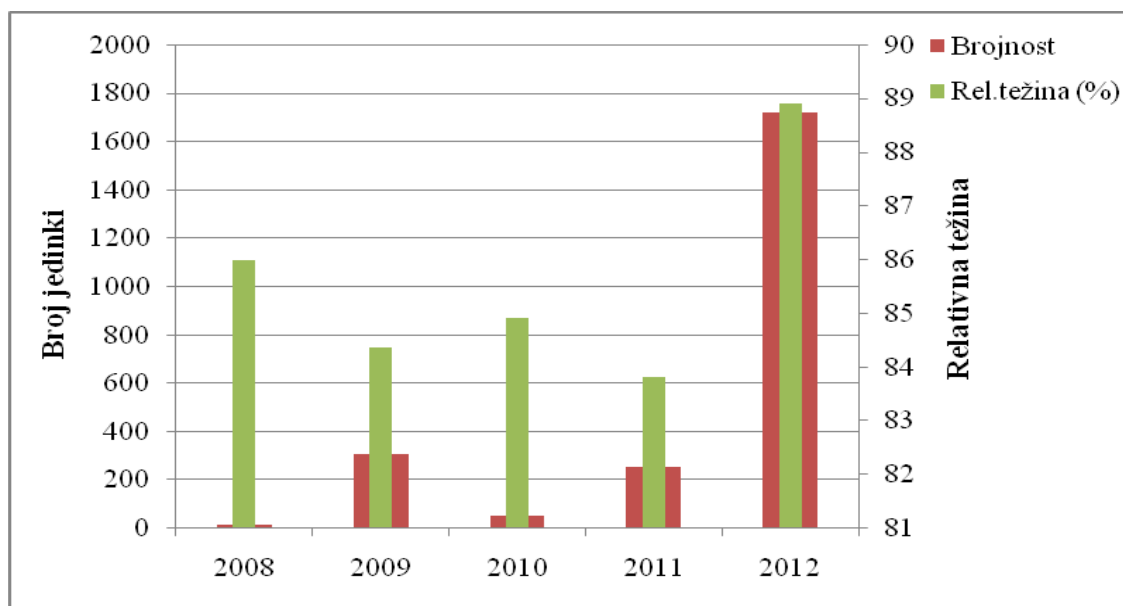
Slika 49. Odnos brojnosti kohorti i relativne težine jedinki uzorkovanih tokom 2010. godine.

Za razliku od predhodnih godina, kod jedinki uzorkovanih 2011. godine najveću relativnu težinu imale su najstarije jedinke, rođene 2006. godine ($87,87 \pm 3,38$), dok su najmanju relativnu težinu imale jedinke iz 2009. godine ($83,87 \pm 10,78$). Jedinke iz svih drugih kohorti imale su približno iste relativne težine, bez obzira na brojnost kohorti (Slika 50).



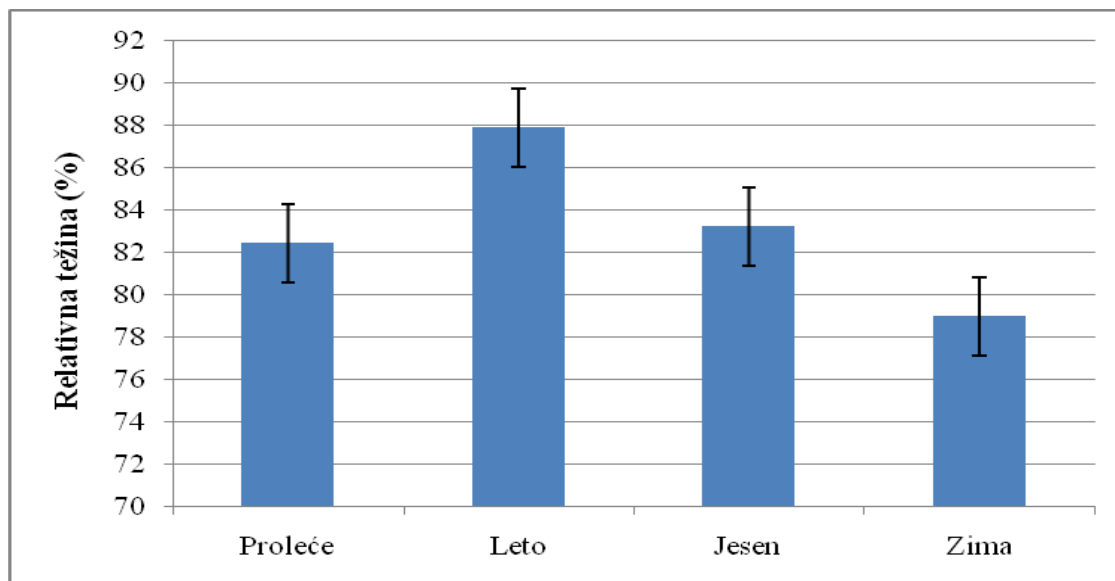
Slika 50. Odnos brojnosti kohorti i relativne težine jedinki uzorkovanih tokom 2011. godine.

Rezultati iz 2012. godine pokazuju da su najmlađe jedinke, kojih je bilo ubedljivo najviše, imale i najveću relativnu težinu ($88,89 \pm 18,24$). Njih slede najstarije jedinke, iz 2008 godine ($86,00 \pm 8,80$), dok su jedinke iz drugih kohorti imale približno iste vrednosti relativnih težina, bez obzira na brojnost (Slika 51).



Slika 51. Odnos brojnosti kohorti i relativne težine jedinki uzorkovanih tokom 2012. godine.

Upoređujući vrednosti relativnih težina po sezonama, možemo primetiti da najveću vrednost imaju jedinke uzorkovane tokom leta ($87,86 \pm 12,43$), a zatim tokom jeseni ($83,19 \pm 12,37$) i proleća ($82,42 \pm 10,67$), dok su ubedljivo najniže vrednosti zabeležene tokom zime ($78,96 \pm 7,26$) (Slika 52).



Slika 52. Vrednosti relativnih težina jedinki tokom različitih sezona.

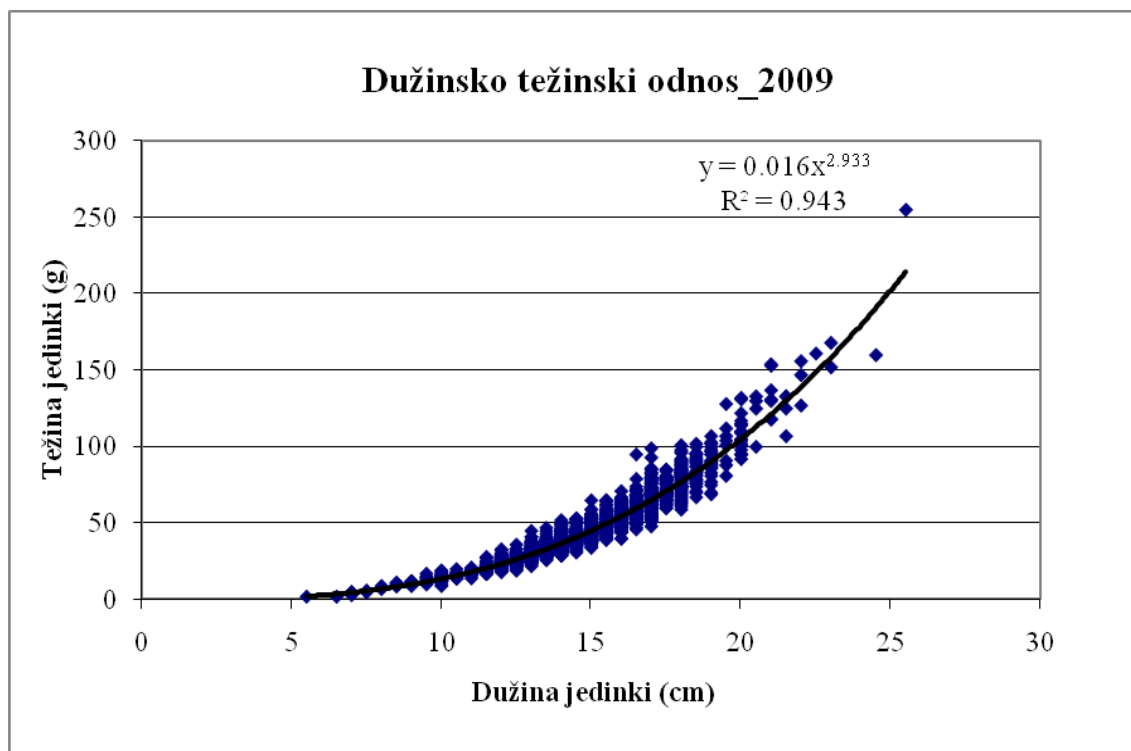
4.3. Dužinsko-težinski odnosi

Analiza odnosa totalnih dužina i težina tela urađena je na poduzorku od 6033 jedinke. Alometrijski odnos totalne dužine i težine tela određen je za ceo poduzorak, ali i za različite godine uzorkovanja i sve četiri sezone, bez odvajanja po polovima. Dobijeni koeficijenti regresije (a i b), korelacije (r) i determinacije (R^2) iz logaritamski transformisane funkcije ($\log W = \log a + b \cdot \log TL$) prikazani su u Tabeli 6.

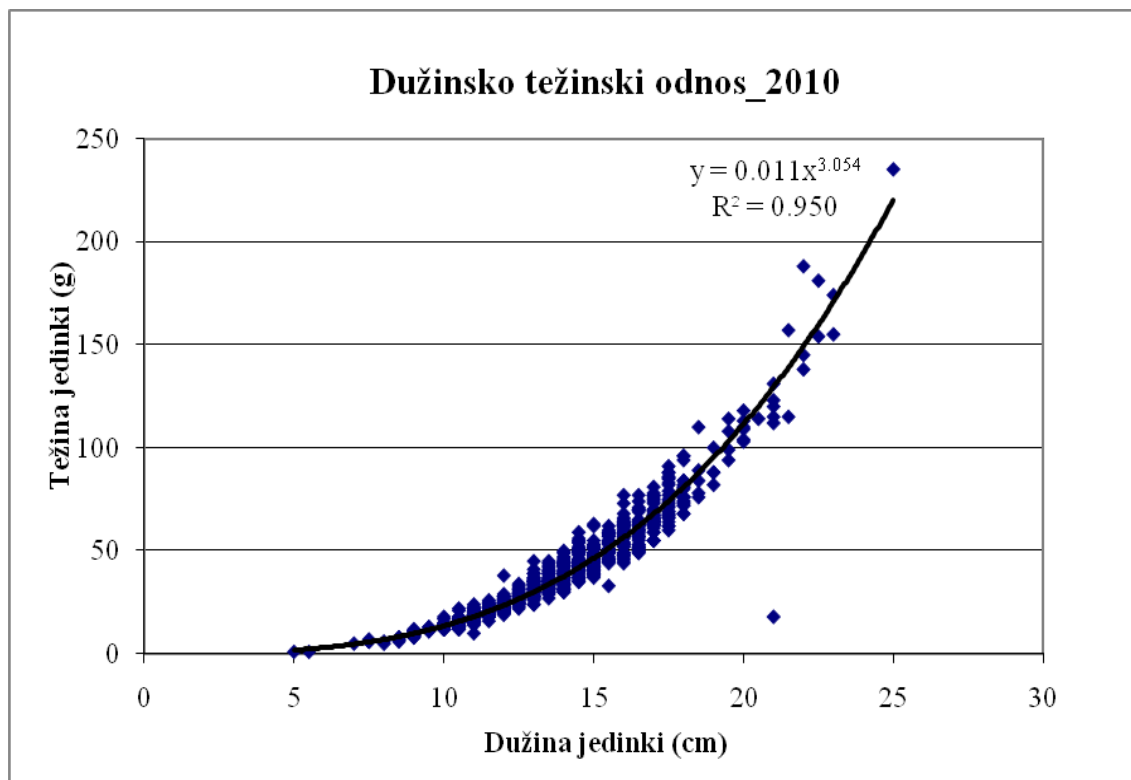
Tabela 6. Koeficijenti regresije (a i b), korelacije (r) i determinacije (R^2) odnosa dužine i težine za sve četiri godine uzorkovanja, po sezonama i ukupno.

	2009	2010	2011	2012	Ukupno	Proleće	Leto	Jesen	Zima
N	2018	837	812	2365	6033	479	2599	2529	326
a	0,016	0,011	0,011	0,013	0,013	0,008	0,013	0,012	0,012
b	2,933	3,054	3,078	2,997	3,002	3,163	3,015	3,019	3,01
r	0,971	0,975	0,984	0,986	0,986	0,981	0,987	0,981	0,990
R²	0,943	0,950	0,968	0,973	0,972	0,963	0,975	0,963	0,980

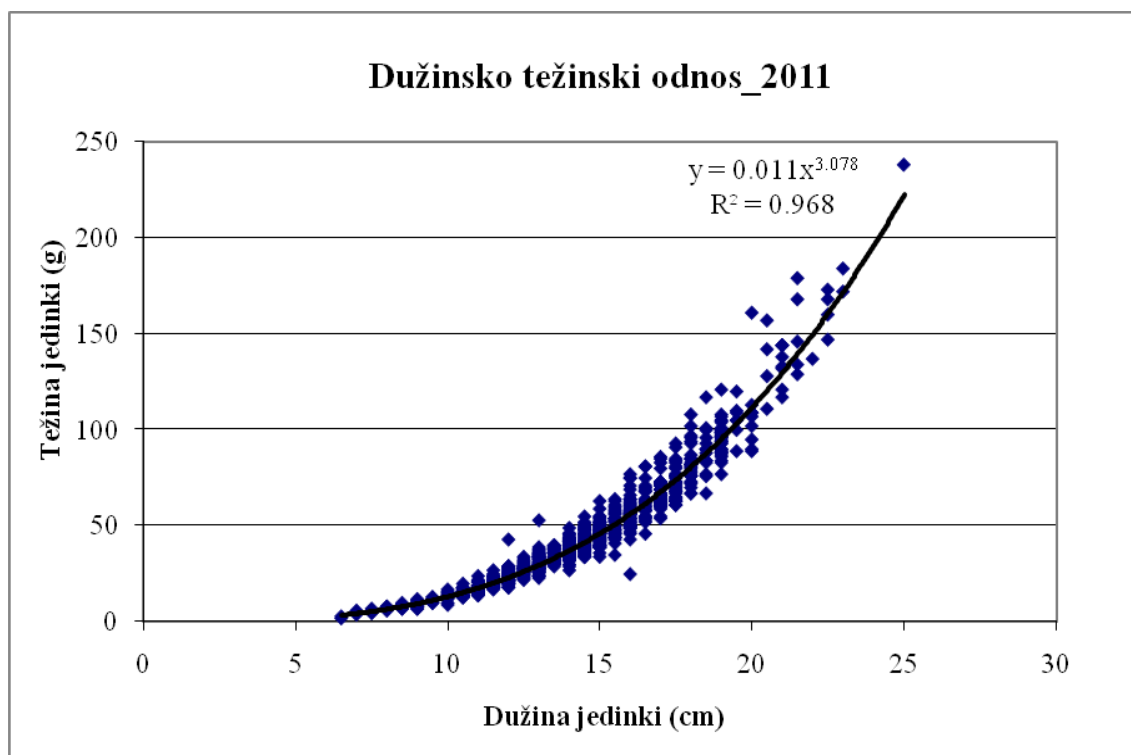
Može se primetiti da se faktor alometrije b kreće oko broja 3. To znači da jedinke crnog američkog patuljastog soma imaju skoro idealan alometrijski rast, odnosno dužina i težina se proporcionalno povećavaju. Takođe, sve analizirane grupe imaju pozitivan alometrijski rast. To znači da je težinski porast u funkciji vremena veći od dužinskog rasta, ali gotovo nezatno, s obzirom na vrlo niske vrednosti faktora a (Slike 53-61).



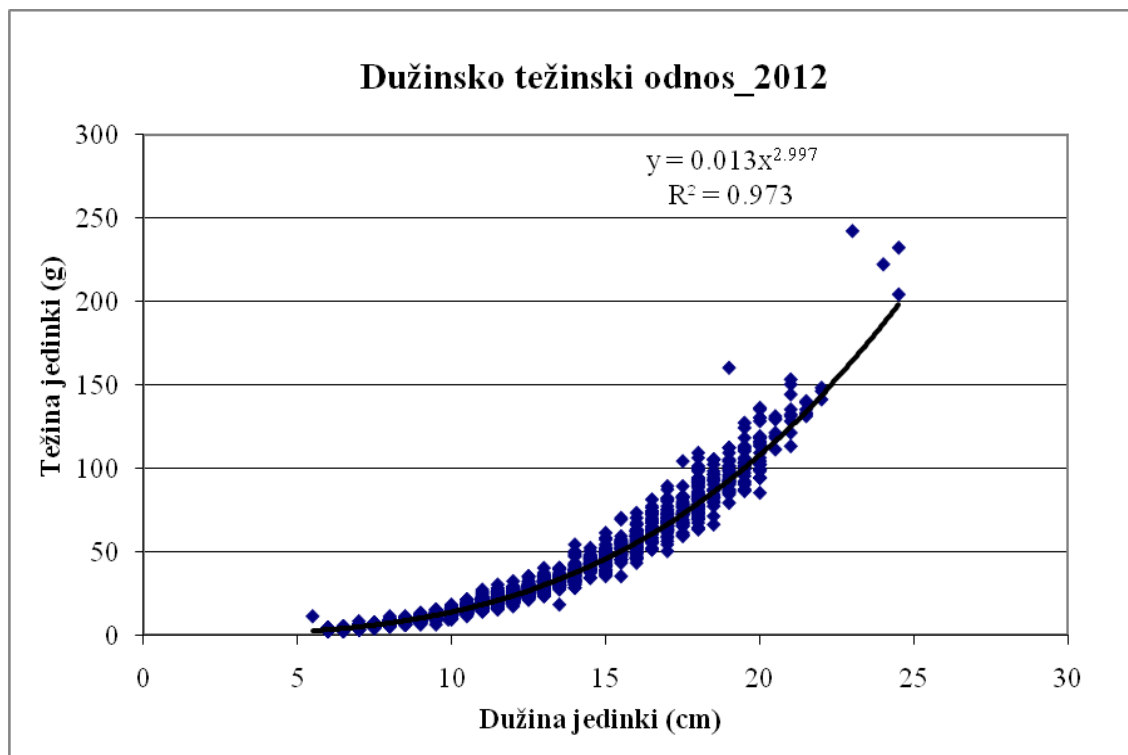
Slika 53. Odnos totalne dužine i težine tela jedinki u 2009. godini.



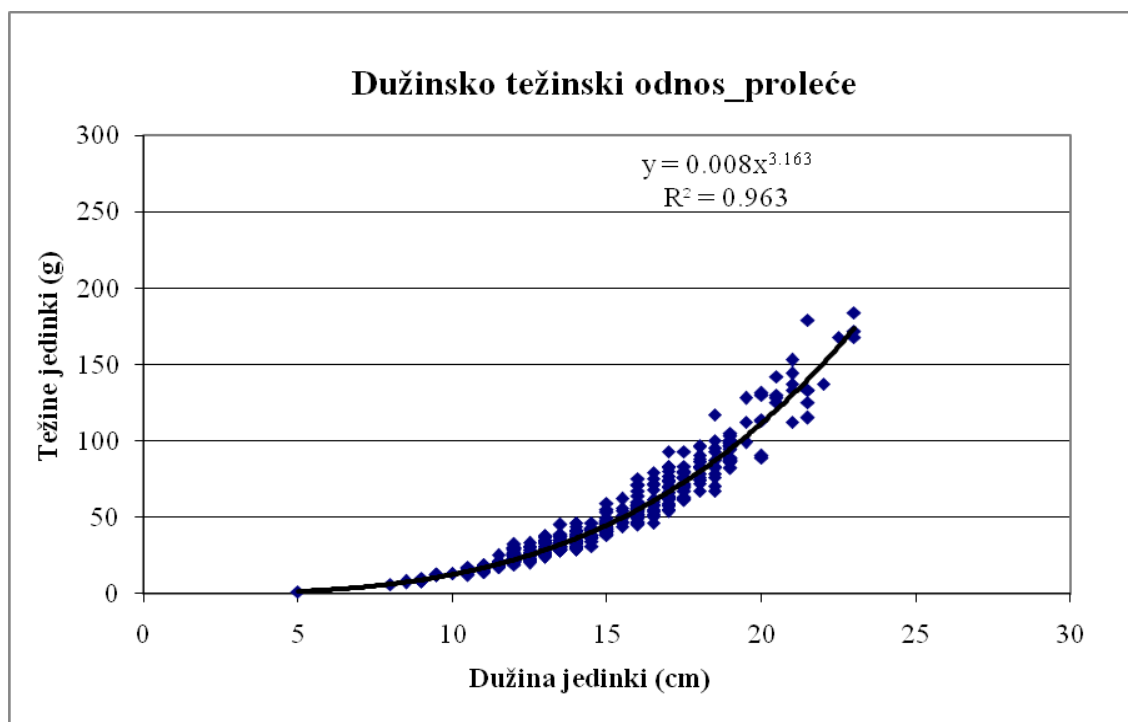
Slika 54. Odnos totalne dužine i težine tela jedinki u 2010. godini.



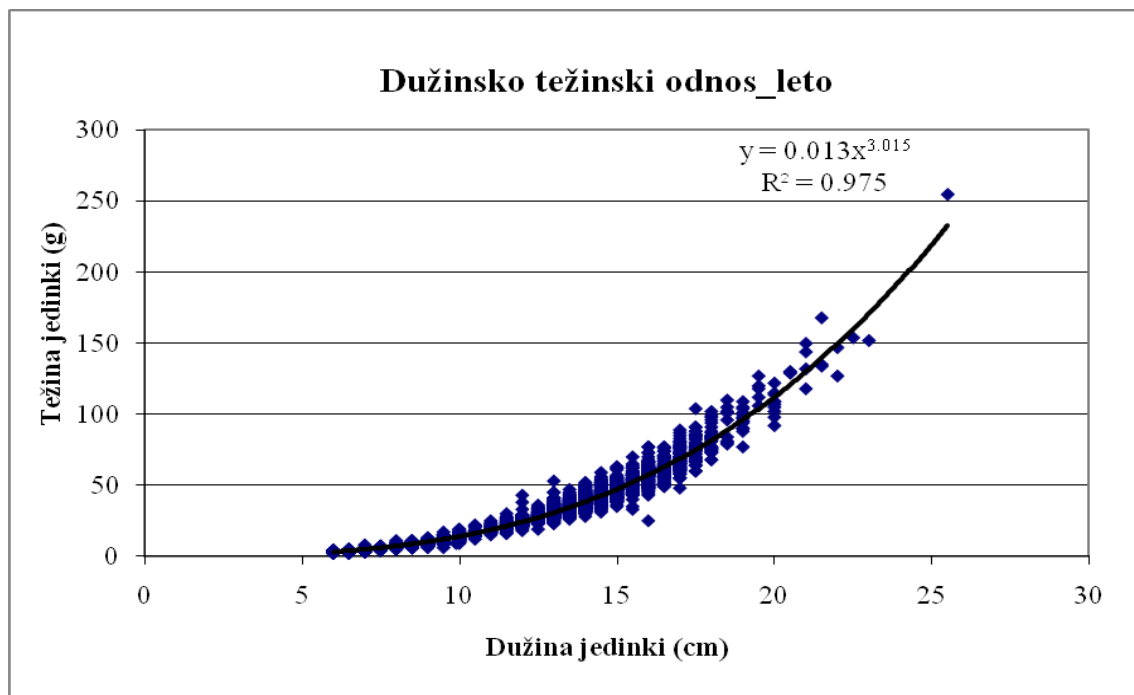
Slika 55. Odnos totalne dužine i težine tela jedinki u 2011. godini.



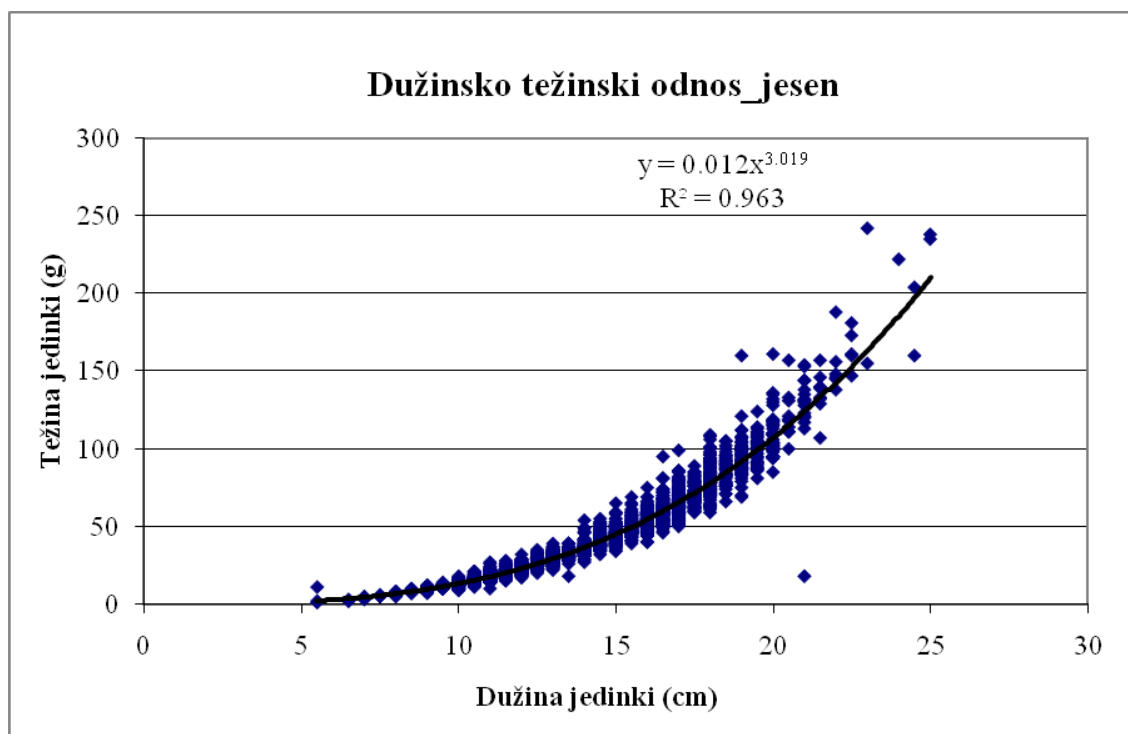
Slika 56. Odnos totalne dužine i težine tela jedinki u 2012. godini.



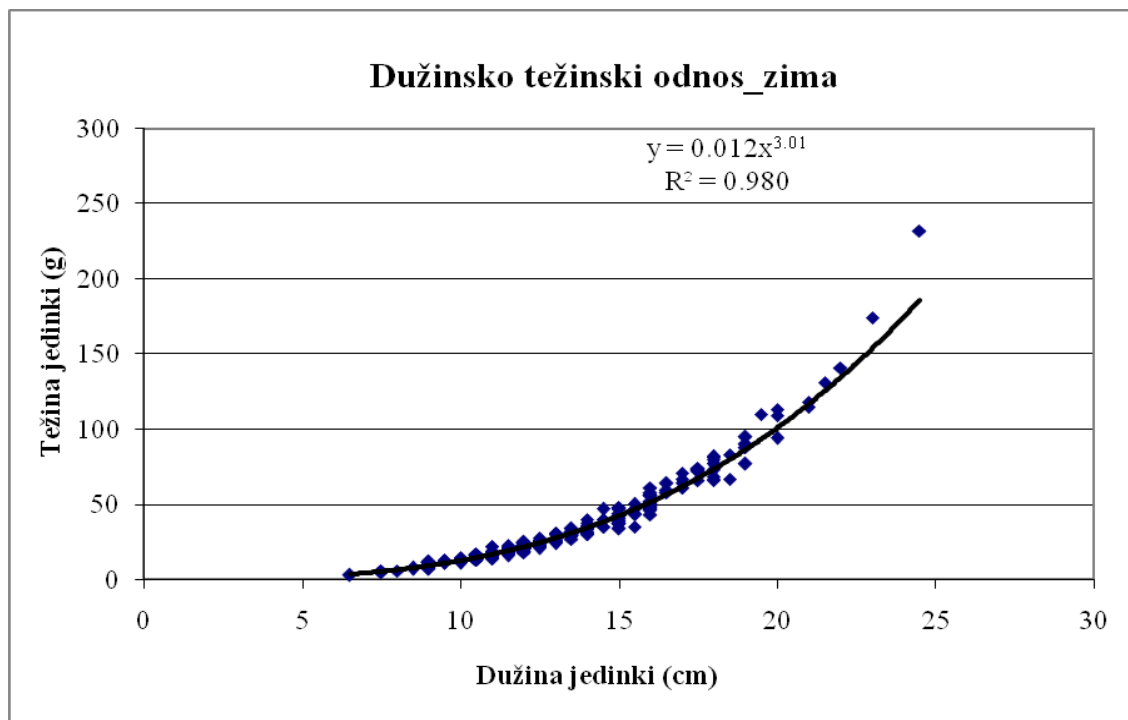
Slika 57. Odnos totalne dužine i težine tela jedinki tokom proleća u periodu od 2009. do 2012. godine.



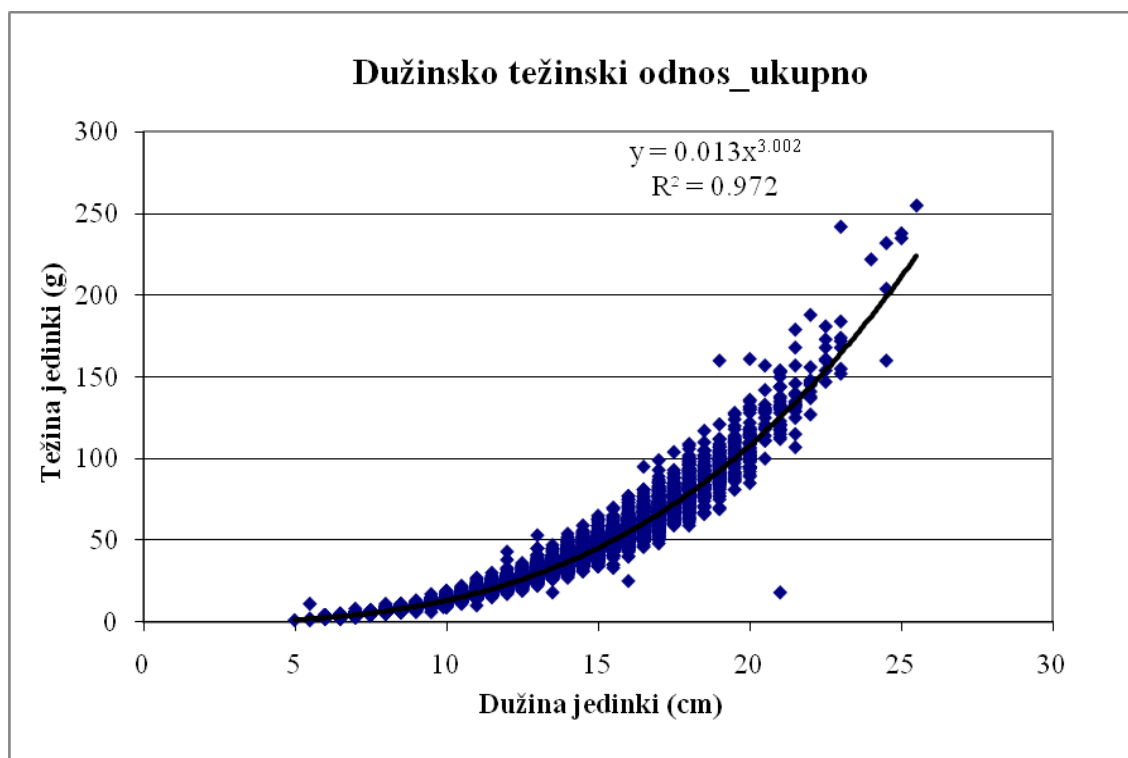
Slika 58. Odnos totalne dužine i težine tela jedinki tokom leta u periodu od 2009. do 2012. godine.



Slika 59. Odnos totalne dužine i težine tela jedinki tokom jeseni u periodu od 2009. do 2012. godine.



Slika 60. Odnos totalne dužine i težine tela jedinki tokom zime u periodu od 2009. do 2012. godine.



Slika 61. Odnos totalne dužine i težine tela jedinki ukupno u periodu od 2009. do 2012. godine.

Rezultati statističke analize faktora alometrije po godinama uzorkovanja pokazuju da statistički značajna razlika postoji između 2009. i 2010. godine, 2009. i 2011. godine, 2010. i 2012. godine i 2011. i 2012. godine ($p < 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7. Pregled statistički značajnih razlika (p) između analiziranih grupa jedinki prema godinama uzorkovanja (statistički značajne razlike obeležene su asteriskom).

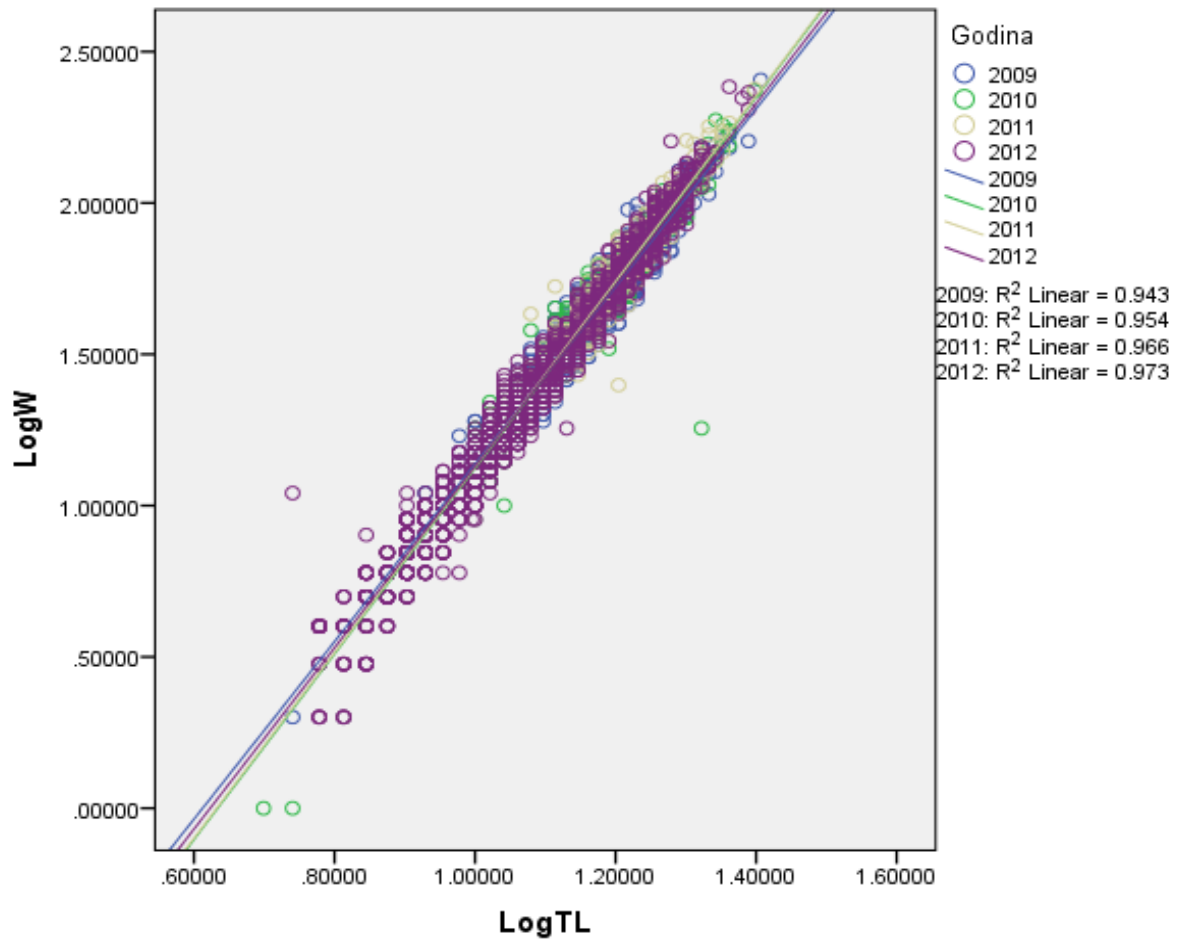
	2009	2010	2011	2012
2009	1,0	0,001*	0,001*	0,389
2010	<i>0,001*</i>	1,00	0,903	0,001*
2011	<i>0,001*</i>	<i>0,903</i>	1,0	0,001*
2012	<i>0,389</i>	<i>0,001*</i>	<i>0,001*</i>	1,0

Analiza faktora alometrije dužinsko-težinskog odnosa jedinki prema sezonama uzorkovanja pokazuje da statistički značajne razlike postoje između proleća i leta, proleća i jeseni i proleća i zime. Između svih drugih sezona ne postoje statistički značajne razlike ($p < 0,05$) (Tabela 8).

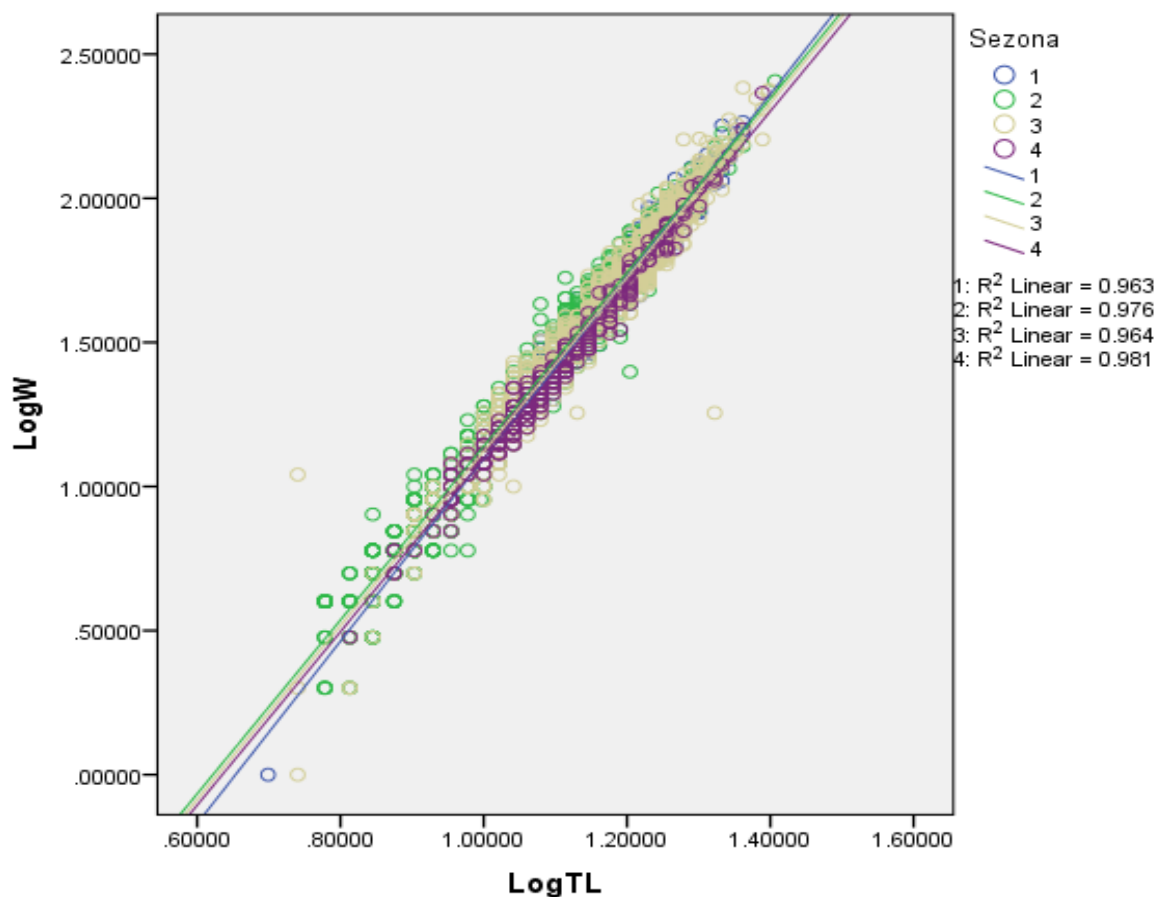
Tabela 8. Pregled statistički značajnih razlika (p) između analiziranih grupa jedinki prema sezonama uzorkovanja (statistički značajne razlike obeležene su asteriskom).

	Proleće	Leto	Jesen	Zima
Proleće	1,0	0,001*	0,001*	0,001*
Leto	<i>0,001*</i>	1,0	0,119	0,582
Jesen	<i>0,001*</i>	<i>0,119</i>	1,0	0,158
Zima	<i>0,001*</i>	<i>0,582</i>	<i>0,158</i>	1,0

Chow testom utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u vrednostima faktora alometrije u odnosu na godine i sezone uzorkovanja, međutim zbog velikog broja podataka u biološkom smislu ove razlike su beznačajne (Slike 62 i 63).

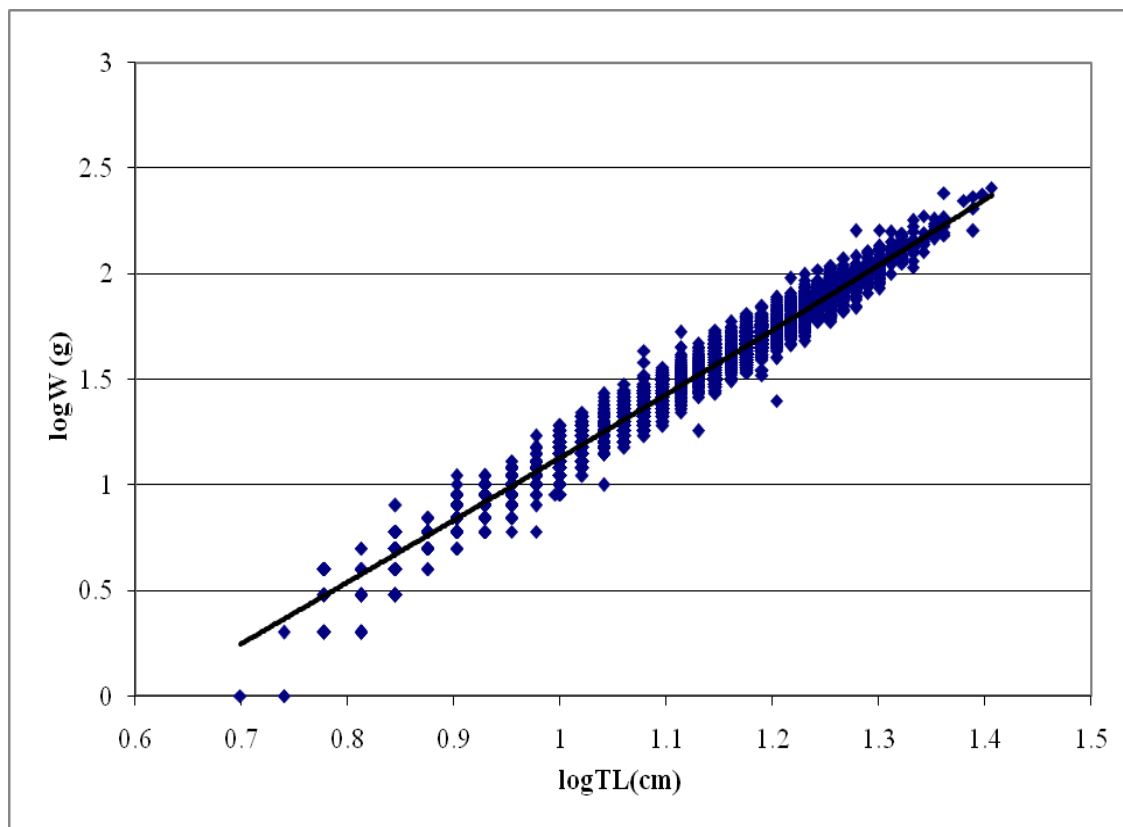


Slika 62. Ilustracija poklapanja regresionih linija po godinama uzorkovanja.



Slika 63. Ilustracija poklapanja regresionih linija po sezonama uzorkovanja (1 - proleće, 2 - leto, 3 - jesen, 4 - zima).

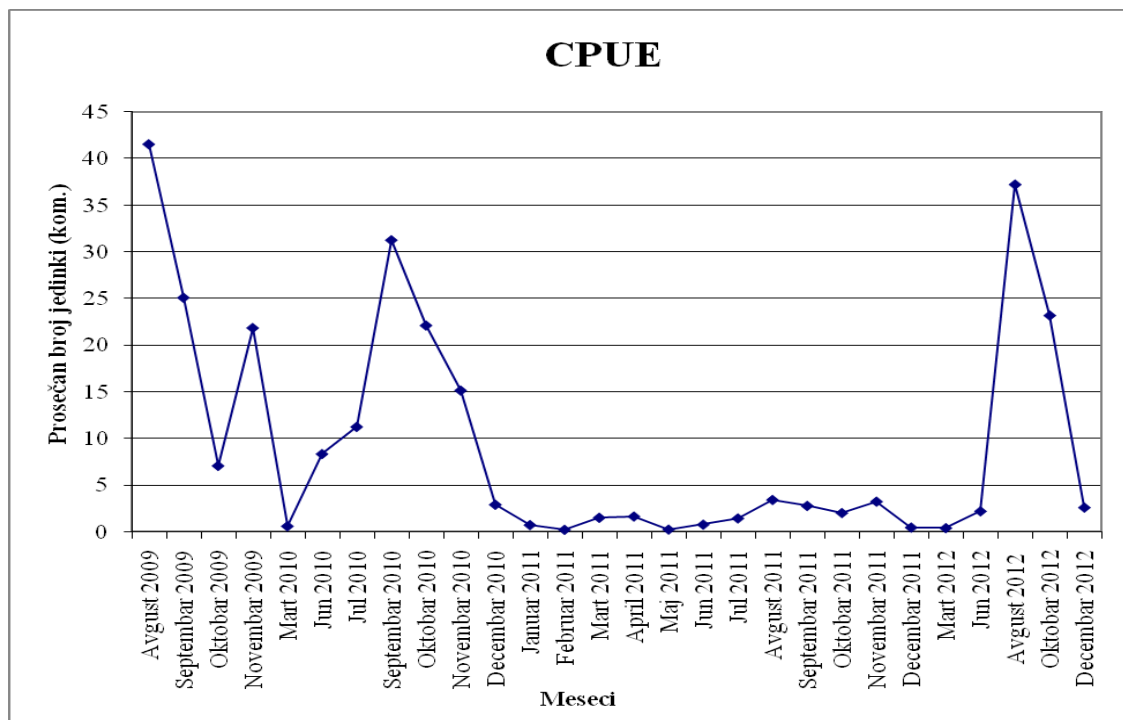
Kriva dužinsko-težinskog odnosa je takođe ispitana kako bi se utvrdilo da li postoji tačka infleksije. Pokazalo se da je najbolje fitovanje izvršeno polinomom četvrtog stepena sa sledećim parametrima: $\log W = -0.1904 \times \log TL^4 + 0.8522 \times \log TL^3 - 1.2269 \times \log TL^2 + 3.6361 \times \log TL - 1.9435$ ($R^2 = 0.9744$). Odsustvo tačke infleksije ukazuje na to da je rast juvenilnih i adultnih jedinki kontinuiran (Slika 64).



Slika 64. Logaritamski transformisan dužinsko-težinski odnos.

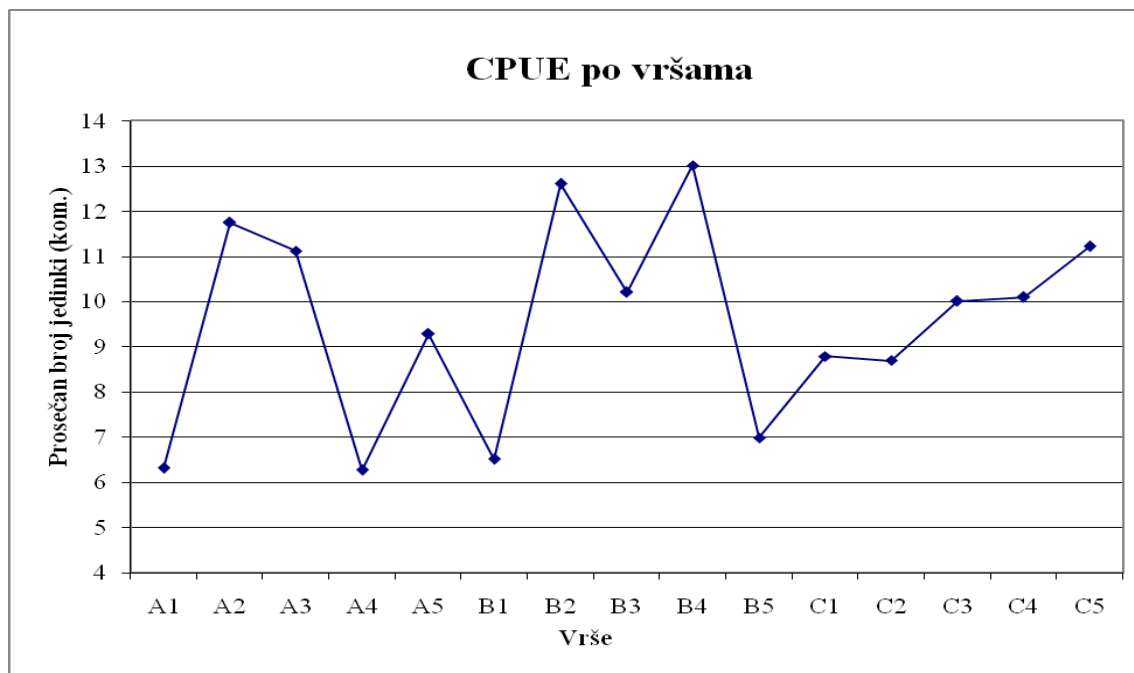
4.4. Distribucija jedinki i relativna gustina populacije

Kao što je već rečeno, za analizu sezonske distribucije i relativne gustine jedinki korišćen je ulov po jedinici ribolovnog napora, odnosno catch-per-unit-effort (CPUE), na poduzorku od 11 706 jedinki. Kada analiziramo vrednosti CPUE za svaki pojedinačni mesec u periodu od 2009. do 2012. godine (Slika 65), možemo primetiti da su tokom 2009, 2010. i 2012. godine CPUE vrednosti varirale u opsegu od $0,4 \pm 0,5$ jedinki po vrši po danu do $41,5 \pm 22,1$ jedinki po vrši po danu. Ove vrednosti su 2011. godine bile niske i prilično ujednačene i kretale su se u opsegu od $0,2 \pm 0,3$ jedinki po vrši po danu do $3,4 \pm 4,5$ jedinki po vrši po danu. Takođe, tokom proleća i zime 2009, 2010. i 2012. godine CPUE vrednosti su bile niske, kao i tokom cele 2011. godine kada se dogodio masovni pomor. CPUE vrednosti takođe ukazuju na brz oporavak populacije u 2012. godini (Slika 65).



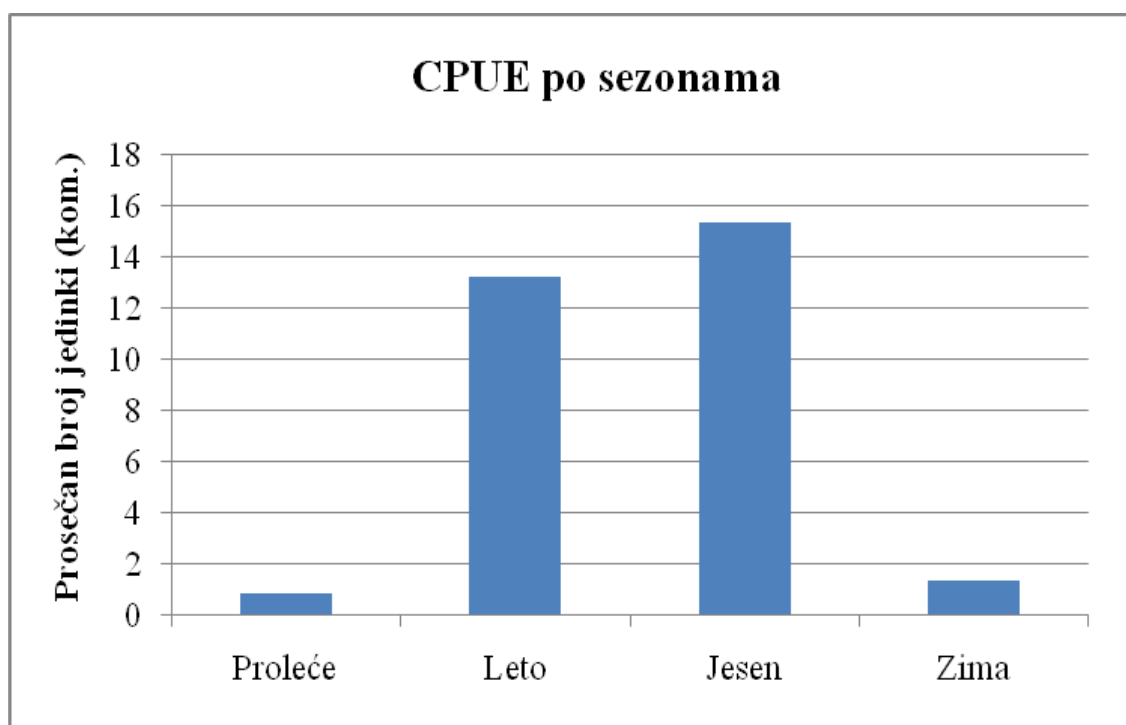
Slika 65. CPUE tokom svih meseci u periodu od 2009. do 2012. godine

CPUE vrednosti možemo da predstavimo i na drugačiji način, kako bismo dobili razlike između samih vrša (Slika 66) koje predstavljaju različita staništa, između sezona (Slika 67), kao i između vrša/staništa po sezonama (Slika 68). Analizirajući isključivo CPUE po vršama, možemo uočiti da najveće vrednosti imaju A₂ (11,74 ± 19,74 jedinki po vrši po danu), A₃ (11,12 ± 24,65 jedinki po vrši po danu), B₂ (12,61 ± 24,22 jedinki po vrši po danu) i B₄ (13,01 ± 26,16 jedinki po vrši po danu). To su vrše koje se nalaze u zoni makrofitske vegetacije, s tim što je A niz okrenut ka vodoskoku i jednom kraju jezera, dok je B niz u sredini. Kada je reč o C nizu, koji je okrenut ka središtu jezera, možemo primetiti niske vrednosti CPUE. Jedinu razliku čini poslednja vrša C₅ (11,22 ± 24,04 jedinki po vrši po danu), koja se nalazi u zoni mulja. Takođe, uočavaju se i izuzetno visoke vrednosti standardne devijacije, što govori o velikim razlikama u ulovu u svakoj vrši. Ove razlike su rezultat različitih sezona i godina uzorkovanja (Slika 65).



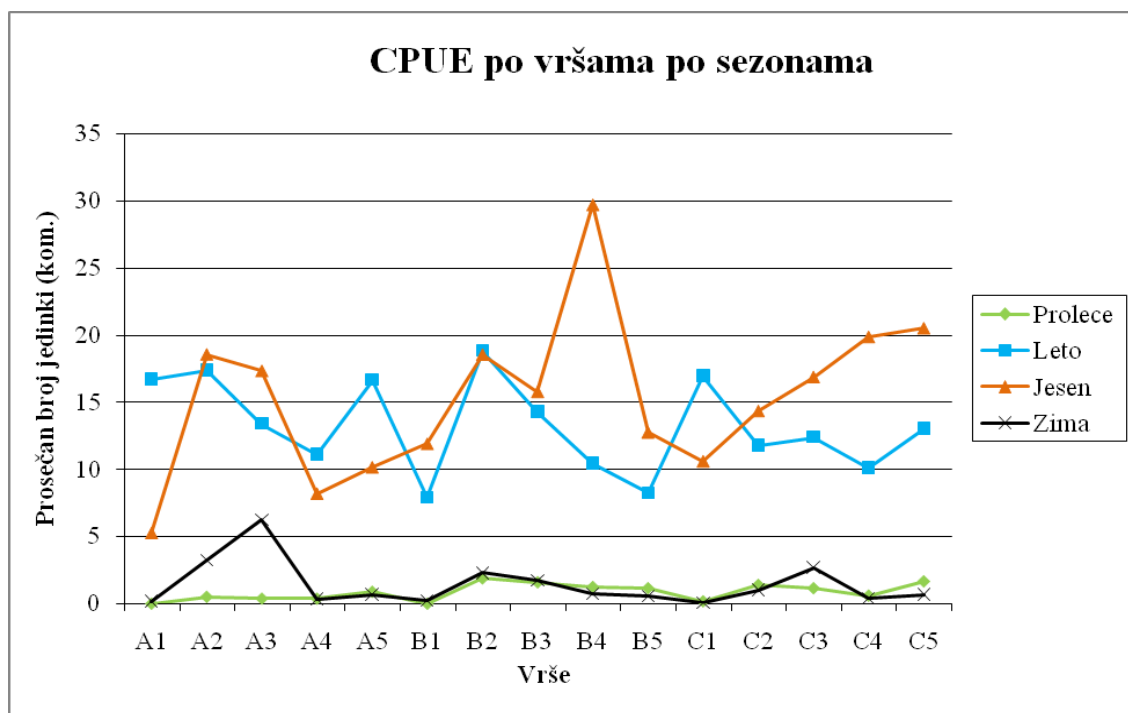
Slika 66. CPUE po vršama.

Rezultati analize CPUE po sezonama pokazuju da je najveća brojnost tokom jesenjeg ($15,36 \pm 5,99$ jedinki) i letnjeg ($13,26 \pm 3,43$) perioda, dok su najmanje vrednosti tokom prolećnog ($0,87 \pm 0,62$) i zimskog ($1,39 \pm 1,65$) perioda (Slika 67).



Slika 67. CPUE po sezonama.

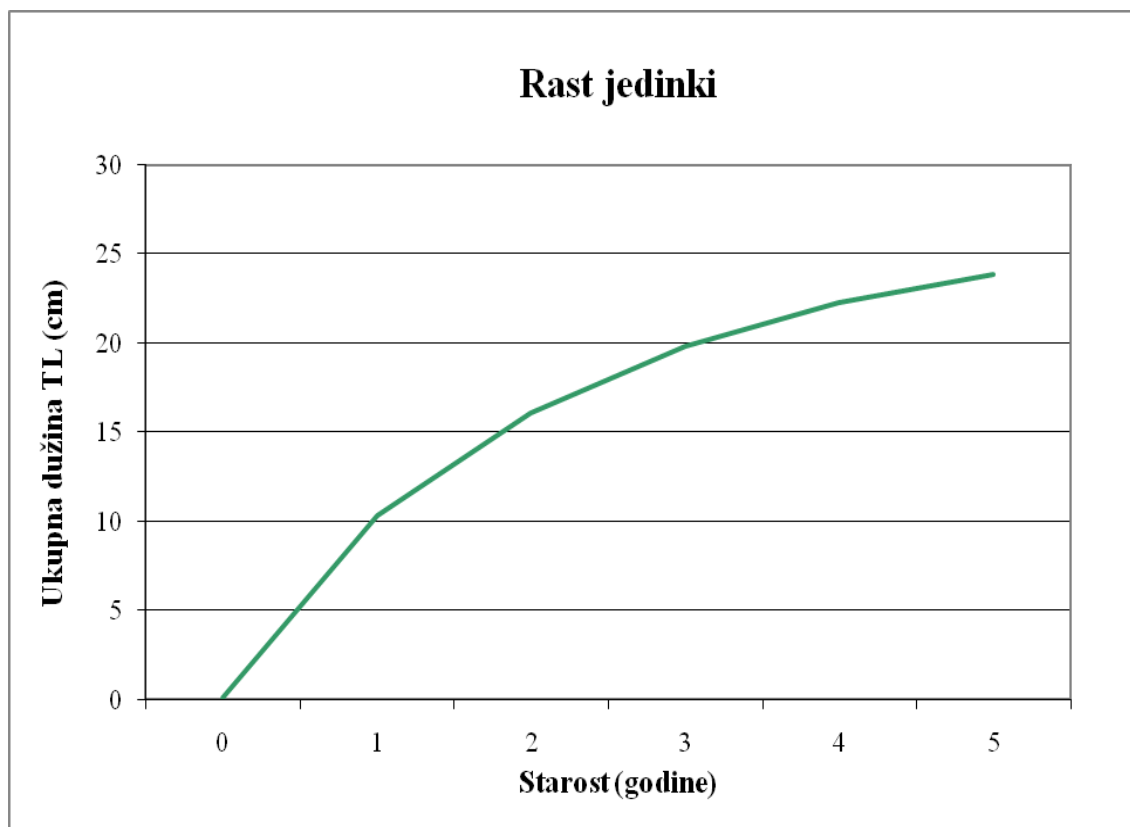
Nešto kompletniju sliku pruža grafik na kome su predstavljene CPUE vrednosti u odnosu na vrše po sezonama (Slika 68). Najveću brojnost tokom leta imaju sledeće vrše: A₁ (16,69 ± 19,16 jedinki po vrši po danu), A₂ (17,33 ± 16,45 jedinki po vrši po danu), A₅ (16,66 ± 32,44 jedinki po vrši po danu), B₂ (18,79 ± 21,46 jedinki po vrši po danu) i C₁ (16,94 ± 22,11). Jesen se u velikoj meri poklapa sa letnjim periodom, posebno kada su A i B nizovi u pitanju. Naime, najveću brojnost imaju A₂ (18,67 ± 14,67 jedinki po vrši po danu), A₃ (17,33 ± 17,65 jedinki po vrši po danu) i B₂ (18,55 ± 22,49 jedinki po vrši po danu) i ove vrše se nalaze u zoni najgušće vegetacije, kao i B₄ vrša (29,72 ± 33,17 jedinki po vrši po danu) koja se nalazi u zoni mulja. Izuzetak čini C niz, koji tokom jeseni beleži znatno veće CPUE vrednosti u odnosu na letnji period: C₃ (16,88 ± 13,84 jedinki po vrši po danu), C₄ (19,87 ± 17,53 jedinki po vrši po danu) i C₅ (20,52 ± 20,23 jedinki po vrši po danu). Kao i kod B niza i ovde imamo slučaj da su vrše sa najvećim CPUE vrednostima delom u zoni makrofitske vegetacije, delom u zoni mulja (Slika 68).



Slika 68. CPUE po sezonama po vršama.

4.5. Rast jedinki

Paremetri fon Bertalanfijeve krive rasta (Slika 69) izračunati su za poduzorak od 6033 jedinke, od 2009. do 2012. godine i oni imaju sledeće vrednosti: $L_{\infty} = 26,8$ cm, $K = 0,43$, $t_0 = -0,13$, bez odvajanja po polovima. Vrednost koeficijenta ϕ' je 2,49.



Slika 69. Fon Bertalanfijeva kriva rasta, u periodu od 2009. do 2012. godine.

Rezultati iz Savskog jezera pokazuju da je srednja vrednost totalne dužine tokom prve godine života (0+) 9,70 cm TL, druge godine (1+) 12,78 cm TL, treće godine (2+) 16,29 cm TL, četvrte godine (3+) 18,61 cm TL i pete godine (4+) 21,68 cm TL. Rast jedinki u Savskom jezeru najbrži je između prve (0+) i druge (1+) godine života, nakon čega se značajno usporava sa povećanjem dužine.

4.6. Ishrana

Analiza ishrane urađena je na ukupno 2349 jedinki ulovljenih tokom 2011. i 2012. godine, od kojih je pun stomak imalo 60 jedinki ($I_v = 97,4$). U Tabelama 9-14 predstavljeni su procentualni doprinosi pojedinih kategorija plena tokom 2011. i 2012. godine po sezonama.

Spektar ishrane sačinjavalo je 14 različitih kategorija plena iz pet grupa: Mollusca, Crustacea, Insecta, Teleostei i biljke. Tokom proleća 2011. godine (Tabela 9) ishrana se sastojala od beskičmenjaka kod 42,1% ispitanih primeraka koji su imali pun stomak, od riba kod 52,63%, dok je 20,73% primeraka u stomaku imalo biljne ostatke. Od beskičmenjaka dominirali su mekušci i to vrsta *Fagotia acicularis* (%PV = 11,0) i nedeterminisane vrste puževa (%PV = 13,47), dok je račića *Bosmina sp.* i nedeterminisanih insekata bilo znatno manje (%PV = 2,59). Tri determinisane vrste riba iz tri porodice sačinjavalo je plen crnog američkog patuljastog soma u ovom poduzorku, i to *Perca fluviatilis* (%PV = 22,44), kao i *Lepomis gibbosus*, *Neogobius gymnotrachelus* i nedeterminisane ribe koje su imale istu procentualnu vrednost indeksa značajnosti (%PV = 7,33). Biljni ostaci su, takođe, u značajnoj meri činili ishranu jedinki (%PV = 20,73). Prosečna vrednost dužine tela predatora bila je 19,1 cm TL (3+), dok je prosečan broj komada plena po stomaku 1,32. Sastav hrane u odnosu na uzrasne klase izgledao je tako da se 70% 3+ jedinki i 30% 4+ jedinki hranilo ribama i ikrom. Beskičmenjacima se hranilo 14,3% 2+ jedinki, 71,3% 3+ jedinki i 14,3% 4+ jedinki, dok se biljnim ostacima hranilo 50% 1+ jedinki i 50% 3+ jedinki. Zahvaljujući visokoj vrednosti Šenonovog indeksa ($H = 2,13 \pm 0,09$) možemo zaključiti da su jedinke crnog američkog patuljastog soma u ovom poduzorku imale vrlo raznovrstan spektar ishrane.

Tabela 9. Procentualni doprinos pojedinih kategorija plena tokom proleća 2011. godine
(F je procentualna učestalost, Cn numerička abundanca i PV indeks značajnosti)

Kategorija plena			F	Cn	PV	%PV
Mollusca	Gastropoda	<i>Fagotia acicularis</i>	10,53	12,5	38,93	11,0
		<i>Physa acuta</i>	5,26	4,17	9,18	2,59
		Nedeterminisani puževi	15,79	12,5	47,68	13,47
Arthropoda	Crustacea, Branchiopoda, Cladocera	<i>Bosmina sp.</i>	5,26	4,17	9,18	2,59
	Insecta	Nedeterminisani insekti	5,26	4,17	9,18	2,59
Teleostei	Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	15,79	20,83	79,47	22,44
	Centrarchidae	<i>Lepomis gibossus</i>	10,53	8,33	25,95	7,33
	Gobiidae	<i>Neogobius gymnotrachelus</i>	10,53	8,33	25,95	7,33
	Nedeterminisane ribe		10,53	8,33	25,95	7,33
	Ikra		5,26	4,17	9,18	2,59
Biljke	Neidentifikovani ostaci		21,05	16,67	73,41	20,73
Broj ispitanih stomaka			70			
Broj praznih stomaka			51			
Broj punih stomaka			19			
Srednja dužina tela predatora (cm)			19,1			
Prosečan broj komada plena po stomaku			1,32			

Tokom leta 2011. godine (Tabela 10) ishrana se sastojala od beskičmenjaka kod 42,86%, od riba kod 57,14% ispitanih primeraka koji su imali pun stomak, dok je 14,29% primeraka u stomaku imalo biljne ostatke. Od beskičmenjaka dominirali su insekti i to predstavnici iz redova Hemiptera i Coleoptera (%PV = 3,41 za svaki), i familije Staphilinidae (%PV = 6,8), dok je nedeterminisanih insekata bilo najviše (%PV = 9,7). Dve vrste riba iz dve porodice sačinjavalo je plen crnog američkog patuljastog soma u ovom poduzorku, i to percida *P. fluviatilis* (%PV = 17,75) i centrarhida *L. gibbosus* (%PV = 45,84). Biljnih ostataka je bilo manje nego tokom proleća (%PV = 9,6). Prosečna vrednost dužine predatora bila je znatno manja nego predhodne sezone i iznosila je 13,94, dok je prosečan broj komada plena po predatoru bio 1,29. Sastav hrane u odnosu na uzrasne klase razlikovao se u odnosu na prolećni period. Od jedinki koje su se hranile ribom, čak 62,5% je bilo 1+, 25% 2+ i 12,5% 3+. Takođe, beskičmenjacima se hranilo 66,7% 1+ jedinki i 33,3% 2+ jedinki. Biljnim ostacima isključivo su se hranile 1+ jedinke. Niža vrednost Šenonovog indeksa ($H = 1,65 \pm 0,09$) navodi na zaključak da je spektar ishrane bio nešto manje raznovrstan nego tokom proleća.

Tabela 10. Procentualni doprinos pojedinih kategorija plena tokom leta 2011. godine (F je procentualna učestalost, Cn numerička abundanca i PV indeks značajnosti).

Kategorija plena				F	Cn	PV	%PV
Mollusca	Gastropoda	Nedeterminisani puževi		7,14	5,56	14,85	3,42
		Hemiptera		7,14	5,56	14,85	3,42
Insecta		Coleoptera		7,14	5,56	14,85	3,42
			Staphylinidae	7,14	11,11	29,70	6,83
		Nedeterminisani insekti		14,29	11,11	42,00	9,66
Teleostei	Percidae						
		<i>Perca fluviatilis</i> (L.)		21,43	16,67	77,15	17,75
	Centrarchidae						
		<i>Lepomis gibbosus</i> (L.)		35,71	33,33	199,2	45,84
Biljke	Neidentifikovani ostaci			14,29	11,11	42,00	9,66
Broj ispitanih stomaka			254				
Broj praznih stomaka			240				
Broj punih stomaka			14				
Srednja dužina tela predatora (cm)			13,94				
Prosečan broj komada plena po stomaku			1,29				

Jedinke crnog američkog patuljastog soma su se tokom jeseni 2011. godine (Tabela 11) hranile u najvećoj meri ribama (83,33%), a zatim beskičmenjacima (16,67%) i najmanje biljkama (8,33%). Kada je reč o ribljem plenu, njega su sačinjavale tri vrste iz tri porodice, i to percida *P. fluviatilis* (%PV = 46,71), gobida *N. fluviatilis* (%PV = 28,94) i centrarchida *L. gibbosus* (%PV = 11,82). Kod plena koga su činili beskičmenjaci, vrednosti indeksa značajnosti za Coccinellidae, *Astacus astacus* i biljne ostatke bio je isti (%PV = 4,18). Prosečna vrednost dužine tela predatora bila je ista kao i tokom proleća i iznosila je 19,1 cm TL (3+), dok je prosečan broj plena po stomaku bio 1,17 i nije se značajno razlikovao u odnosu na prolećni i letnji period. Sastav hrane u odnosu na uzrasne klase bio je takav da se po 40% 3+ i 4+ jedinki i 20% 2+ jedinki hranilo ribama. Jedna 1+ jedinka je u svom želudačno crevnom sadržaju imala vrstu iz porodice Coccinellidae, dok je 4+ jedinka imala *A. astacus*, koji je i znatno veći plen. Biljnim ostacima isključivo su se hranile 3+ jedinke. Vrednost Šenonovog indeksa ($H = 1,36 \pm 0,11$) nam govori da je spektar ishrane bio uži u odnosu na proleće i leto iste godine.

Tabela 11. Procentualni doprinos pojedinih kategorija plena tokom jeseni 2011. godine (F je procentualna učestalost, Cn numerička abundanca i PV indeks značajnosti).

Kategorija plena		F	Cn	PV	%PV	
Arthropoda	Crustacea	<i>Astacus astacus</i>	8,33	7,14	20,62	4,18
	Insecta, Coleoptera	Coccinellidae	8,33	7,14	20,62	4,18
Ribe	Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	41,67	35,71	230,53	46,71
	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	16,67	14,29	58,32	11,82
	Gobiidae	<i>Neogobius fluviatilis</i>	25	28,57	142,86	28,94
Biljke	Nedeterminisani ostaci		8,33	7,14	20,62	4,18
Broj ispitanih stomaka			362			
Broj praznih stomaka			350			
Broj punih stomaka			12			
Srednja dužina tela predatora (cm)			19,1			
Prosečan broj komada plena po stomaku			1,17			

Tokom zime 2011. godine (decembar) samo je jedna jedinka (od ukupno 21 uhvaćene i disekovane) u svom želudcu imala kamen. Takođe, na proleće 2012. godine (mart) od ukupno 18 uhvaćenih i disekovanih jedinki ni jedna nije imala u svom

želudačno-crevnom sadržaju plen. Sasvim drugačija slika se mogla primetiti tokom leta 2012. godine (Tabela 12), kada su se sve jedinke (koje su imale pune stomake) hranile ribama (100%), a jedna jedinka je pored ostataka ribe imala i jednog nedeterminisanog puža (20%). Kada govorimo o ribljem plenu, njega su sačinjavale *P. fluviatilis* i *L. gibbosus*, sa istom procentualnom vrednošću indeksa značajnosti, %PV = 31,87 za svaku. Prosečna dužina tela predatora bila je slična vrednostima tokom proleća i jeseni 2011. godine i iznosila je 19,4 cm TL (3+). Prosečan broj komada plena bio je 2, odnosno bio je veći u odnosu na sve predhodne sezone. Sastav hrane u odnosu na starosnu strukturu pokazao je da se 66,7% 3+ jedinki i 33,3% 2+ jedinki hranilo ribom. Takođe, jedna 3+ jedinka je osim ribe pojela i puža i kamen. U toku ove sezone Šenonov indeks je imao još nižu vrednost u odnosu na leto predhodne godine ($H = 1,45 \pm 0,08$).

Tabela 12. Procentualni doprinos pojedinih kategorija plena tokom leta 2012. godine (F je procentualna učestalost, Cn numerička abundanca i PV indeks značajnosti).

Kategorija plena			F	Cn	PV	%PV
Mollusca	Gastropoda	Nedeterminisani puževi	40	20	126,49	21,24
Teleostei						
	Percidae					
		<i>Perca fluviatilis</i>	40	30	189,74	31,87
	Centrarchidae					
		<i>Lepomis gibbosus</i>	40	30	189,74	31,87
	Gobiidae					
		<i>Neogobius gimnotrachelus</i>				
		<i>Neogobius fluviatilis</i>	20	10	44,72	7,51
Biljke						
Ostalo			20	10	44,72	7,51
Broj ispitanih stomaka			1133			
Broj praznih stomaka			1128			
Broj punih stomaka			5			
Srednja dužina tela predatora (cm)			19,44			
Prosečan broj komada plena po stomaku			2			

Od uhvaćenih i disekovanih jedinki crnog američkog patuljastog soma (374) tokom jeseni 2012. godine (Tabela 13), samo je 6 imalo želudačno-crevni sadržaj koga su sačinjavale u podjednakoj meri ribe, i to *P. fluviatilis* (%PV = 50) i biljni ostaci (%PV = 50). Prosečna dužina tela predatora bila je slična vrednostima tokom proleća i jeseni 2011. i leta 2012. godine i iznosila je 19,25 cm TL (3+), dok je prosečan broj komada plena po stomaku bio 1. Sastav hrane u odnosu na uzrasne klase bio je takav da se 66,7% 3+ i 33,3% 4+ jedinki hranilo ribama, dok se 33,3% 2+ i 66,7% 3+ jedinki hranilo biljnim ostacima. Vrednost Šenonovog indeksa tokom jeseni ($H = 0,69 \pm 0,00$) bila je niska, što ukazuje na manje raznovrsan spektar ishrane.

Tabela 13. Procentualni doprinos pojedinih kategorija plena tokom jeseni 2012. godine (F je procentualna učestalost, Cn numerička abundanca i PV indeks značajnosti).

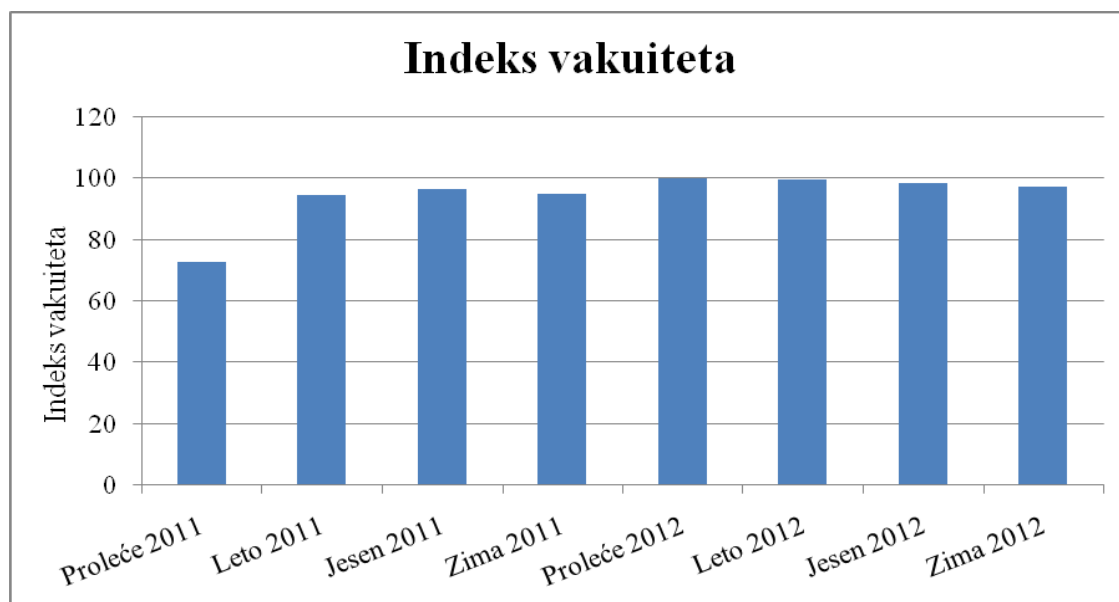
Kategorija plena			F	Cn	PV	%PV
Ribe	Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	50	50	353,55	50
Biljke	nedeterminisani ostaci		50	50	353,55	50
Broj ispitanih stomaka			374			
Broj praznih stomaka			368			
Broj punih stomaja			6			
Srednja dužina tela predatora (cm)			19,25			
Prosečan broj komada plena po stomaku			1			

Plen jedinki crnog američkog patuljastog soma, koje su uzorkovane tokom zime 2012. godine (Tabela 14), sačinjavale su isključivo ribe (100%) i to *L. gibbosus* (%PV = 81,82) i *N. fluviatilis* (%PV = 18,18). Srednja vrednost dužine tela predatora bila je 18,5 cm TL (3+), dok je prosečan broj plena po predatoru bio 3,67. Sastav hrane u odnosu na starosnu strukturu bio je takav da su 1+, 3+ i 4+ jedinke u podjednakoj meri hranile ribama (po 33,3%), s tim što je 4+ jedinka pojela 4 jedinke *L. gibbosus* i jednu jedinku *N. fluviatilis*. Vrednost Šenonovog indeksa tokom zime 2012. godine bila je niska ($H = 0,47 \pm 0,1$) što ukazuje na neraznovrsnu ishranu.

Tabela 14. Procentualni doprinos pojedinih kategorija plena tokom zime 2012. godine (F je procentualna učestalost, Cn numerička abundanca i PV indeks značajnosti).

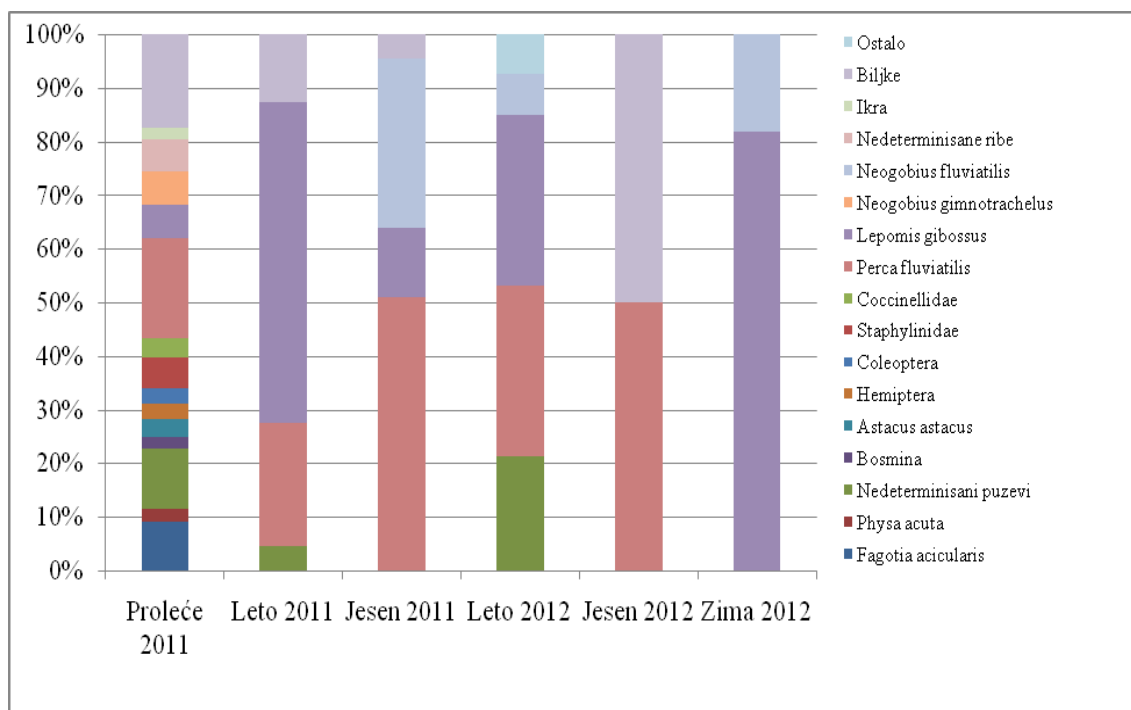
Kategorije plena		F	Cn	PV	%PV	
Ribe	Centrarchidae	<i>Lepomis gibossus</i>	66,67	81,82	668,04	81,82
	Gobiidae	<i>Neogobius fluviatilis</i>	66,67	18,18	148,45	18,18
Broj ispitanih stomaka		117				
Broj praznih stomaka		114				
Broj punih stomaka		3				
Srednja dužina tela predatora (cm)		18,5				
Prosečan broj komada plena po stomaku		3,67				

Indeks vakuiteta, odnosno procentualni doprinos praznih stomaka u ukupnom broju pregledanih stomaka nije značajno varirao između sezona i imao je visoke vrednosti. Najmanju vrednost imao je na proleće 2011. godine ($Iv = 72,86\%$), a najveću tokom iste sezone naredne godine ($Iv = 100\%$), kada su sve analizirane jedinke imale prazne stomake. Tokom svih ostalih sezona vrednosti indeksa vakuiteta kretale su se između $94,49\%$ i $99,56\%$ (Slika 70).



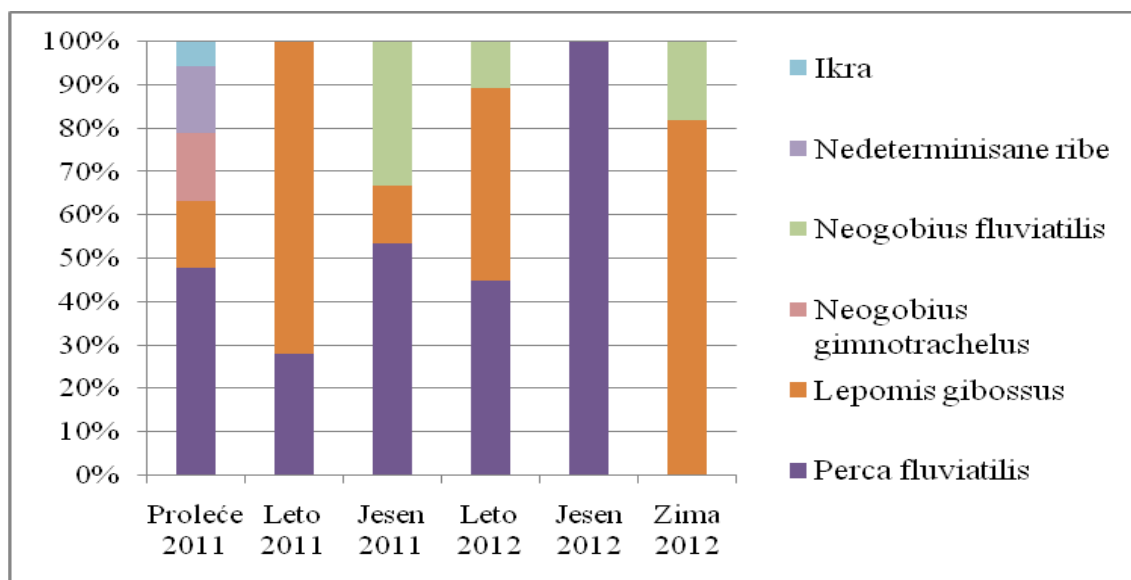
Slika 70. Vrednosti indeksa vakuiteta po sezonama, odnosno variranje procenta praznih stomaka kod crnog američkog patuljastog soma.

Spektar ishrane jedinki crnog američkog patuljastog soma pokazuje sezonsko variranje. Najveća raznovrsnost u ishrani zabeležena je tokom proleća 2011. godine. Najveći procentualni udeo u ukupnom plenu imala je vrsta *P. fluviatilis* (%PV = 22,4), a zatim biljni ostaci, odnosno vrsta *M. spicatum* (%PV = 20,7%). Vrsta *F. acicularis* takođe je predstavljala hranu jedinkama crnog američkog patuljastog soma u ovom periodu (%PV = 11). Udeo nedeterminisanih riba, kao i vrsta *N. gymnotrachelus* i *L. gibbosus* bio je podjednak (%PV = 7,3), kao i nedeterminisanih insekata, račića *Bosmina sp.* i puža *P. acuta* (%PV=2,6%). Tokom ovog perioda u želudačno-crevnom sadržaju uzorkovanih jedinki uočena je i ikra (%PV = 2,6), koja nije nađena ni u jednom drugom periodu. Leto 2011. godine takođe je bilo raznovrsno kada je ishrana u pitanju. Plen su u najvećoj meri činile jedinke *L. gibbosus* (%PV = 45,8%), a zatim i *P. fluviatilis* (%PV = 17,7). Udeo nedeterminisanih insekata i biljnih ostataka bio je isti (po %PV = 9,7), dok je Staphylinida bilo nešto manje (%PV = 6,8%). Zastupljenost nedeterminisanih puževa, Hemiptera i Coleoptera bila je ista (%PV = 3,4%) u odnosu na ukupan želudačno-crevni sadržaj uzorkovanih jedinki. Jesen 2011. godine karakterisala je nešto manja raznovrsnost. U ukupnom uzorku plena dominirala je vrsta *P. fluviatilis* (%PV = 46,7), a zatim *N. fluviatilis* (%PV = 28,9) i *L. gibbosus* (%PV = 11,8). Jednak udeo u ukupnom plenu imale su *A. astacus*, Coccinellidae i biljni ostaci (%PV = 4,2). Tokom leta 2012. godine isti procentualni udeo u ukupnom plenu su imale vrste *P. fluviatilis* i *L. gibbosus* (%PV = 31,9 za svaku), odnosno vrsta *N. fluviatilis* i „ostalo“ (%PV = 7,5). Termin „ostalo“ se odnosi na kamenje i pesak, a poseban kuriozitet predstavlja žvaka koja je pronađena u jednom slučaju. Nedeterminisanih puževa bilo je 21,2% od ukupnog plena. Izuzetno mala raznovrsnost zabeležena je tokom jeseni 2012. godine, kada su u podjednako meri bile zastupljene vrsta *P. fluviatilis* i biljni ostaci (%PV = 50), ali i tokom zime 2012. godine. Tada je apsolutnu dominaciju u ukupnom plenu imala vrsta *L. gibbosus* (%PV = 81,8). Osim nje zabeležena je i vrsta *N. fluviatilis* (%PV = 18,2) (Slika 71).



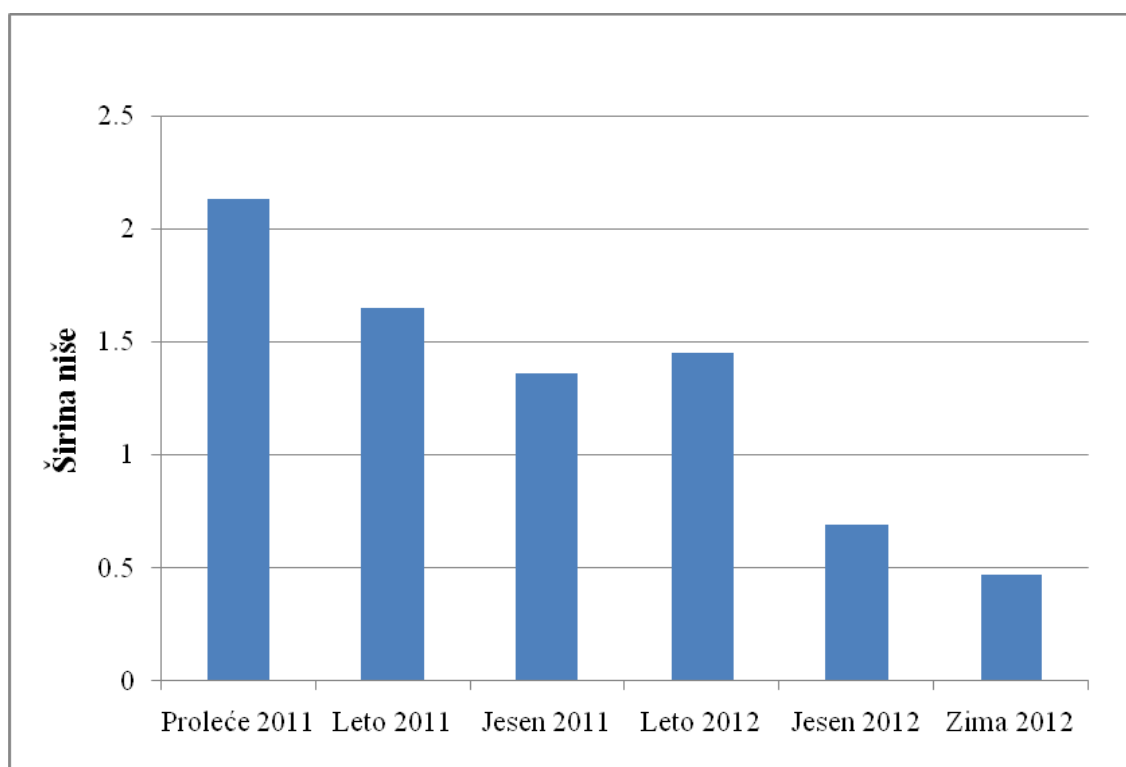
Slika 71. Sezonsko variranje sastava hrane iskazano kao vrednost %PV za sve vrste plena po sezonama.

Vrsta *L. gibbosus* predstavljala je najznačajniju kategoriju plena tokom leta 2011. godine (%PV = 45,84) i 2012. godine (%PV = 31,88) i ubedljivo tokom zime 2012. godine (%PV = 81,82), *P. fluviatilis* tokom proleća 2011. godine (22,4%), jeseni 2011. godine (%PV = 46,71), leta 2012. godine (%PV = 31,87) i jeseni 2012. godine (%PV = 50). Kada je reč o vrstama roda *Neogobius*, vrsta *N. fluviatilis* je najzastupljenija tokom jeseni 2011. godine (%PV = 28,94) (Slika 72).



Slika 72. Sezonsko variranje sastava hrane iskazano kao vrednost %PV za riblje vrste.

Vrednost širine niše bila je najveća tokom proleća 2011. godine ($H = 2,12 \pm 0,09$), a najmanja tokom zime 2012. godine ($H = 0,47 \pm 0,1$) (Slika 73).

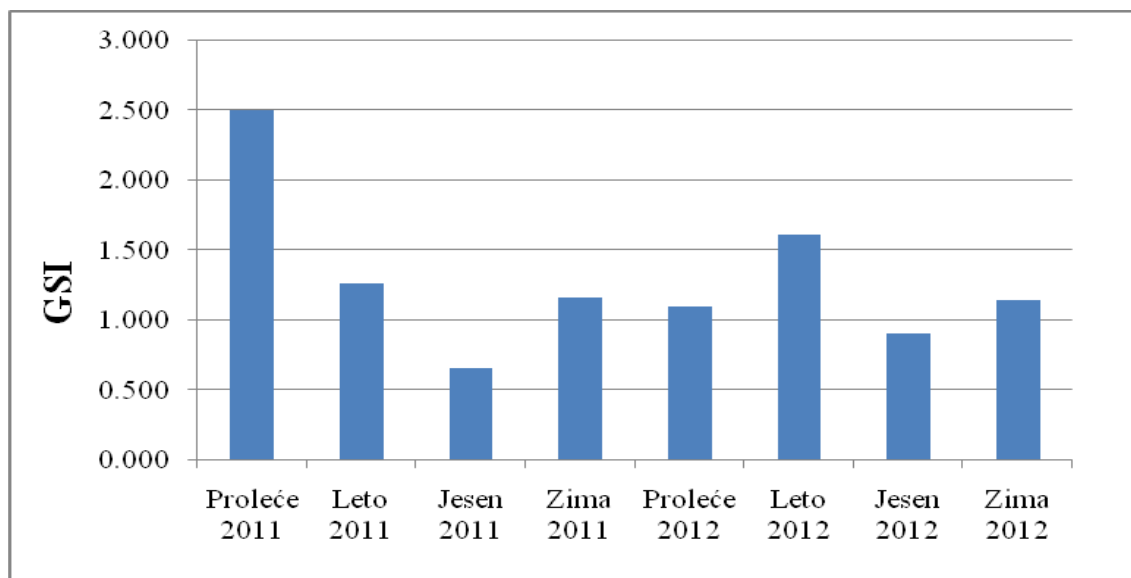


Slika 73. Širina niše ishrane (Šenonov indeks) po sezonama.

4.7. Gonadosomatski indeks, hepatosomatski indeks i faktor kondicije

Vrednosti gonadosomatskog indeksa (GSI), hepatosomatskog indeksa (HSI) i Fultonovog faktora kondicije (K) određene su na uzorku od 2349 jedinki, ulovljenih u periodu od 2011. do 2012. godine. Međutim, za izračunavanje GSI iskorišćeno je samo 365 jedinki koje su imale gonade. Svi rezultati prikazani su sezonski.

GSI ima najveću vrednost tokom proleća ($2,50 \pm 2,18$), a zatim opada tokom leta 2011. godine ($1,26 \pm 2,19$), jer je tokom maja period najintenzivnijeg mresta. Kako je uzorkovanje vršeno tokom svakog meseca 2011. godine, rezultati pokazuju da GSI ima najveću vrednost u maju (5,01), da bi u junu i avgustu pao na nulu. Međutim, vrednosti GSI se u julu ponovo povećavaju i dostižu vrednost od 3,79. Niske vrednosti GSI se mogu primetiti u jesenjem ($0,97 \pm 0,09$) i zimskom periodu (1,17), kada nema mresta. Tokom proleća 2012. godine vrednost GSI je bila niska (1,10). Početkom leta gonade su bile teže i spremne za mrest, tako da je i vrednost GSI u junu bila 2,7 da bi u avgustu opala na 0,53. Srednja vrednost GSI tokom leta 2012. godine je bila $1,61 \pm 1,54$. Kada je reč o jesenjem i zimskom periodu tokom 2012. godine beleže se slični rezultati kao i tokom 2011. godine. Vrednosti GSI su bile 0,91 (jesen) i 1,15 (zima) (Slika 74).



Slika 74. Vrednosti gonadosomatskog indeksa predstavljene po sezonama.

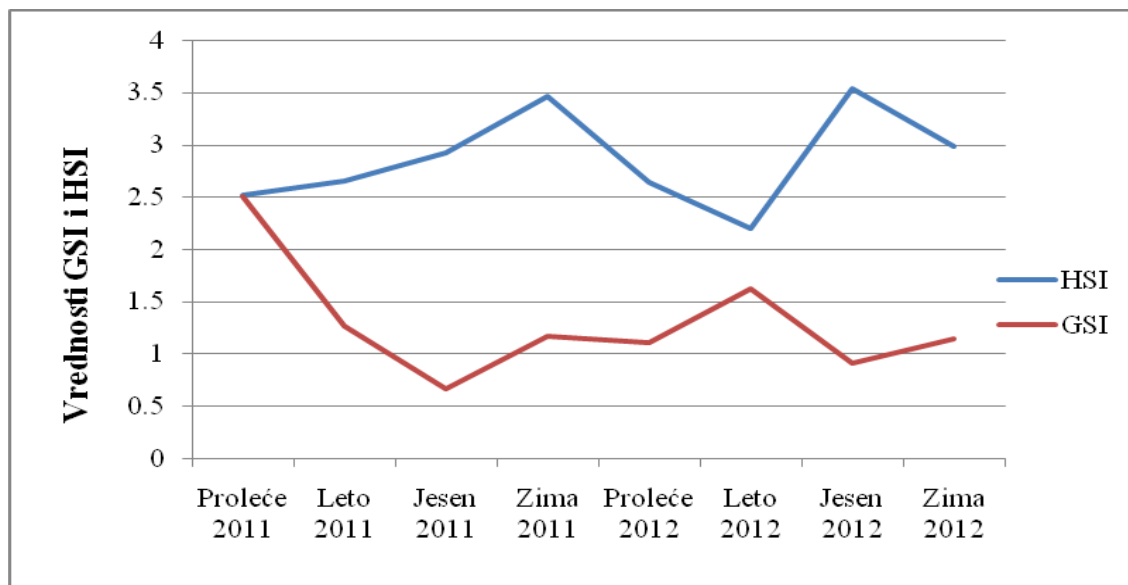
Kao što je već napomenuto, HSI predstavlja opšte stanje energetskih rezervi kod riba i rezultati istraživanja prikazani su grafički. Visoke vrednosti tokom jeseni i zime

2011. godine (2,92 i 3,47) i jeseni i zime 2012. godine (3,54 i 2,99) potvrđuju da jedinke crnog američkog patuljastog soma u hladnijim mesecima poboljšavaju stanje svojih energetske rezervi, kako bi preživele nepovoljnije periode godine. Međutim, visoke vrednosti HSI i u drugim periodima godine od 2,20 (leto 2012. godine) do 2,66 (leto 2011. godine) potvrđuju dobro energetske stanje jedinki u Savskom jezeru, bez obzira na sezone (Slika 75).



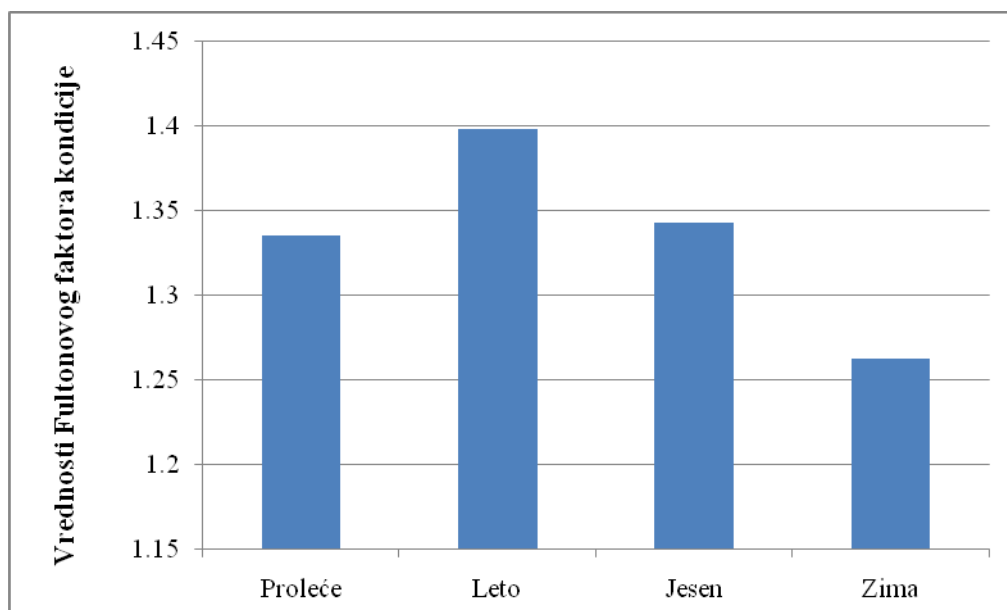
Slika 75. Vrednosti hepatosomatskog indeksa predstavljene po sezonama.

Takođe, zanimljiv je odnos GSI i HSI (Slika 76) koji jasno pokazuje na koji način jedinke crnog američkog patuljastog soma raspoređuju svoje energetske resurse tokom različitih sezona. Tokom proleća i leta najveći deo energije ulaže se u reprodukciju, mada se jasno vidi oštar pad vrednosti GSI kako se ide od prolećnih ka letnjim mesecima, odnosno kako se period mresta završava. S druge strane, tokom jeseni i zime situacija se menja u korist povećanja masnih naslaga, težine jetre i očuvanja energije. Takođe, i vrednosti HSI, doživljavaju oštar pad sa približavanjem proleća, a posebno leta (kada se beleže i najmanje vrednosti).

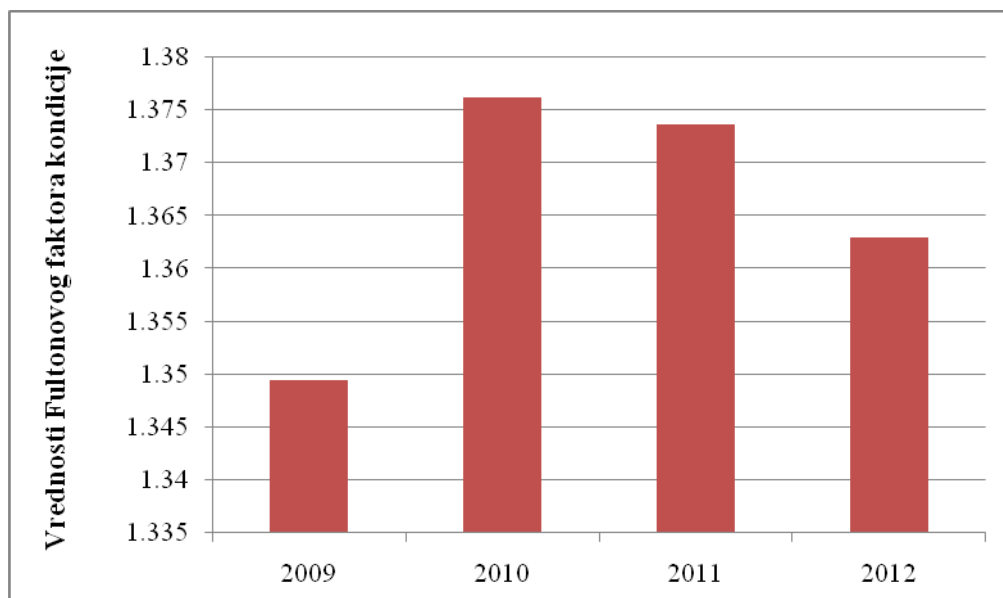


Slika 76. Odnos vrednosti gonadosomatskog i hepatosomatskog indeksa predstavljenih po sezonama.

Fultonov faktor kondicije, koji nam govori o opštem blagostanju jedinki, je očekivano najveći u najtoplijem periodu godine, odnosno tokom leta ($1,399 \pm 0,19$). Tokom proleća i jeseni vrednosti su približne i iznose $1,335 \pm 0,18$ i $1,343 \pm 0,19$. Zimi ovaj faktor ima najnižu vrednost koja iznosi $1,262 \pm 0,11$ (Slika 77). Vrednosti Fultonovog faktora kondicije po godinama pokazuju da su one bile najmanje 2009. godine ($1,349 \pm 0,16$), a najveće 2010. godine ($1,376 \pm 0,18$). 2011. godine je ova vrednost bila $1,374 \pm 0,18$, a 2012. godine $1,363 \pm 0,22$ (Slika 78).



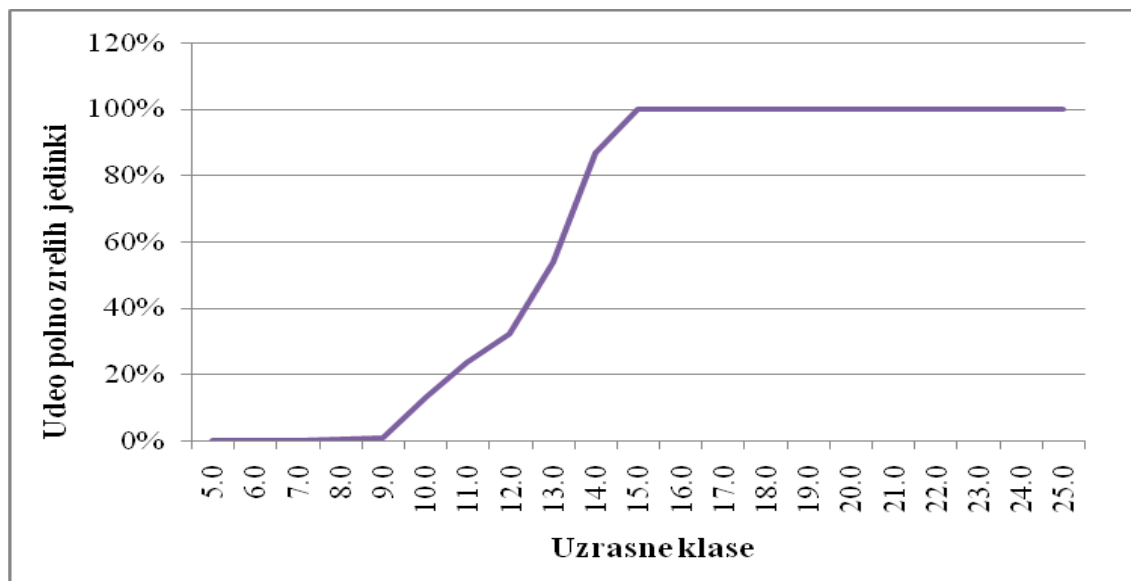
Slika 77. Vrednosti Fultonovog faktora kondicije predstavljene po sezonama.



Slika 78. Vrednosti Fultonovog faktora kondicije predstavljene po godinama.

4.8. Osobine životne istorije: veličina jedinki pri dostizanju polne zrelosti i fekunditet

Kao što je već napomenuto, za određivanje veličine jedinki pri dostizanju polne zrelosti i fekunditeta iskorišćen je poduzorak od 2352 jedinke, koje su uzorkovane od marta 2011. godine do decembra 2012. godine. Rezultati su pokazali da se veličina jedinki koje prvi put dostižu polnu zrelost kreće u intervalu od 10 do 12 cm TL (1+), a procentualni udeo polno zrelih jedinki je 23%. Kod jedinki čija je veličina 13 cm i 14 cm TL (1+) procentualni udeo polno zrelih jedinki raste na 54 % i 87%. Od 15 cm TL (2+) sve jedinke se smatraju polno zrelim (Slika 79).



Slika 79. Udeo polno zrelih jedinki u odnosu na veličinu jedinki.

Vrednosti fekunditeta dobijene su na poduzorku od 29 jedinki 2011. godine i 19 jedinki 2012. godine (Tabele 12 i 13). U tabelama su date i vrednosti totalnih dužina (cm) i težina (g) jedinki koje su korišćene za analizu.

Vrednosti apsolutnog fekunditeta bile su najveće krajem aprila, pred sam početak mresta i kretale su se u intervalu od 3993,91 do 10221,64, odnosno u proseku 6782,82. Krajem maja i početkom juna, nakon najintenzivnijeg perioda mresta, vrednosti apsolutnog fekunditeta opadaju i kreću se u intervalu od 1702,39 do 44487,28, odnosno imaju prosečnu vrednost od 2896,15. Pred sam kraj mresta, krajem jula, vrednosti apsolutnog fekunditeta još su niže i kreću se u intervalu od 870,02 do 1355,97, odnosno u proseku 1024,16. Vrednosti relativnog fekunditeta po gramu telesne težine i po gramu težine gonade takođe prate ovaj trend. Prosečne vrednosti relativnog fekunditeta po gramu telesne težine jedinki krajem aprila iznose 84,47, odnosno kreću se u intervalu od 23,12 do 155,3. Krajem maja i početkom juna prosečna vrednost relativnog fekunditeta po gramu telesne težine jedinki opada na 49,29, odnosno obuhvata interval od 22,88 do 91,14. U julu je prosečna vrednost 21,83, odnosno vrednosti se nalaze u intervalu od 17,61 do 24,49. Krajem aprila prosečna vrednost relativnog fekunditeta po gramu težine gonade iznosi 6429,38, odnosno vrednosti se kreću u intervalu od 1281,82 do 11184,38. Prosečna vrednost krajem maja i početkom

juna iznosi 2281,75, odnosno vrednosti se nalaze u intervalu od 242,31 do 7175,0. U julu su vrednosti najniže i kreću se od 223,66 do 2329,41 sa prosekom od 914,36.

Ukoliko posmatramo sve mesece u kojima se odvija reprodukcija tokom 2011. godine dobijamo da su prosečne vrednosti apsolutnog fekunditeta 5184,38 (interval od 870,02 do 10221,64), relativnog fekunditeta po gramu telesne težine jedinki 68,55 (interval od 17,61 do 155,3) i relativnog fekunditeta po gramu težine gonade 4810,56 (interval od 223,66 do 11184,38) (Tabela 12).

Za izračunavanje vrednosti apsolutnog i relativnog fekunditeta tokom 2012. godine analizirane su samo jedinke u junu, i to sredinom meseca. Prosečna vrednost apsolutnog fekunditeta bila je 3923,17, odnosno vrednosti su se kretale u intervalu od 1688,09 do 12072,58. Relativni fekunditet po gramu telesne težine jedinki imao je prosečnu vrednost od 79,16 i vrednosti su bile unutar intervala od 26,04 do 154,78. Prosečna vrednost relativnog fekunditeta po gramu težine gonada iznosila je 6809,38 i vrednosti su se nalazile u intervalu od 271,75 do 25650,0 (Tabela 13).

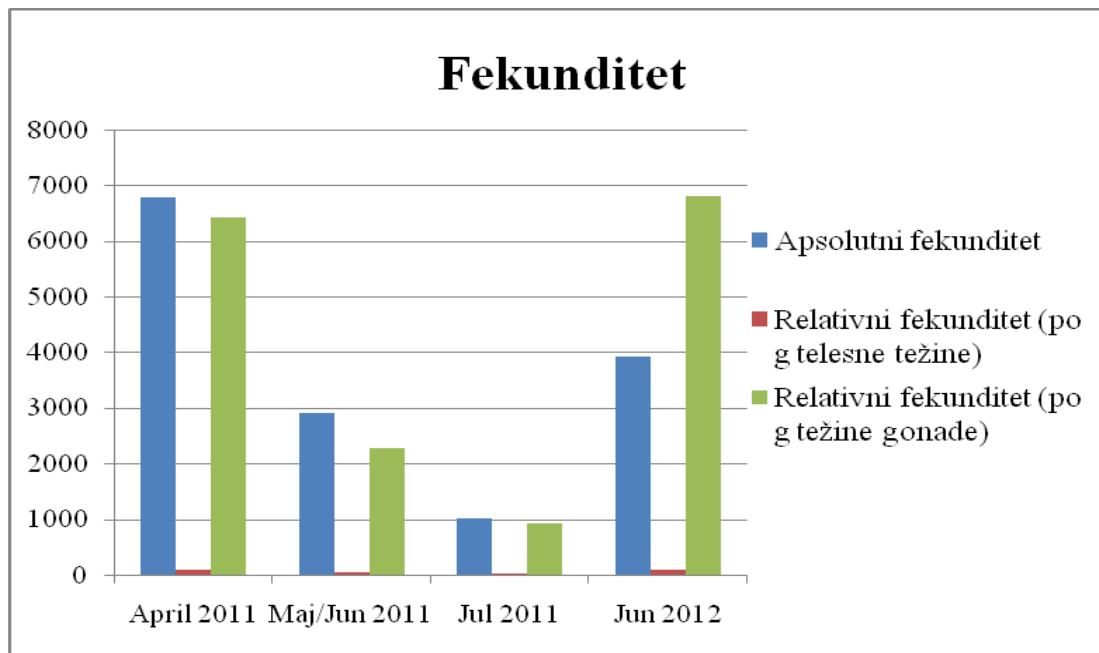
Tabela 12. Vrednosti apsolutnog i relativnog fekunditeta (po gramu telesne težine jedinke i po gramu težine gonade) jedinke crnog američkog patuljastog soma tokom 2011. godine.

Mesec	Težina jedinke (g)	Dužina jedinke (cm)	Težina gonada (g)	Poduzorak 1		Poduzorak 2		Poduzorak 3		Apsolutni fekunditet	Relativni fekunditet (po g telesne težine)	Relativni fekunditet (po g težine gonade)
				težina (g)	br. jaja	težina (g)	br. jaja	težina (g)	br. jaja			
April	168	22,5	3,03	0,36	465	0,36	469	0,38	476	3883,91	23,12	1281,82
	99	19	1,54	0,22	605	0,21	548	0,21	574	4155,59	41,98	2698,44
	93	17,5	1	0,15	803	0,13	918	0,12	1055	6940,00	74,62	6940,00
	128	20,5	1,7	0,19	1219	0,19	1133	0,17	955	10221,64	79,86	6012,73
	70	17,5	0,69	0,09	742	0,11	904	0,1	944	5957,00	85,1	8633,33
	75	16,5	0,89	0,07	584	0,06	561	0,08	596	7378,52	98,38	8290,48
	66	17	0,54	0,07	632	0,07	656	0,06	734	5459,4	82,72	10110,00
	56	15,5	0,65	0,12	1098	0,12	1198	0,11	1352	6774,86	120,98	10422,86
	61	17	0,66	0,09	988	0,11	1039	0,08	942	6998,36	114,73	10603,57
	144	21	2,43	0,29	968	0,27	1022	0,26	815	8312,38	57,72	3420,73
	83	18	2,22	0,31	639	0,26	479	0,28	607	4505,29	54,28	2029,41
	96	18	1,41	0,17	1095	0,15	880	0,18	1023	8454,36	88,07	5996,00
	80	17	2,01	0,33	771	0,34	841	0,32	939	5179,3	64,74	2576,77
	98	19	1,8	0,21	1051	0,17	867	0,2	1054	9223,45	94,12	5124,14
	67	18	0,78	0,1	1064	0,11	1249	0,11	1266	8723,81	130,21	11184,38
	88	19	1,47	0,22	923	0,23	886	0,23	1181	6463,68	73,45	4397,06
	69	17	0,87	0,12	934	0,1	667	0,09	738	6564,29	95,13	7545,16
73	17	0,82	0,11	598	0,1	697	0,12	772	5136,18	70,36	6263,64	
55	17	0,99	0,13	1061	0,12	958	0,11	1087	8541,5	155,3	8627,78	
Maj/Jun	163	21	15	1,08	344	1,03	313	1,02	271	4447,28	27,28	296,49
	75	17	4,84	0,51	317	0,5	285	0,52	316	2904,00	38,72	600,00
	37	14	0,47	0,05	354	0,07	505	0,08	576	3372,25	91,14	7175,00
	33	13,5	0,55	0,1	468	0,09	494	0,11	553	2777,5	84,17	5050,00
	54	15,5	5,21	0,74	235	0,75	247	0,79	263	1702,39	31,53	326,75
	95	18	8,97	1,04	256	1,02	259	1,06	241	2173,5	22,88	242,31
Jul	39	13,5	0,41	0,06	107	0,05	136	0,06	153	955,06	24,49	2329,41
	39	14,5	3,89	0,61	137	0,62	141	0,63	138	870,02	22,31	223,66
	77	16	1,63	0,2	184	0,23	189	0,26	201	1355,97	17,61	831,88
	40	14	3,36	0,54	154	0,53	142	0,53	140	915,6	22,89	272,50
Prosek									5184,38	68,55	4810,56	

Tabela 13. Vrednosti apsolutnog i relativnog fekunditeta (po gramu telesne težine jedinke i po gramu težine gonade) jedinke crnog američkog patuljastog soma tokom 2012. godine.

Mesec	Težina jedinke (g)	Dužina jedinke (cm)	Težina gonada (g)	Poduzorak 1		Poduzorak 2		Poduzorak 3		Apsolutni fekunditet	Relativni fekunditet (po g telesne težine)	Relativni fekunditet (po g težine gonade)
				težina (g)	br. jaja	težina (g)	br. jaja	težina (g)	br. jaja			
Jun	49	15	0,77	0,14	599	0,12	548	0,13	585	3419,59	69,79	4441,03
	114	20	1,45	0,14	594	0,13	536	0,14	437	5541,83	48,61	3821,95
	24	12	0,14	0,06	1163	0,08	1286	0	0	2449,00	102,04	17492,86
	39	14,5	0,7	0,06	382	0,06	373	0,07	518	4690,00	120,26	6700,00
	37	14	0,85	0,07	380	0,08	397	0,07	298	4153,41	112,25	4886,36
	28	14	0,22	0,11	1435	0,1	1663	0	0	3245,52	115,91	14752,38
	14	10,5	0,08	0,08	2052	0	0	0	0	2052,00	146,57	25650,00
	78	17,5	1,25	0,1	1019	0,11	1025	0,1	950	12072,58	154,78	9658,06
	63	16	7,66	0,6	168	0,54	143	0,63	170	2081,62	33,04	271,75
	67	17	1,1	0,1	601	0,1	688	0,1	541	6710,00	100,15	6100,00
	130	20,5	6,77	0,47	234	0,5	274	0,47	212	3385,00	26,04	500,00
	65	17	0,96	0,1	520	0,09	594	0,11	694	5785,60	89,01	6026,67
	34	13,5	0,16	0,16	2414	0	0	0	0	2414,00	71,00	15087,50
	37	13,5	2,73	0,3	230	0,31	221	0,33	200	1890,67	51,10	692,55
	54	15	5,4	0,52	183	0,56	188	0,54	155	1753,33	32,47	324,69
	40	13	1,84	0,31	277	0,28	257	0,27	255	1688,09	42,20	917,44
	60	16	3,43	0,36	352	0,33	287	0,32	275	3103,98	51,73	904,95
	57	15,5	0,5	0,19	2204	0,31	2343	0	0	4547,00	79,77	9094,00
62	16	1,73	0,25	528	0,29	625	0,28	533	3557,05	57,37	2056,10	
Prosek										3923,17	79,16	6809,38

Kako bismo dobili jasniju sliku o tome na koji način se fekunditet menjao tokom različitih meseci uzorkovanja, rezultati iz Tabela 10 i 11 predstavljeni su i grafički (Slika 80).



Slika 80. Vrednosti apsolutnog i relativnog fekunditeta (po gramu telesne težine jedinke i po gramu težine gonade) jedinki po mesecima uzorkovanja.

Početak mresta jedinki crnog američkog patuljastog soma zavisi od temperature vode (Novomeská & Kováč, 2009). Zbog toga su ove vrednosti date za 2011. i 2012. godinu kada su i uzorkovane jedinke za ispitivanje osobina životne istorije (Tabela 14) (Grozdić *et al.*, 2014).

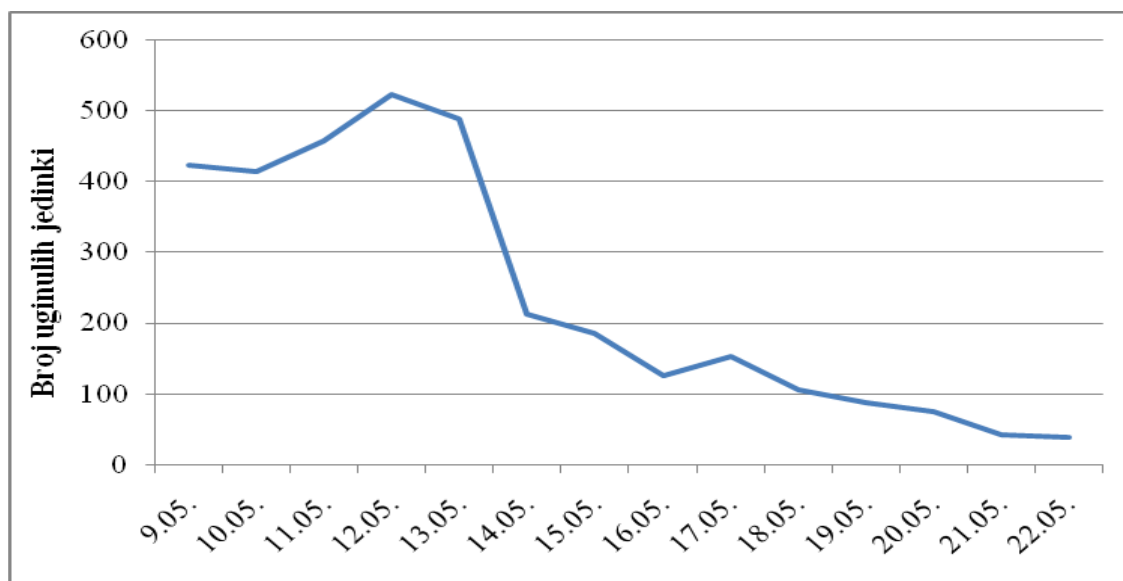
Tabela 14. Temperatura vode u Savskom jezeru tokom perioda mresta 2011 i 2012. godine.

Godina	Mesec	Temperatura vode (°C)
2011	Maj	20,7
	Jun	25,5
	Jul	26,1
	Avgust	26,3
2012	Maj	19,7
	Jun	25,1
	Jul	27,9
	Avgust	27,3

4.9. Obnova i dinamika populacije nakon masovnog pomora

Masovni pomor jedinki crnog američkog patuljastog soma dogodio se u periodu od 9. do 22. maja 2011. godine, dok je najveći broj uginulih jedinki zabeležen 12. i 13. maja i iznosio je 523 i 489 jedinki (Slika 81). Ukupan broj uginulih jedinki bio je 3328. Prosečna težina uginulih jedinki iznosila je $28,17 \pm 0,78$ g i sve su pripadale istoj uzasnoj klasi (2+). Sve uginule jedinke koje su odnete u laboratoriju na ispitivanje imale su iste kliničke simptome: uvećan abdomen, blede škrge, tačkasto i difuzno krvarenje ventralne strane abdomena, petehijalna krvarenja po perajima, prolabiran i zacrvenjen anus.

Masovnim pomorom bile su pogođene samo jedinke crnog američkog patuljastog soma. Terensko istraživanje se odvijalo i tokom masovnog pomora i tom prilikom u vršama su bile uhvaćene i jedinke sunčice, grgeča i deverike, koje ne samo da su bile žive, već nisu imale ni kliničke simptome bilo kakvog oboljenja.



Slika 81. Broj uginulih jedinki crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru tokom perioda masovnog pomora.

Obnova populacije crnog američkog patuljastog soma nakon masovnog pomora mogla se očekivati u 2012. godini i stoga je bilo značajno posmatrati odnos juvenilnih i adultnih jedinki (*engl.* YOY/adult ratio), koji predstavlja dobar pokazatelj regrutacije i oporavka populacije (Houde, 2009). Granična veličina jedinki, odnosno ona koja razdvaja juvenilne od adultnih jedinki iznosi 9 cm. Ova vrednost je dobijena primenom

Batačarija metode i intervala kojim su se razdvojile dužinske klase, na osnovu kojih su dobijeni dužinski opsezi uzrasnih klasa (Tabela 5). Kako bi se dobila prava slika, bilo je neophodno utvrditi ovaj odnos tokom svih sezona i svih godina uzorkovanja, odnosno na poduzorku od 6033 izmerenih jedinki. Odnos juvenilnih (< 9 cm TL) i adultnih (> 9 cm TL) jedinki od 2009. do 2012. godine pokazuje da se udeo juvenilnih jedinki, osim u avgustu 2012. godine, kretao između 0,0 i 12,1%. Samo je u avgustu 2012. godine broj juvenilnih jedinki bio dva puta veći od broja adultnih jedinki, odnosno 65,8% u odnosu na 34,2% (Tabela 15). Ovaj fenomen ukazuje na sposobnost proučavane populacije da se oporavi i obnovi u roku od samo jedne godine. Takođe, rezultati koji se odnose na uzrasnu strukturu populacije po godinama uzorkovanja (Slika 34), frekvenciju dužinskih klasa jedinki uzorkovanih 2012. godine (Slika 37), kohorte (Slika 47) i vrednosti abundance jedinki, odnosno CPUE (slika 65) potvrđuju rezultate iz Tabele 15.

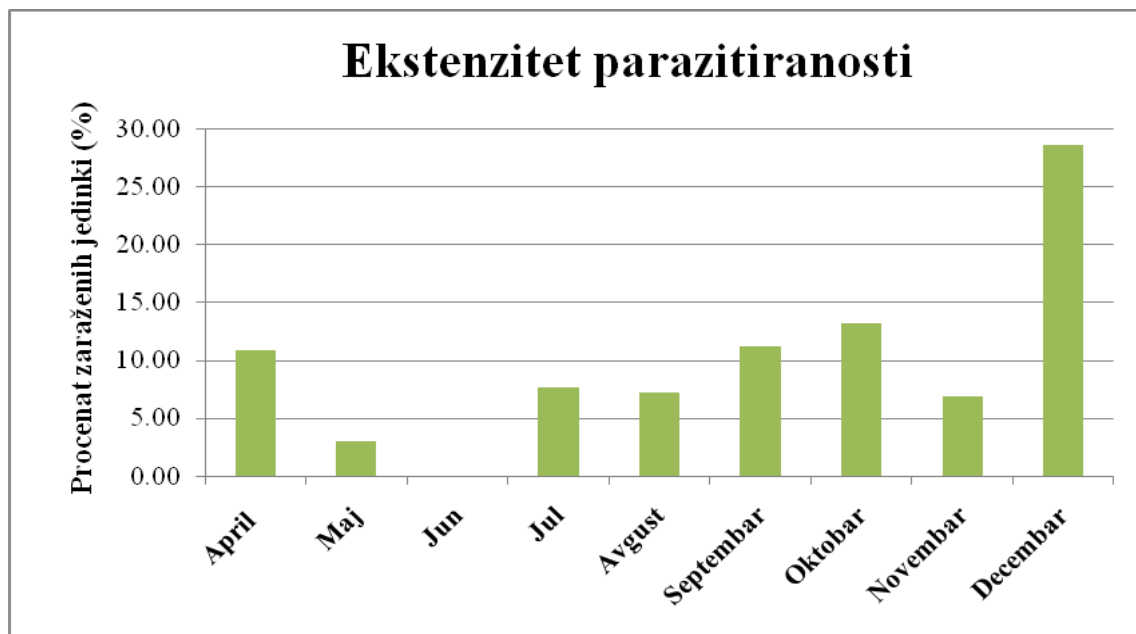
Tabela 15. Odnos juvenilnih i adultnih jedinki crnog američkog patuljastog soma tokom svih sezona i godina uzorkovanja.

Godina	Broj jedinki	Proleće		Leto		Jesen		Zima	
		Juvenilne jedinke	Adultne jedinke	Juvenilne jedinke	Adultne jedinke	Juvenilne jedinke	Adultne jedinke	Juvenilne jedinke	Adultne jedinke
2009	2018	0,0%	100%	1,8%	98,2%	1,4%	98,6%	0,0%	100%
2010	837	3,7%	96,3%	2,9%	97,1%	2,3%	97,7%	12,1%	87,9%
2011	812	8,0%	92,0%	7,9%	92,1%	3,0%	97%	0,0%	100%
2012	2365	0,0%	100%	65,8%	34,2%	3,9%	96,1%	2,6%	97,4%

4.10. Zdravstveno stanje populacije

Osim kod jedne jedinke, svi nađeni endoparaziti pripadali su razdelu Nematoda ili valjkastih crva. Najverovatnije se radilo o vrsti *Philometra richia* (Skrjabin, 1923), koja ima glatku i prozračnu kutikulu, zaobljen glaveni kraj i 4 kukice poredane u krug. Životni vek ove vrste je oko godinu dana (Bauer, 1987, prema Đikanović, 2011). Samo jedna jedinka je imala endoparazita iz klase Trematoda ili metilja, u stadijumu ciste. Metilji imaju listolik oblik tela i dorzo-ventralno su spljošteni. Obično parazitiraju u crevnom traktu, u svom životnom ciklusu imaju više od jednog domaćina, uglavnom su anaerobni organizmi i nemaju respiratorni i krvni sistem (Krunić, 1987, prema Đikanović, 2011).

Ekstenzitet parazitiranosti jedinki crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru tokom 2011. godine prikazan je na slici 82. Tokom proleća 2011. godine (april i maj) ukupno je bilo 5 zaraženih jedinki (7,14%) starosti 3+ i 4+, koje su imale od 1 do 7 nematoda u organizmu. Samo je jedna jedinka, starosti 3+, imala trematodu i to u stadijumu ciste. U junu, od 35 uhvaćenih i analiziranih jedinki, ni jedna nije imala endoparazite. S druge strane, u julu i avgustu bio je približno isti procentualni udeo parazitiranih jedinki, koji se takođe poklapa i sa prolećnim vrednostima (7,69% i 7,14%). Zaražene jedinke bile su mlađe i u odnosu na proleće i starost se kretala od 1+ do 3+, a broj nematoda po jedinki od 1 do 4. Ekstenzitet parazitiranosti u jesenjem periodu bio je veći, posebno u septembru i oktobru (11,20 i 13,19) da bi u novembru ponovo pao na 6,85%. Veličina jedinki kretala se od 1+ do 4+. Najviše zaraženih jedinki bilo je starosti 3+ (38,9%), a najmanje starosti 4+ (8,3%). Intenzitet parazitiranosti se kretao od 1 do 7, s tim što je više od polovine zaraženih jedinki imalo po jednu nematodu (58,3%), a samo jedna jedinka ih je imala 7 (2,8%) (Tabele 16 i 17). Najveći ekstenzitet parazitiranosti zabeležen je u decembru (28,57%). Jedinke su bile 2+ i 3+ starosti i to u procentualom udelu od 33,6% i 66,7%. Intenzitet parazitiranosti se kretao od 1 do 4, s tim što je jednu i dve nematode imalo po 33,3% jedinki, a tri i četiri po 16,7% jedinki (Tabela 16).



Slika 82. Ekstenzitet parazitiranosti analiziranih jedinki tokom 2011. godine.

Tabela 16. Karakteristike jedinki crnog američkog patuljastog soma (dužina, težina, vrednosti Fultonovog faktora kondicije K i starost), broj i vrsta endoparazita (od aprila do septembra 2011. godine).

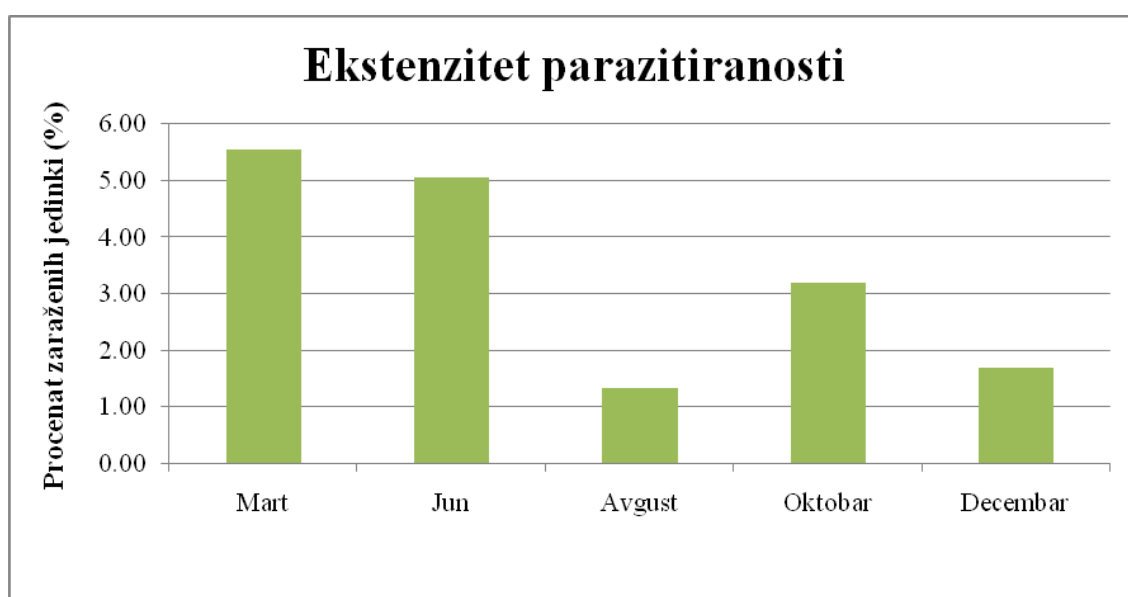
Mesec	Dužina (cm)	Težina (g)	K	Starost	Br. Parazita	Vrsta parazita
April	20,5	128	1,49	3+	5	Nematoda
	17,5	70	1,31	3+	1	Trematoda (cista)
	22	137	1,29	4+	7	Nematoda
	23	184	1,51	4+	7	Nematoda
Maj	14	37	1,35	1+	1	Nematoda
Jul	13,5	39	1,58	1+	1	Nematoda
	15	49	1,45	2+	2	Nematoda
	12	24	1,39	1+	1	Nematoda
	14	42	1,53	1+	3	Nematoda
	14	36	1,31	1+	3	Nematoda
Avgust	16	62	1,51	2+	1	Nematoda
	17,5	64	1,19	3+	1	Nematoda
	17,5	85	1,59	3+	2	Nematoda
	13	34	1,55	1+	1	Nematoda
	16,5	71	1,58	2+	4	Nematoda
	11,5	19	1,25	1+	2	Nematoda
	14	42	1,53	1+	1	Nematoda
	16,5	64	1,42	2+	1	Nematoda
	15	52	1,54	2+	1	Nematoda
	17,5	76	1,42	3+	2	Nematoda
14	34	1,24	1+	1	Nematoda	
Septembar	18	94	1,61	3+	1	Nematoda
	19	105	1,53	3+	2	Nematoda
	18	93	1,59	3+	2	Nematoda
	14	41	1,49	1+	1	Nematoda
	18	76	1,30	3+	1	Nematoda
	15	51	1,51	2+	1	Nematoda
	18,5	96	1,52	3+	3	Nematoda
	20,5	157	1,82	3+	1	Nematoda
	13	36	1,64	1+	1	Nematoda
	14,5	47	1,54	1+	1	Nematoda
	15	48	1,42	2+	2	Nematoda
	10	15	1,50	1+	1	Nematoda
	14,5	45	1,48	1+	2	Nematoda
15,5	64	1,72	2+	1	Nematoda	

Tabela 17. Karakteristike jedinki crnog američkog patuljastog soma (dužina, težina, vrednosti Fultonovog faktora kondicije K i starost), broj i vrsta endoparazita (od oktobra do decembra 2011. godine).

Mesec	Dužina (cm)	Težina (g)	K	Starost	Br. Parazita	Vrsta parazita
Oktobar	16	69	1,68	2+	1	Nematoda
	14,5	41	1,34	1+	1	Nematoda
	16	55	1,34	2+	2	Nematoda
	14,5	37	1,21	1+	1	Nematoda
	21	144	1,55	4+	3	Nematoda
	16,5	68	1,51	2+	2	Nematoda
	16	50	1,22	2+	1	Nematoda
	18	73	1,25	3+	7	Nematoda
	21	132	1,43	4+	2	Nematoda
	21	138	1,49	4+	2	Nematoda
	19	121	1,76	3+	3	Nematoda
	16,5	46	1,02	2+	1	Nematoda
Novembar	19,5	105	1,42	3+	3	Nematoda
	16	52	1,27	2+	1	Nematoda
	14,5	40	1,31	1+	1	Nematoda
	16	52	1,27	2+	1	Nematoda
	19	87	1,27	3+	1	Nematoda
	16,5	52	1,16	2+	2	Nematoda
	17	60	1,22	3+	1	Nematoda
	19	84	1,22	3+	1	Nematoda
	18	72	1,23	3+	2	Nematoda
17	66	1,34	3+	1	Nematoda	
Decembar	19	88	1,28	3+	1	Nematoda
	19	77	1,12	3+	3	Nematoda
	15,5	35	0,94	2+	1	Nematoda
	18	82	1,41	3+	2	Nematoda
	16	46	1,12	2+	2	Nematoda
	20	109	1,36	3+	4	Nematoda

Kada je u pitanju 2012. godina, ekstenzitet parazitiranosti prikazan je na slici 83. U martu je od 18 uhvaćenih jedinki 5,56% imalo endoparazite, odnosno jedna jedinka starosti 2+ imala je dve nematode. U junu je procentualni udeo zaraženih jedinki bio sličan i iznosio je 5,05%. Jedinke su bile 0+, 1+ i 3+ starosti, 80% je imalo po jednu nematodu, a samo jedna jedinka (20%) je imala tri nematode. Tokom avgusta, od

ukupno 1034 uhvaćenih i disekovanih jedinki, samo je 14 imalo endoparazite i upravo je tada zabeležen najniži procentualni udeo zaraženih jedinki (1,35%). Jedinke su bile od 0+ do 4+ starosti, s tim što ih je najviše bilo među 1+ i 3+, po 28,6%. Najmanje je bilo najstarijih jedinki, odnosno 7,1%. U oktobru se ovaj iznos nešto povećao (3,21%), da bi tokom decembra ponovo pao na 1,71% (Slika 83). Starost jedinki inficiranih endoparazitima u oktobru kretala se od 2+ do 4+, a čak 66,7% jedinki je bilo 3+ starosti. Takođe, tokom ovog meseca zabeležen je i najveći intenzitet parazitiranosti, jer je jedna jedinka imala čak devet nematoda. U decembru su samo dve jedinke imale po jednu nematodu i bile su 1+ i 4+ starosti (Tabela 18).

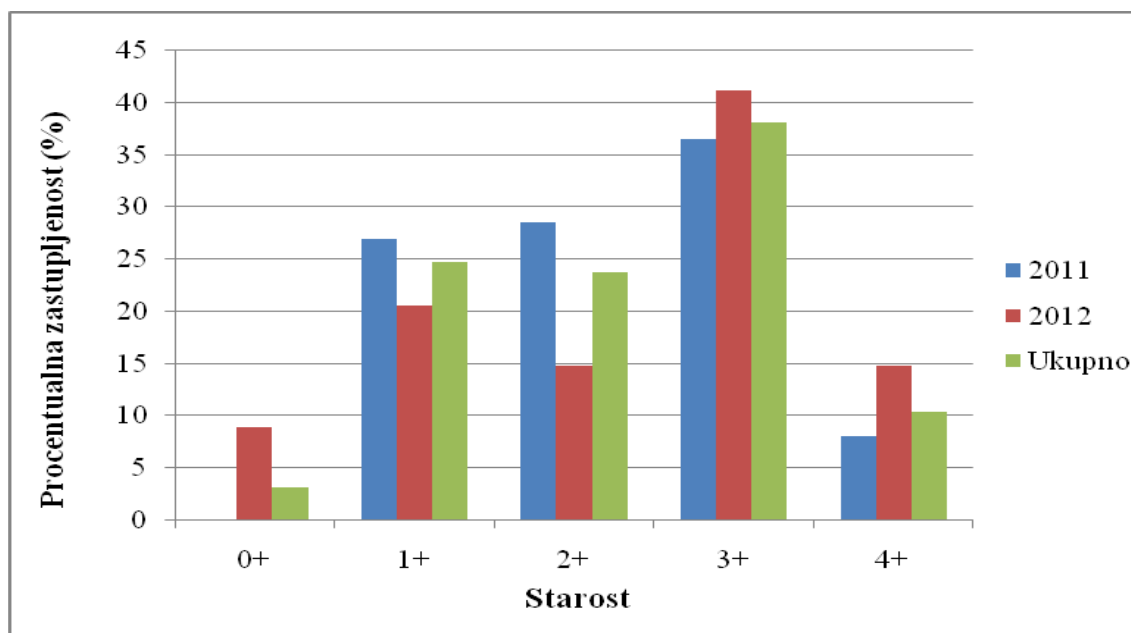


Slika 83. Ekstenzitet parazitiranosti analiziranih jedinki tokom 2012. godine.

Tabela 18. Karakteristike jedinki crnog američkog patuljastog soma (dužina, težina, vrednosti Fultonovog faktora kondicije K i starost), broj i vrsta endoparazita tokom 2012. godine.

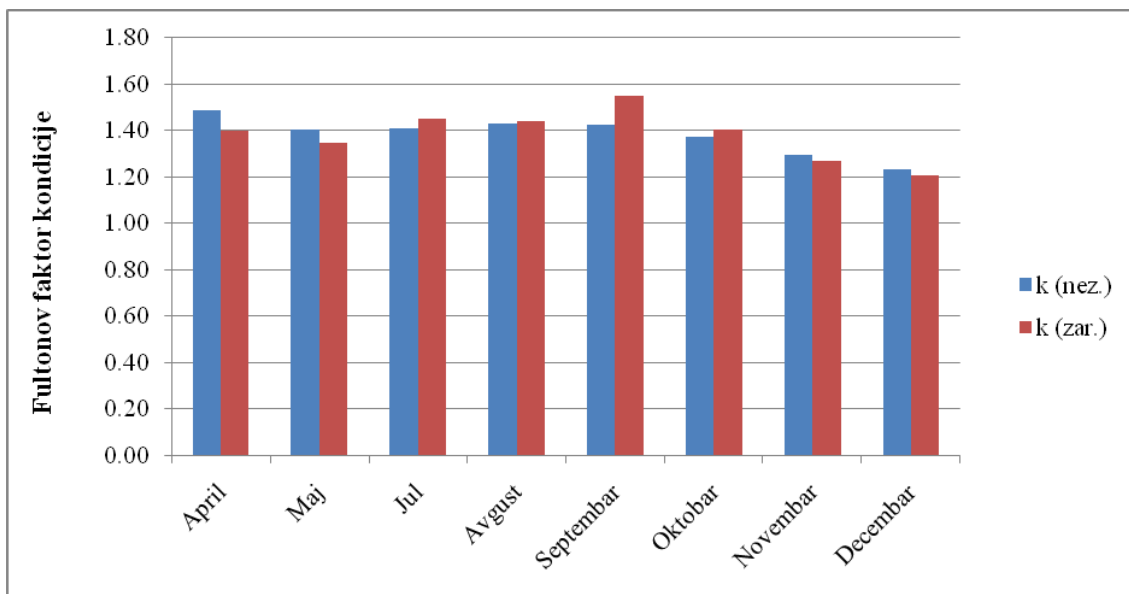
Mesec	Dužina (cm)	Težina (g)	K	Starost	Br. Parazita	Vrsta parazita
Mart	16	55	1,34	2+	2	Nematoda
Jun	8	9	1,76	0+	1	Nematoda
	17	65	1,32	3+	1	Nematoda
	20	114	1,42	3+	3	Nematoda
	12	24	1,39	1+	1	Nematoda
	13	29	1,32	1+	1	Nematoda
Avgust	16,5	69	1,54	2+	1	Nematoda
	16,5	76	1,69	2+	1	Nematoda
	17	87	1,77	3+	1	Nematoda
	14,5	46	1,51	1+	2	Nematoda
	10	14	1,40	1+	1	Nematoda
	19	105	1,53	3+	2	Nematoda
	13	35	1,59	1+	2	Nematoda
	12,5	35	1,79	1+	1	Nematoda
	7,5	5	1,18	0+	1	Nematoda
	21	150	1,62	4+	1	Nematoda
	17	68	1,38	3+	1	Nematoda
	17	65	1,32	3+	1	Nematoda
	16,5	76	1,69	2+	1	Nematoda
	8,5	9	1,46	0+	1	Nematoda
Oktobar	19	104	1,52	3+	1	Nematoda
	18	100	1,71	3+	1	Nematoda
	19	101	1,47	3+	1	Nematoda
	19	87	1,27	3+	1	Nematoda
	21,5	139	1,40	4+	1	Nematoda
	20	106	1,32	3+	9	Nematoda
	20	118	1,47	3+	1	Nematoda
	22	146	1,37	4+	1	Nematoda
	17,5	61	1,14	3+	1	Nematoda
	18,5	98	1,55	3+	1	Nematoda
	21	131	1,41	4+	1	Nematoda
	15,5	51	1,37	2+	1	Nematoda
Decembar	22	141	1,32	4+	1	Nematoda
	13	25	1,14	1+	1	Nematoda

Analizirajući starost zaraženih jedinki na celom poduzorku, a zatim i odvojeno tokom 2011 i 2012. godine, dobijamo rezultate prikazane na slici 84. Jedinke starosti 3+ bile su najzaraženije endoparazitima, u svakoj pojedinačnoj godini (36,51% 2011. godine i 41,18% 2012. godine), ali i u celom poduzorku (38,14%). S druge strane, najmlađe jedinke su samo tokom 2012. godine imale endoparazite (8,82%). Jedinke starosti 1+ i 2+ u 2011. godini imale su sličnu procentualnu zastupljenost od 26,98% i 28,57%, a ovaj iznos u 2012. godini je bio 20,59% i 14,71%, dok je u celom poduzorku bio takođe veoma sličan i iznosio je 24,74% i 23,71%. Najstarije jedinke su u 2011. godini bile zaražene endoparazitima u procentualnoj zastupljenosti od 7,94%, u 2012. godini od 14,71% i u celom poduzorku od 10,31% (Slika 84).

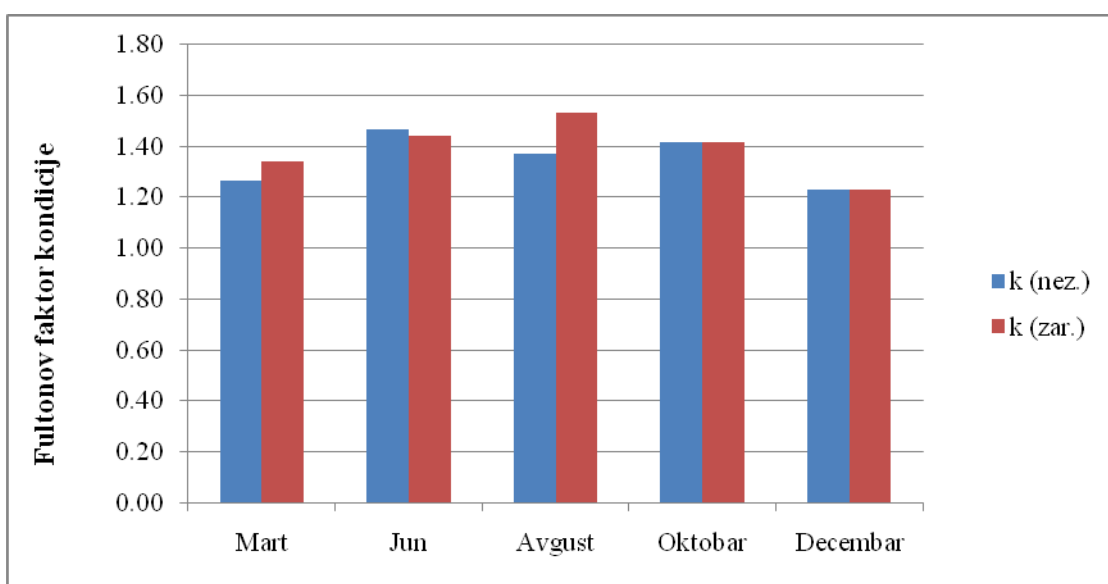


Slika 84. Procentualna zastupljenost jedinki različitih starosti koje su zaražene endoparazitima, tokom 2011 i 2012. godine, kao i u celom poduzorku.

Poređenjem vrednosti Fultonovog faktora kondicije zaraženih i nezaraženih jedinki tokom 2011. godine možemo primetiti da su one veće kod nezaraženih jedinki u aprilu, maju, novembru i decembru. Tokom svih ostalih meseci u 2011. godini vrednosti Fultonovog faktora kondicije bile su veće kod zaraženih jedinki i to drastično veće u septembru, dok su u julu, avgustu i oktobru one bile približne (Slika 85). Fultonov faktor kondicije je 2012. godine bio veći kod nezaraženih jedinki samo tokom juna. U martu, a posebno u avgustu, vrednosti Fultonovog faktora kondicije bile su veće kod zaraženih jedinki, da bi u oktobru i decembru ove vrednosti bile identične (Slika 86).



Slika 85. Vrednost Fultonovog faktora kondicije kod zaraženih i nezaraženih jedinki tokom 2011. godine.

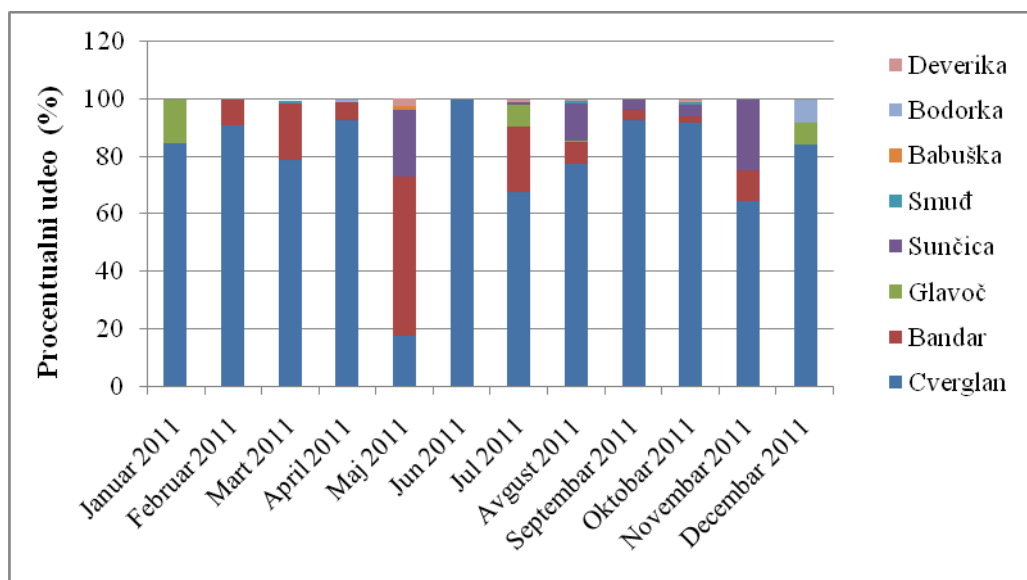


Slika 86. Vrednost Fultonovog faktora kondicije kod zaraženih i nezaraženih jedinki tokom 2012. godine.

4.11. Selektivnost ribolovnog alata

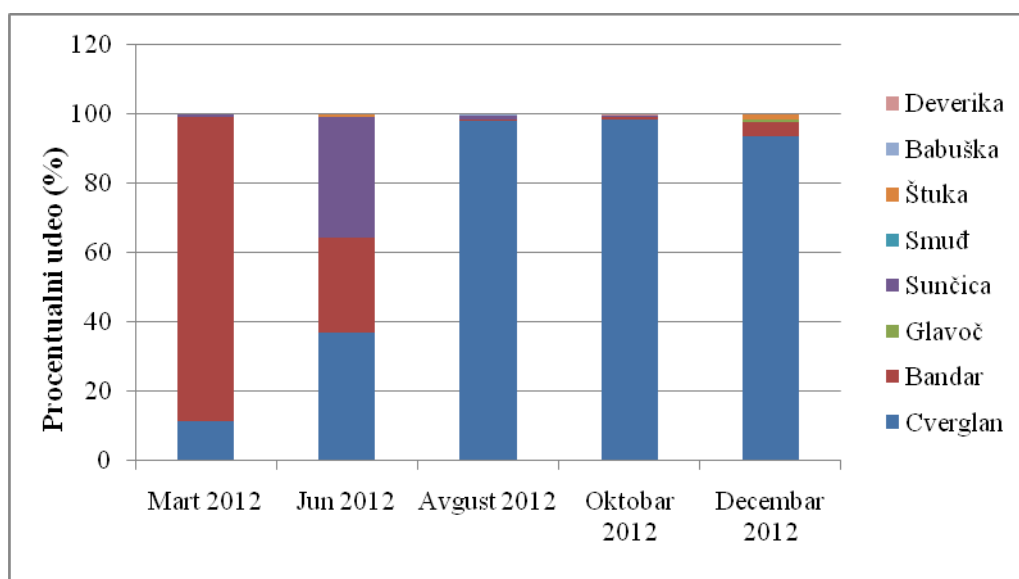
Jedan od ciljeva ove doktorske disertacije jeste i konkretan predlog mera za najefikasniju kontrolu brojnosti crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru, koje bi se, uz određena prilagođavanja, mogle primeniti i na druga jezera u Srbiji. Zbog toga je bilo važno ispitati selektivnost ribolovnog alata, odnosno vrša koje su korišćene tokom terenskog istraživanja. Ispitivanje selektivnosti vrša podrazumevalo je analiziranje procentualnog udela jedinki crnog američkog patuljastog soma i jedinki drugih vrsta (grgeča, sunčice, glavoča, šarana, smuđa, štuke, babuške, bodorke i deverike) u ukupnom ulovu.

Kako je terensko istraživanje trajalo četiri godine, najbolji pregled se dobija ukoliko se svaka godina analizira posebno. Godine 2009. i 2010. bile su u velikoj meri slične, odnosno jedinke crnog američkog patuljastog soma imale su procentualni udeo u ukupnom ulovu od $99,9\% \pm 0,18$ i $94,6\% \pm 5,0$. Sasvim drugačiji rezultati dobijeni su tokom 2011. godine. Mesec u kome je procentualni udeo jedinki crnog američkog patuljastog soma bio najmanji (17,3%) bio je maj, kada se dogodio masovni pomor. Tada je jedinki grgeča bilo najviše (55,6%), a zatim jedinki sunčice, deverike i babuške 23,5 %, 2,5% i 1,2%. Sledeći mesec sa najmanje jedinki crnog američkog patuljastog soma u ukupnom ulovu bio je novembar 2011. godine, sa 64,6%. U vrše su još bile uhvaćene jedinke sunčice i grgeča sa 24,8% i 10,6%. Još jedan mesec u 2011. godini se može izdvojiti po manjem procentualnom udelu jedinki crnog američkog patuljastog soma u ukupnom ulovu. U julu je iznosio 67,7%, dok je grgeča i glavoča bilo 22,9% i 7,3%, a sunčice i deverike, po 1%. Ostali meseci su bili ujednačeni sa procentualnim udelom jedinki crnog američkog patuljastog soma u ukupnom ulovu od $88,1\% \pm 7,3$ i svih drugih vrsta od $5,6\% \pm 5,5$. Jedinki šarana i štuke u ukupnom ulovu tokom 2011. godine nije bilo (Slika 87).



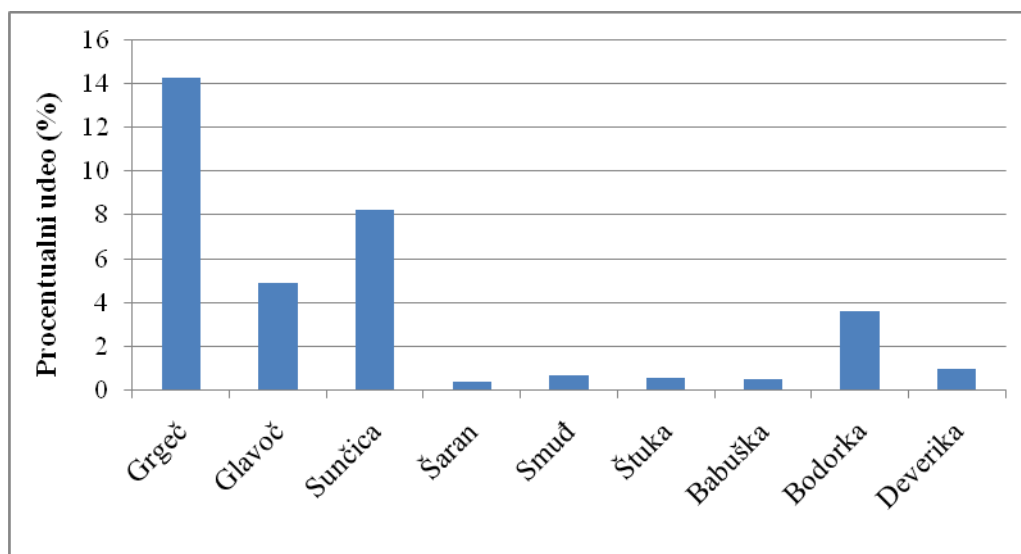
Slika 87. Procentualni udeli jedinki svih vrsta uhvaćenih tokom 2011. godine.

Mart i jun 2012. godine izdvajaju se po nižem procentualnom udelu jedinki crnog američkog patuljastog soma u ukupnom ulovu sa 11,5% i 36,9%. U martu su jedinke grgeča bile dominantne (87,8%), a u junu jedinke sunčice i grgeča sa 34,7% i 27,6%. Tokom ostalih meseci 2012. godine tokom kojih su se vršila uzorkovanja, jedinke crnog američkog patuljastog soma bile su dominantne u ukupnom ulovu ($96,9\% \pm 2,9$) u odnosu na sve druge vrste riba ($0,8\% \pm 1,14$). Jedinki šarana i bodorki u ulovu tokom 2012. godine nije bilo (Slika 88).



Slika 88. Procentualni udeli jedinki svih vrsta uhvaćenih tokom 2012. godine.

Kada pogledamo rezultate prosečnog procentualnog udela svih drugih vrsta (izuzimajući crnog američkog patuljastog soma) u ukupnom ulovu od 2009. do 2012. godine možemo da primetimo dominaciju grgeča ($14,3\% \pm 22,3$), a zatim sunčice ($8,3\% \pm 11,3$), glavoča ($4,9 \pm 5,4$) i bodorke ($3,6\% \pm 3,8$), kao i visoke vrednosti SD koje ukazuju na velike razlike između meseci. Potpuno drugačiju situaciju imamo kada su jedinke šarana, smuđa, štuke, babuške i deverike u pitanju, kod kojih su procentualni udeli u ukupnom ulovu manji od 1%, a vrednosti SD se kreću od 0,3 do 0,8, što govori o niskim i ujednačenim vrednostima tokom svih meseci uzorkovanja (Slika 89).



Slika 89. Procentulani udeli jedinki koje ne pripadaju crnom američkom patuljastom somu tokom svih godina uzorkovanja (2009-2012. godina).

4.12. Multivarijaciona analiza ulova

Trofaktorska MANOVA na objedinjenim rezultatima iz 2009. i 2010. godine pokazala je da postoji interakcija između sva tri faktora (sezona, niz i dubina) ($F=3,143$; $p<0,001$), kao i između svaka dva faktora uzajamno ($p\leq 0,002$). Dalje testiranje je pokazalo da postoji i značajan uticaj interakcije sva tri faktora, kako na dužinu, tako i na težinu jedinki. Detaljni podaci o uticajima faktora i postojanju njihovih interakcija dati su u Tabeli 19.

Tabela 19. Rezultati testiranja trofaktorskom ANOVOM za 2009/2010 godinu, na nivou značajnosti 0,05. Crvenom bojom su označene statistički značajne razlike.

Faktor	Zavisna promenljiva	F	p
sezona	dužina	14,943	0,000
	težina	11,443	0,000
niz	dužina	4,686	0,009
	težina	1,747	0,175
dubina	dužina	9,749	0,000
	težina	5,120	0,000
sezona x niz	dužina	1,530	0,164
	težina	0,397	0,881
sezona x dubina	dužina	4,570	0,000
	težina	2,649	0,002
niz x dubina	dužina	2,967	0,003
	težina	1,967	0,094
sezona x niz x dubina	dužina	3,630	0,000
	težina	2,306	0,001

Dankanov post-hok test je (na nivou značajnosti od 0,05) pokazao da se značajno razlikuju dužine jedinki po svim sezonama međusobno. Kada je reč o nizovima i dubinama, rezultati pokazuju da ne postoje statistički značajne razlike među uzorkovanim jedinkama. Težine izlovljenih jedinki značajno variraju po sezonama, ali tako da se leto i jesen međusobno ne razlikuju. To znači da se u pogledu distribucije težine jedinki po sezonama izdvajaju tri grupe: proleće, leto-jesen i zima. Težine jedinki se značajno ne razlikuju, kako u pogledu niza u kome su izlovljene, tako i u pogledu dubina. U pogledu brojnosti jedino značajno variranje javlja se po sezonama, i to tako što proleće i zima čine jednu homogenu grupu, dok su leto i jesen zasebne grupe (Tabela 20).

Tabela 20. Rezultati testiranja razlika u dužinama i težinama po grupama Dankanovim post-hok testom za 2009/2010 godinu, na nivou značajnosti od 0,05. Rezultati testiranja razlika u distribuciji broja jedinki Kruskal-Valis i post-hok Man-Vitni testom. U koloni u okviru jedne grupe različitim slovima su označene statistički značajne razlike u prosečnim vrednostima dužina, težina i brojnosti jedinki.

2009/2010	Dužina (cm) ± SD	Težina (g) ± SD	Brojnost ± SD
A	14,02 ± 2,81	41,53 ± 23,75	250,80 ± 116,71
B	14,43 ± 2,45	44,51 ± 22,83	301,30 ± 108,94
C	15,12 ± 2,26	49,43 ± 22,25	234,80 ± 76,29
Proleće	16,56 ^a ± 2,98	61,85 ^a ± 24,75	1,80 ^a ± 1,47
Leto	14,25 ^b ± 2,07	43,24 ^b ± 17,97	171,93 ^b ± 79,93
Jesen	15,09 ^c ± 2,55	49,25 ^b ± 24,95	342,13 ^c ± 139,41
Zima	12,10 ^d ± 2,85	27,00 ^c ± 23,64	8,73 ^a ± 18,91
1,5 m	13,98 ± 2,72	41,80 ± 21,94	181,83 ± 84,25
4 m	14,55 ± 2,57	45,91 ± 24,71	321,50 ± 84,00
5,5 m	14,00 ± 2,55	40,70 ± 21,68	272,17 ± 88,47
7,5 m	15,02 ± 2,23	48,31 ± 20,39	253,67 ± 129,70
8 m	15,32 ± 2,43	51,44 ± 25,04	282,33 ± 98,54

Analiza rezultata iz 2011. godine trofaktorskom MANOVOM pokazala je da ne postoji interakcija sva tri faktora ($F=0,915$; $p=0,619$), kao ni između svaka dva uzajamno, osim u slučaju združenog uticaja nizova vrša i dubine ($F=2,370$; $p<0,002$). Dalje testiranje je pokazalo da postoji značajan uticaj sezone izlovljavanja, kako na dužinu, tako i na težinu jedinki. Detaljni podaci o uticajima faktora i postojanju njihovih interakcija dati su u Tabeli 21.

Tabela 21. Rezultati testiranja trofaktorskom ANOVOM za 2011. godinu, na nivou značajnosti 0,05. Crvenom bojom su označene statistički značajne razlike.

Faktor	Zavisna promenljiva	F	p
sezona	dužina	4,247	0,005
	težina	2,961	0,032
niz	dužina	1,814	0,164
	težina	2,448	0,087
dubina	dužina	2,076	0,082
	težina	1,439	0,219
sezona x niz	dužina	0,556	0,765
	težina	0,398	0,880
sezona x dubina	dužina	1,581	0,099
	težina	1,524	0,118
niz x dubina	dužina	3,809	0,000
	težina	3,896	0,000
sezona x niz x dubina	dužina	1,024	0,430
	težina	1,059	0,390

Dankanov post-hok test je (na nivou značajnosti od 0,05) pokazao da ne postoje statistički značajne razlike između dužina jedinki u različitim sezonama. U pogledu nizova statistički značajne razlike takođe nisu pronađene. Težine izlovljenih jedinki takođe ne pokazuju statistički značajno variranje ni kada su sezone, a ni nizovi ni dubine u pitanju. Kao i rezultati iz 2009/2010 godine, tako i rezultati iz 2011. godine po pitanju brojnosti pokazuju da značajne razlike postoje samo tokom različitih sezona i to tako što proleće, leto, jesen i zima čine odvojene grupe, ali i leto i jesen čine zasebnu homogenu grupu (Tabela 22).

Tabela 22. Rezultati testiranja razlika u dužinama i težinama po grupama Dankanovim post-hok testom za 2011. godinu, na nivou značajnosti od 0,05. Rezultati testiranja razlika u distribuciji broja jedinki Kruskal-Valis i post-hok Man-Vitni testom. U koloni u okviru jedne grupe različitim slovima su označene statistički značajne razlike u prosečnim vrednostima dužina, težina i brojnosti jedinki.

2011	Dužina (cm) ± SD	Težina (g) ± SD	Brojnost ± SD
A	14,04 ± 3,08	43,67 ± 27,05	60,40 ± 35,68
B	14,40 ± 3,13	47,96 ± 34,75	231,00 ± 17,96
C	14,72 ± 3,17	50,67 ± 33,69	300,00 ± 4,64
Proleće	14,30 ± 3,57	48,37 ± 38,56	10,20 ^a ± 6,86
Leto	13,37 ± 2,59	38,15 ± 22,84	16,93 ^b ± 16,27
Jesen	15,05 ± 3,12	53,17 ± 33,04	24,13 ^{b,c} ± 12,86
Zima	15,88 ± 2,85	54,19 ± 29,39	4,27 ^d ± 4,35
1,5 m	13,37 ± 3,10	39,17 ± 28,56	34,33 ± 21,22
4 m	13,78 ± 3,24	43,11 ± 30,27	84,33 ± 31,77
5,5 m	15,31 ± 3,18	56,65 ± 39,57	56,00 ± 5,20
7,5 m	14,89 ± 2,87	50,40 ± 29,76	53,00 ± 7,81
8 m	14,65 ± 2,83	47,95 ± 27,47	50,00 ± 6,24

Trofaktorska MANOVA za podatke iz 2012. godine pokazala je da postoji značajna interakcija sva tri faktora u pogledu uticaja na dužinu i težinu izlovljenih jedinki ($F=2,338$; $p<0,001$). Detaljni podaci o uticajima faktora na dužinu i težinu jedinki i postojanju njihovih interakcija dati su u Tabeli 23.

Tabela 23. Rezultati testiranja trofaktorskom ANOVOM za 2012. godinu, na nivou značajnosti 0,05. Crvenom bojom su označene statistički značajne razlike.

Faktor	Zavisna promenljiva	F	p
sezona	dužina	92,240	0,000
	težina	44,046	0,000
niz	dužina	0,105	0,901
	težina	0,157	0,855
dubina	dužina	1,276	0,277
	težina	1,142	0,335
sezona x niz	dužina	1,912	0,075
	težina	2,417	0,025
sezona x dubina	dužina	1,009	0,437
	težina	1,881	0,032
niz x dubina	dužina	1,892	0,366
	težina	1,868	0,061
sezona x niz x dubina	dužina	2,660	0,000
	težina	2,970	0,000

Daljim testiranjem Dankanovim post-hok testom (na nivou značajnosti od 0,05) utvrđeno je da sezona značajno utiče na dužinu izlovljenih jedinki i to tako da se leto značajno razlikuje od ostalih godišnjih doba, dok jesen i zima čine drugu grupu, a proleće i jesen treću. Prosečna dužina izlovljenih jedinki nije se statistički značajno razlikovala u pogledu nizova i dubina vrša. U pogledu prosečne težine, jedinke izlovljene tokom leta i zime čine jednu grupu, one izlovljene tokom jeseni i zime drugu grupu, a tokom proleća i jeseni treću homogenu grupu. Slično kao i kod dužina, statistički značajne razlike između težina jedinki izlovljenih u različitim nizovima i na različitim dubinama ne postoje. U pogledu brojnosti, kao i tokom prethodnih godina, značajne razlike postoje samo po sezonama i to tako da svaka sezona čini zasebnu grupu (Tabela 24).

Tabela 24. Rezultati testiranja razlika u dužinama i težinama po grupama Dankanovim post-hok testom za 2012. godinu, na nivou značajnosti od 0,05. Rezultati testiranja razlika u distribuciji broja jedinki Kruskal-Valis i post-hok Man-Vitni testom. U koloni u okviru jedne grupe različitim slovima su označene statistički značajne razlike u prosečnim vrednostima dužina, težina i brojnosti jedinki.

2012	Dužina (cm) ± SD	Težina (g) ± SD	Brojnost ± SD
A	11,91 ± 3,62	29,74 ± 29,91	169,60 ± 21,82
B	11,44 ± 3,48	26,73 ± 26,80	801,00 ± 67,03
C	11,27 ± 3,50	26,03 ± 28,34	1355,00 ± 86,08
Proleće	14,06 ^a ± 2,91	41,72 ^a ± 33,06	1,20 ^a ± 1,42
Leto	9,91 ^c ± 3,30	18,78 ^c ± 22,90	118,13 ^b ± 58,94
Jesen	13,00 ^{a,b} ± 3,17	35,91 ^{a,b} ± 31,02	73,13 ^c ± 47,85
Zima	12,51 ^b ± 2,31	27,49 ^{b,c} ± 26,59	7,80 ^d ± 10,29
1,5 m	11,37 ± 3,64	25,95 ± 27,26	193,00 ± 99,41
4 m	11,10 ± 3,36	24,94 ± 29,04	172,67 ± 1,53
5,5 m	10,96 ± 3,46	25,22 ± 27,79	256,33 ± 112,30
7,5 m	11,93 ± 3,41	28,67 ± 27,88	242,67 ± 47,35
8 m	12,85 ± 3,68	35,78 ± 30,97	136,67 ± 64,73

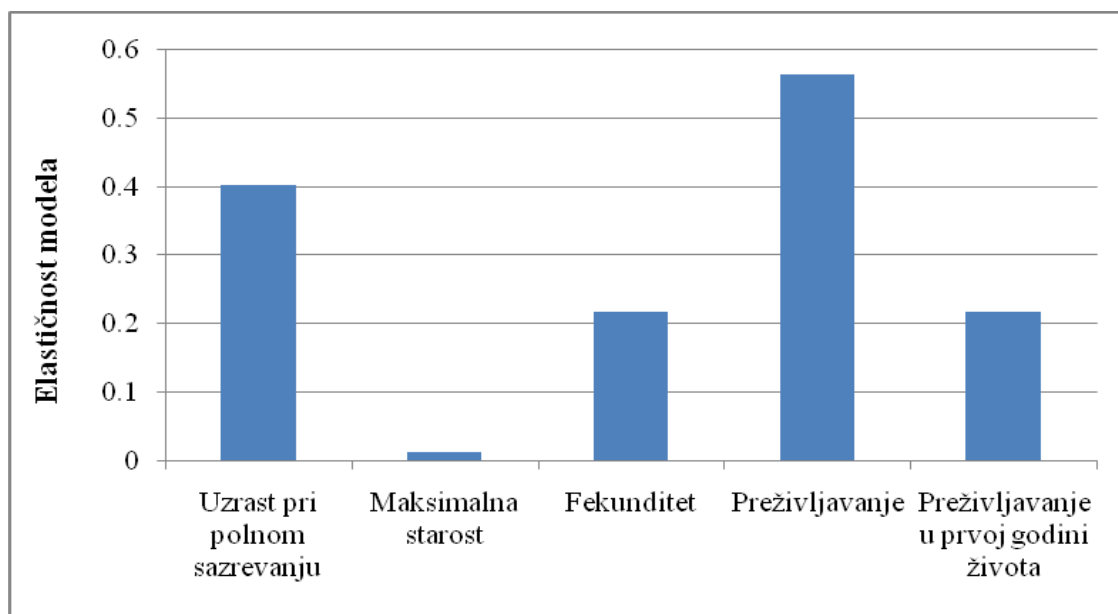
4.13. Primena populacionih modela u ispitivanju uticaja demografske fleksibilnosti na uspešnost kolonizacije

Podaci o parametrima životne istorije crnog američkog patuljastog soma dobijeni su iz literaturnih izvora (Boschung & Mayden 2004; Kottelat & Freyhof 2007; Froese & Pauly 2014) i mogu se videti u Tabeli 25.

Tabela 25. Parametri životne istorije crnog američkog patuljastog soma korišćeni u populacionom modelu.

Maksimalna starost	Uzrast pri polnom sazrevanju	Prosečan fekunditet	Prirodna smrtnost	Preživljavanje juvenilnih jedinki
11	3	4000	0,366	0,29350

Rezultati analize elastičnosti pokazali su da crni američki patuljasti som pokazuje izuzetnu fleksibilnost parametara životne istorije, posebno kada su preživljavanje i uzrast pri polnom sazrevanju u pitanju. Preživljavanje je najvažniji/najuticajniji parametar životne istorije, kako kod ove, tako i kod drugih analiziranih vrsta. Starost pri kojoj ženke dostižu polnu zrelost jeste parametar čija se fleksibilnost posebno povećava kada populacija raste, dok fleksibilnost maksimalne starosti i preživljavanja opada sa rastom populacije. Maksimalna starost je osobina koja pokazuje najmanju fleksibilnost kod crnog američkog patuljastog soma, ali i kod svih drugih analiziranih vrsta. Fekunditet i preživljavanje juvenilnih jedinki imaju isti stepen fleksibilnosti (Slika 90).



Slika 90. Elastičnost/fleksibilnost parametara životne istorije crnog američkog patuljastog soma.

4.14. Koncentracije teških metala i mikroelemenata u tkivima

Prosečna vrednost totalne dužine tela jedinki crnog američkog patuljastog soma i grgeča obuhvaćenih ovom analizom iznosila je $19,6 \pm 1,7$ cm i $17,4 \pm 1,9$ cm, dok je prosečna težina bila $79,6 \pm 21,9$ g i $69,6 \pm 25,1$ g. Koncentracije B, Ba, Cd, Co, Cr, Li, Ni, Pb i Se bile su ispod granice detekcije u svim analiziranim uzorcima i zbog toga koncentracije ovih elemenata nisu ušle u statističku analizu. Koncentracije Al su bile ispod granice detekcije u mišićima i jetri, što je slučaj i sa koncentracijama Fe i Mn u mišićima jedinki obe vrste. Cu je detektovan samo u uzorcima jetre jedinki crnog američkog patuljastog soma. Koncentracije teških metala i mikroelemenata u sva tri analizirana tkiva jedinki obe vrste prikazane su u Tabeli 26.

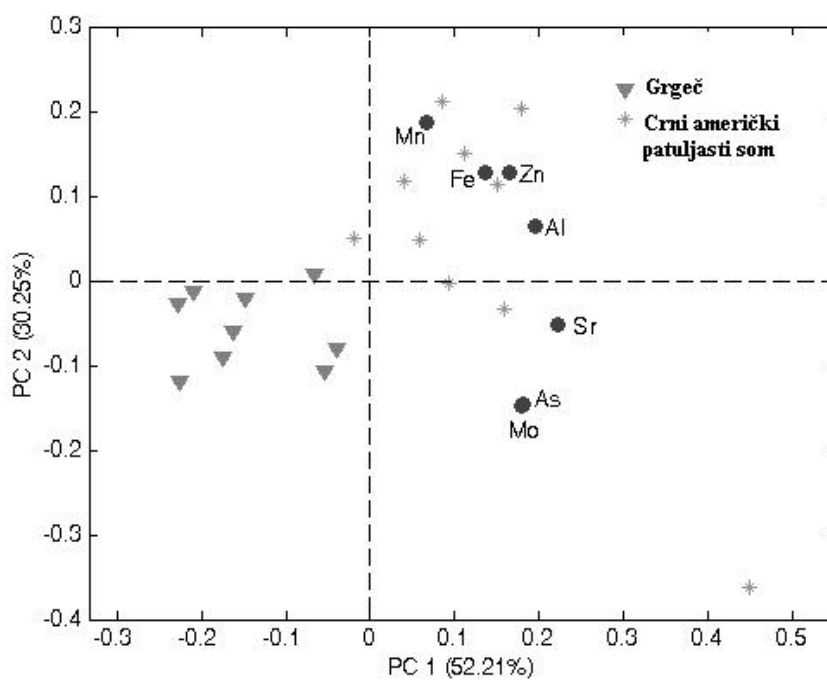
Tabela 26. Koncentracije teških metala i mikroelemenata u različitim tkivima crnog američkog patuljastog soma i grgeča (srednja vrednost \pm SD). Vrednosti su izražene u $\mu\text{g/g}$ suve ~~ž~~ine. Statistički značajna razlika između vrsta za pojedina tkiva označena je asteriskom (*) ($p < 0,05$ Man-Vitni U Test). ID ukazuje da su vrednosti bile ispod granice detekcije.

Element	Škrge		Mišići		Jetra	
	Grgeč	Crni američki patuljasti som	Grgeč	Crni američki patuljasti som	Grgeč	Crni američki patuljasti som
Al	21,02 \pm 37,41*	212,56 \pm 65,60*	ID	ID	ID	ID
As	3,82 \pm 0,55	4,83 \pm 2,07	3,89 \pm 0,30	4,16 \pm 0,68	8,05 \pm 4,01*	4,83 \pm 1,80*
Cu	ID	ID	ID	ID	ID	10,91 \pm 8,28
Fe	126,36 \pm 52,99*	245,6 \pm 84,66*	ID	ID	150,84 \pm 140,80*	451,27 \pm 276,01*
Mn	1,49 \pm 1,07*	3,29 \pm 2,02*	ID	ID	ID	2,37 \pm 1,78
Mo	1,78 \pm 0,27	2,30 \pm 1,02	1,85 \pm 0,16	2,00 \pm 0,33	4,23 \pm 2,08*	2,69 \pm 0,90*
Sr	34,69 \pm 6,42*	51,69 \pm 11,42*	30,67 \pm 4,60*	22,05 \pm 3,59*	41,29 \pm 21,68	25,51 \pm 9,44
Zn	49,72 \pm 10,10*	73,62 \pm 9,99*	29,84 \pm 8,27	31,47 \pm 8,82	42,70 \pm 15,01*	88,48 \pm 16,25*

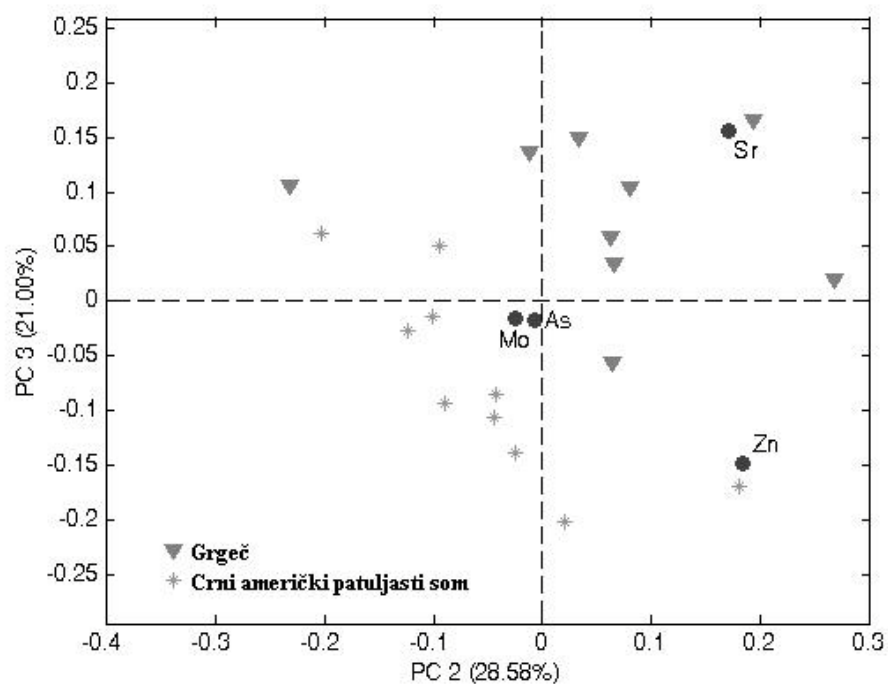
Koncentracije elemenata u škragama imale su sledeći trend: Fe>Zn>Sr>Al>As>Mo>Mn kod grgeča i Fe>Al>Zn>Sr>As>Mn>Mo kod crnog američkog patuljastog soma. Trend koncentracije elemenata u mišićima bio je Sr>Zn>As>Mo kod jedinki grgeča i Zn>Sr>As>Mo kod jedinki crnog američkog patuljastog soma, dok je u jetri bio Fe>Zn>Sr>As>Mo kod grgeča i Fe>Zn>Sr>Cu>As>Mo>Mn kod crnog američkog patuljastog soma. Rezultati ukazuju na to da je distribucija i koncentracija teških metala u različitim tkivima obe proučavane vrste imala sličan obrazac. Man-Vitni U Test pokazuje da su postojale značajne razlike u koncentracijama Fe i Zn u jetri i škragama između grgeča i crnog američkog patuljastog soma ($p < 0,05$). Isti je slučaj sa koncentracijama Al, Mn i Sr u škragama i As i Mo u jetri. Sr je jedini element čija je koncentracija bila značajno različita u mišićima ove dve vrste (Tabela 26).

Rezultati analize glavnih komponenti u škragama pokazuju da su uzorci crnog američkog patuljastog soma grupisani na osnovu povećanih koncentracija Al, Fe, Sr i Zn (Slika 91). U uzorcima mišića, jedinke grgeča bile su izdvojene zbog visokih

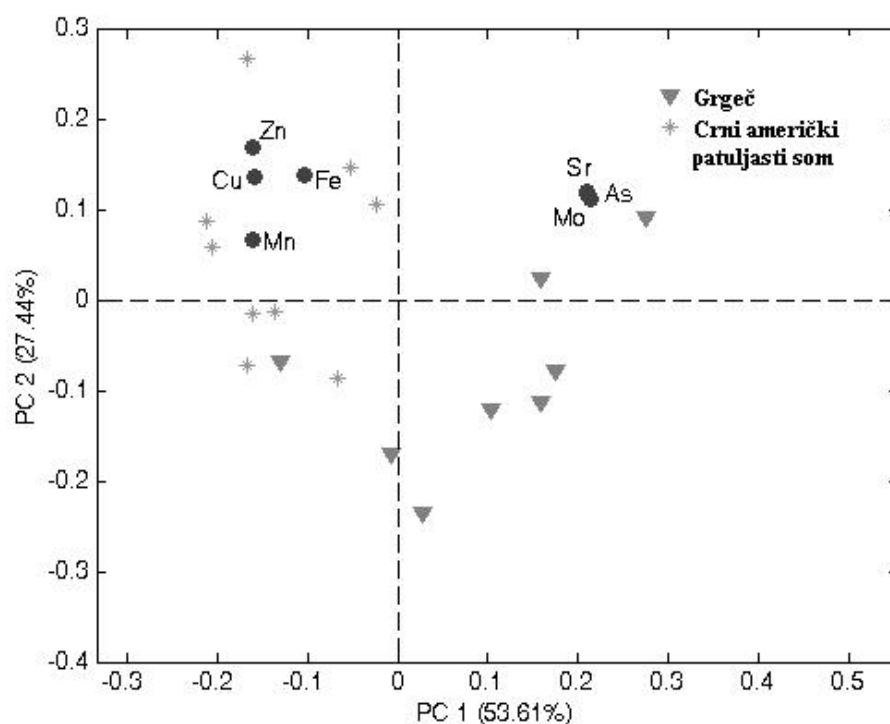
koncentracija Sr (Slika 92). U uzorcima jetre jedinke crnog američkog patuljastog soma grupisane su na osnovu visokih koncentracija Cu, Fe, Mn i Zn, a jedinke grgeča na osnovu visokih koncentracija As, Mo i Sr (Slika 93).



Slika 91. Rezultati analize glavnih komponenti koncentracije elemenata u škragama grgeča i crnog američkog patuljastog soma.



Slika 92. Rezultati analize glavnih komponenti koncentracije elemenata u mišićima grgeča i crnog američkog patuljastog soma.



Slika 93. Rezultati analize glavnih komponenti koncentracije elemenata u jetri grgeča i crnog američkog patuljastog soma.

Prema regulativi Republike Srbije, maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) za Fe kod konzervirane ribe iznosi 30,0 µg/g sveže mase. U cilju upoređivanja rezultata dobijenih u okviru ovog istraživanja, sve koncentracije po jedinici suve mase preračunate su u koncentracije po jedinici sveže mase. U škrigama i jetri koncentracija Fe je bila veća od MDK, sa prosečnim vrednostima od 33,95 i 42,70 µg/g sveže mase u škrigama i 32,17 i 110,50 µg/g sveže mase u jetri grgeča i crnog američkog patuljastog soma. Koncentracije As su takođe bile iznad MDK, koja za konzerviranu ribu iznosi 2,0 µg/g sveže mase, ali samo u jetri grgeča, sa prosečnim vrednostima od 3,96 µg/g sveže mase. Koncentracije Cu i Zn su bile ispod MDK propisane regulativom Republike Srbije (30 µg/g i 100 µg/g) u svim analiziranim tkivima, kod obe vrste. Regulativa Republike Srbije nije propisala MDK za Al, Mn, Mo i Sr.

5. DISKUSIJA

5.1. Struktura populacije

Analiza strukture populacije u kontekstu starosti jedinki pokazala je prisustvo pet uzrasnih klasa: od 0+ do 4+. Dominantna uzrasna klasa bila je 1+, kako po godinama, tako i po sezonama uzorkovanja, odnosno oko polovina svih uzorkovanih jedinki pripadala je ovoj uzrasnoj klasi, da bi se u zimskom periodu njihova zastupljenost povećala na čak 73%. Ovi podaci su u skladu sa rezultatima Sotirova (1968) koji je proučavao ovu vrstu na ribnjaku Ečka, gde je zastupljenost uzrasnih klasa bila 0+ (28%), 1+ (43%), 2+ (13%), 3+ (13%) i 4+ (3%), dok je 5+ uzrasnoj klasi pripadala samo jedna jedinka.

Zastupljenost jedinki koje pripadaju 0+ uzrasnoj klasi bila je izuzetno niska u periodu od 2009. do 2011. godine (od 1% do 6%), da bi tokom 2012. godine porasla na 33%. Prisustvo ovako velikog broja jedinki koje pripadaju mlađim uzrasnim klasama (0+ 33% i 1+ 48%) može se objasniti izuzetnom sposobnošću populacije da se brzo oporavi nakon masovnog pomora, koji se dogodio 2011. godine. Ovaj fenomen detaljnije će biti analiziran u poglavlju „Masovni pomor i obnova populacije“. Takođe, izuzetno povećanje zastupljenosti 0+ jedinki tokom leta (30%), u odnosu na druge sezone (od 3% do 7%) nastaje kao posledica reprodukcije (od maja do avgusta) i velike produkcije juvenilnih jedinki u ovom periodu.

Brojnost 2+ uzrasne klase bila je najveća tokom prve godine uzorkovanja (33%), a zatim je opala na 21% tokom 2010. i 2011. godine. Najniža vrednost zabeležena je 2012. godine (7%). Kada su sezone u pitanju, zastupljenost ove uzrasne klase kreće se od 15% do 22% (od proleća do jeseni) da bi naglo opala na 9% tokom zime. Dobijeni rezultati se u velikoj meri razlikuju od uzrasne strukture u slivu reke Tise, gde je upravo 2+ uzrasna klasa bila najzastupljenija, sa 42%. Naime, ovo istraživanje pokazalo je vrlo sličnu zastupljenost 1+ i 3+ uzrasnih klasa, 27% i 29%, dok je 4+ jedinki bilo svega 2% (Cvijanović, 2009).

Zastupljenost jedinki u Savskom jezeru koje su pripadale 3+ uzrasnoj klasi, kretala se od 11% (2012. godine) do 21% (2011. godine), sa prosečnom vrednošću od 16%. Ovi rezultati su u skladu sa rezultatima Sotirova (1968). Takođe, ova uzrasna

klasa ima relativno veliku zastupljenost tokom proleća (24%) i jeseni (21%), da bi naglo opala tokom leta (8%) i zime (9%). Podaci o uzrasnoj strukturi populacije u Korbara jezeru (Italija) pokazuju da je upravo ova uzrasna klasa najbrojnija, kako u ukupnom uzorku (42%), tako i tokom proleća (42%) i zime (57%). S druge strane, na jesen je najzastupljenija 1+ uzrasna klasa sa 40% (Pedicillo *et al.*, 2008) i ovi podaci odgovaraju rezultatima iz Savskog jezera.

Kada je reč o zastupljenosti 4+ uzrasne klase, rezultati iz Savskog jezera u skladu su sa rezultatima iz Ečke i sliva reke Tise gde su se vrednosti kretale od 1% do 2% (Sotirov, 1968; Cvijanović, 2009), dok je prosečna zastupljenost ove uzrasne klase u Korbara jezeru bila izuzetno visoka i iznosila je 21% (Pedicillo *et al.*, 2008).

Distribucija dužinskih frekvencija pruža važne informacije o promenama strukture populacije i rastu uzrasnih grupa, kako tokom različitih godina uzorkovanja, tako i tokom sezona. Razlike u distribuciji dužinskih frekvencija nastaju kao posledica različitih faktora, poput vremena izleganja, mortaliteta, selektivnosti ulova i individualnih stopa rasta (Macdonald, 1987, prema Krpo-Ćetković, 2004). U skladu sa tim, treba napomenuti mogućnost da je izbor alata, odnosno vrša za uzorkovanje uticao na rezultate distribucije dužinskih frekvencija jedinki u Savskom jezeru. Naime, pojedina istraživanja ukazuju da vrše mogu biti selektivne po pitanju veličine jedinki (Hanchin *et al.*, 2002b; Louette & Declerck, 2006), odnosno izbor ribolovnih alata različite selektivnosti može uticati na veličinu uhvaćenih jedinki (Cvijanović, 2009). Analiza strukture populacije na osnovu dužinskih klasa na tri prirodna lokaliteta (Kanjiža, Čurug i Bačko Gradište) delimično odgovaraju podacima iz Savskog jezera. Međutim, treba napomenuti da su dužinske klase izražene u standardnoj dužini (SL), da su korišćeni različiti ribolovni alati i da je uzorkovanje vršeno samo tokom jeseni 2005. godine. Na lokalitetu Kanjiža najzastupljenija je bila dužinska klasa 7,2 - 9,8 cm SL i ovde su korišćeni udičarski alati (uz mamčenje udica crvima i bacanje riblje primame). Na lokalitetu Čurug korišćene su posebno pravljene kavezne zamke, sa levkastim otvorom i upotrebom bajatog hleba kao mamca. Zbog toga se rezultati sa ovog lokaliteta mogu na bolji način uporediti sa rezultatima iz Savskog jezera. Najzastupljenija dužinska klasa na ovom lokalitetu je bila 12,6 – 15,2 cm SL, što se u velikoj meri poklapa sa rezultatima iz Savskog jezera, u kome su tokom jeseni bile najzastupljenije dužinske klase od 11 cm TL do 16 cm TL. Na lokalitetu Bačko Gradište korišćene su

stajace mreže sa različitim promerom okaca i to je verovatno dovelo do ulova u kome dominiraju veće jedinke, dužinske klase 18 – 20,6 cm SL (Cvijanović, 2009).

Analiza dužinskih frekvencija jedinki u Savskom jezeru je pokazala jasan rast jedinki od 2 do 3 cm između leta i jeseni, odnosno pomeranje dominantnih dužinskih klasa od 8 i 9 cm TL i 13 i 14,5 cm TL (leto) na 11 i 12 cm TL i 15 i 16 cm TL (jesen).

Alohtone invazivne vrste imaju sposobnost brze adaptacije na nove uslove okruženja kroz alokaciju energetske resursa i usmeravanje na somatski rast i razvoj gonada (Copp *et al.*, 2002). S druge strane, populacije pojedinih severnoameričkih vrsta riba koje su introdukovane u Evropu, poput sunčice i crnog američkog patuljastog soma, imaju manje stope rasta i asimptotske dužine tela u poređenju sa severnoameričkim populacijama. Ovo može biti rezultat većeg reproduktivnog napora kako bi kolonizacija bila uspešnija, kroz pomeranje alokacije resursa ka reprodukciji i održavanju potomstva, a manje ka somatskom rastu (Copp *et al.*, 2004; Novomeská & Kovač, 2009). Prosečna totalna dužina severnoameričkih jedinki crnog američkog patuljastog soma jeste 26,6 cm (Hugg, 1996; Froese & Pauly, 2014), dok je u Savskom jezeru ona 13,3 cm. Ova vrednost je niža u odnosu na rezultate iz Bačkog Gradišta i Kanjiže gde su prosečne vrednosti totalnih dužina bile 16,5 cm (Maletin, 1979, prema Cvijanović, 2009) i Korbara jezera (Italija) u kome je prosečna dužina tela jedinki bila 16,23 cm (Pedicillo *et al.*, 2008). Rezultati Novomeská *et al.* (2013), koji su proučavali četiri populacije u Velikoj Britaniji (11,37 cm), Francuskoj (15,25 cm), Italiji (18,21 cm) i Slovačkoj (12,02 cm), pokazuju različite prosečne dužine jedinki. Jedinke iz populacija koje su duže introdukovane, poput onih koje nastanjuju jezero Trasimeno (Italija) već 40 godina (Gianotti *et al.*, 1975) i močvaru Brie (Francuska) tokom poslednjih 70 godina (Cucherousset *et al.*, 2006a), imaju veće totalne dužine tela (kako prosečne, tako i maksimalne), u poređenju sa skorije uspostavljenim populacijama u Velikoj Britaniji i Slovačkoj. Stoga se može izvesti zaključak da što je duži period uspostavljanja vijabilne populacije to se dužina tela jedinki postepeno približava veličinama koje su tipične za nativne populacije. Ipak, prosečna veličina tela u sve četiri analizirane populacije i dalje je manja od nativnih populacija (Novomeská *et al.*, 2013).

U svom prirodnom staništu u Severnoj Americi, maksimalna totalna dužina tela jedinki bila je 66 cm (IGFA, 1991), za razliku od Savskog jezera u kome je najveća uzorkovana jedinka imala 25,5 cm. Isti je slučaj i kada je težina tela u pitanju. Prosečna

težina tela jedinki u Savskom jezeru iznosila je 38,26 g. Ovi rezultati su u skladu sa prosečnom vrednošću težine jedinki u slivu reke Tise (Kanjiža, Čurug, Bačko Gradište) koja je iznosila 48 g. Masena klasa 33-58 g bila je dominantna na lokalitetu Čurug i ovi rezultati najviše odgovaraju rezultatima iz Savskog jezera, što se i moglo očekivati, s obzirom na to da se na ovom lokalitetu koristio ribolovni alat nasličniji vršama koje su korišćene na Savskom jezeru (Cvijanović, 2009). Maletin (1979) navodi da je srednja vrednost za težinu jedinki na lokalitetima Bačko Gradište i Kanjiža 57 g i 55 g. Rezultati iz Savskog jezera imaju manje vrednosti u poređenju sa rezultatima iz Korbara jezera u kome su jedinke imale prosečnu težinu tela 60,55 g. Isti fenomen zabeležen je i kod vrste *Neogobius melanostomus* (Pallas 1814), koja ima manju veličinu tela u ne-nativnim oblastima, u odnosu na jedinke u nativnim Ponto-Kaspijskim populacijama (MacInnis & Corkum, 2000, prema Novomeská *et al.*, 2013), kao i kod sunčice kod koje su jedinke u nativnim populacijama u Severnoj Americi i dalje veće u odnosu na jedinke u Evropi i nakon 100 godina od introdukcije (Copp *et al.*, 2004; Copp & Fox, 2007, prema Novomeská *et al.*, 2013). U ovom slučaju razlike u veličini najverovatnije su nastale usled različitih temperaturnih režima, koji utiču kako na količinu dostupne hrane, tako i na somatski rast (Novomeská *et al.*, 2013).

Kada govorimo o prosečnim vrednostima totalnih dužina i težina jedinki u Savskom jezeru koje su podeljene prema godinama uzorkovanja, možemo primetiti veliku ujednačenost od 2009. do 2011. godine. Vrednosti su se kretale od 13,82 cm TL do 14,77 cm TL, odnosno 41,13 g do 46,71 g. S druge strane, tokom 2012. godine dolazi do drastičnog pada prosečnih vrednosti totalnih dužina (11,51 cm) i težina (27,33 g) zbog povećanja broja juvenilnih jedinki, koje je usledilo nakon masovnog pomora. Ovaj fenomen obrađen je na više mesta u samoj disertaciji.

Rezultati prosečnih vrednosti totalnih dužina i težina posmatrani kroz različite sezone uzorkovanja poklapaju se sa periodom mresta. Naime, u proleće su zabeležene visoke vrednosti prosečnih totalnih dužina (14,69 cm) i težina (48,38 g) jedinki. Na prelazu proleća u leto započinje period mresta (maj) koji može trajati sve do avgusta. Takođe, ova vrsta ima porcioni mrest, što znači da jedinke imaju višestruke (pod)cikluse tokom perioda mresta (Novomeská & Kováč, 2009). Zbog velikog broja juvenilnih jedinki koje nastaju u letnjem periodu beleže se i nešto niže prosečne vrednosti totalnih dužina (12,28 cm) i težina (31,91 g) jedinki. Kako je leto period intenzivnog rasta,

tokom jeseni (koje, takođe, može biti izuzetno povoljno za rast) ponovo imamo povećanje prosečnih vrednosti totalnih dužina (14,21 cm) i težina (44,23 g) jedinki. Zimi prosečne vrednosti totalnih dužina (12,66 cm) i težina (30,14) jedinki opadaju zbog usporenog metabolizma i rasta, pre svega zbog drastičnog pada vrednosti temperature vode (Johnston & Dunn, 1987).

Tokom četvorogodišnjeg terenskog istraživanja utvrđeno je prisustvo ukupno 8 kohorti, od najstarije, koju su činile jedinke rođene 2005. godine, do najmlađe, koju su činile jedinke rođene 2012. godine. Međutim, podeljeno prema godinama uzorkovanja utvrđeno je da su najstarije jedinke imale uglavnom 5 godina. Samo je 2011. godine utvrđeno prisustvo jedinki koje su bile i 6 godina stare. Ovi rezultati su u skladu sa rezultatima iz Korbara jezera (Italija), gde su najstarije jedinke imale 6 godina (Pedicillo *et al.*, 2008) i rezultatima iz sliva reke Tise, gde su najstarije jedinke imale 5 godina (Cvijanović *et al.*, 2009). Prosečan životni vek ove vrste u Italiji iznosi od 4 do 5 godina, sa izuzetkom jedinki koje mogu da žive od 8 do 9 godina (Gandolfi *et al.*, 1991 prema Pedicillo *et al.*, 2008). Najveći broj jedinki u jezerima Južne Dakote takođe je živeo do 6 godina, a samo par njih dostiglo je starost od 8 godina. Ovo istraživanje je pokazalo i da u vodama u kojima je visoka abundanca jedinki, one ne dostižu veliku starost (Hanchin *et al.*, 2002a). Brojnost kohorti je bila veoma različita i kretala se od 5 do 1719 jedinki.

Poređenjem brojnosti kohorti sa vrednostima relativne težine nije potvrđena pravilnost, uočena kod jedinki iz Korbara jezera, da što je kohorta brojnija to je srednja vrednost relativne težine jedinki manja (Pedicillo *et al.*, 2008). Prosečna relativna težina jedinki u Savskom jezeru, u celokupnom uzorku, bila je $84,78 \pm 1,09$, što je znatno veće nego kod jedinki u Korbara jezeru ($75,88 \pm 0,09$), ali i manje nego kod jedinki u prirodnim jezerima Ajove (od 90 do 92). Kako je relativna težina dobar pokazatelj nutritivnog i kondicionog statusa jedinki (Murphy *et al.*, 1991; Blackwell *et al.*, 2000), na osnovu ovih podataka može se zaključiti da jedinke u Savskom jezeru imaju bolje uslove života od jedinki u Korbara jezeru i lošije od jedinki u nativnim staništima. Vrednosti relativne težine jedinki u Savskom jezeru varirale su od 93,18 do 78,20, i ove vrednosti se ne mogu dovesti u korelaciju sa brojnošću kohorti. Uopšteno govoreći, ne može se pronaći nikakva pravilnost kada su kohorte i godine uzorkovanja u pitanju. Za razliku od Savskog jezera, niske vrednosti relativne težine u Korbara jezeru dovedene

su u vezu kako sa nedovoljnim zalihama hrane i hranidbenim uslovima, tako i sa povećanjem brojnosti populacije, koje dovodi do intenzivne intraspecijske kompeticije (Pedicillo *et al.*, 2008). Međutim, kada su sezone u pitanju, mogu se primetiti određene pravilnosti. Naime, sudeći po vrednosti relativne težine, najpovoljniji uslovi se javljaju tokom letnjeg ($87,86 \pm 12,43$), a zatim jesenjeg ($83,19 \pm 12,37$) i prolećnog perioda ($82,42 \pm 10,67$). Ubedljivo najlošiji uslovi, sudeći prema vrednostima relativne težine, beleže se tokom zimskog perioda ($78,96 \pm 7,26$). Ovi rezultati su u skladu sa rezultatima iz Korbara jezera, gde su najgori uslovi za život jedinki tokom zimskih meseci ($75,32 \pm 0,17$), za razliku od proleća ($76,21 \pm 0,19$), leta ($76,47 \pm 0,21$) i jeseni ($75,36 \pm 0,10$). Zima je posebno kritičan period u životu riba (Lorenzoni *et al.*, 2002), jer tada opada temperatura vode i smanjuju se zalihe hrane, što može povećati mortalitet među manjim i slabo uhranjenim jedinkama, kao rezultat jačih intra- i interspecijskih kompetitivnih odnosa (Buijse & Houthuijzen, 1992; Pedicillo *et al.*, 2008).

5.2. Dužinsko-težinski odnosi

Ribe tokom razvića prolaze niz faza u kojima se menja odnos dužine i težine. Faktor alometrije, odnosno koeficijent regresije b na najbolji način odražava promene ovog odnosa (Cvijanović, 2009). Vrednosti faktora alometrije kod riba razlikuju se u zavisnosti od vrste, starosti, polne zrelosti, sezone i ishrane (Ricker, 1975) i mogu varirati od 2,5 do 3,5 (Pauly & Gayanilo, 1997). Vrednost $b = 3$ označava da riba ima idealan alometrijski rast. To znači da povećanje dimenzija tela ne dovodi do promene u proporcijama, odnosno dužina i težina se ravnomerno povećavaju. Vrednost $b > 3$ ukazuje na pozitivan alometrijski rast, što znači da je težinski porast u funkciji vremena veći od dužinskog, dok vrednost $b < 3$ predstavlja negativan alometrijski rast koji označava da je težinski porast u funkciji vremena manji od dužinskog (Krpó-Ćetković, 2004; Višnjić-Jeftić, 2012). Takođe, u toku životnog ciklusa može doći do promene faktora alometrije i to najčešće prilikom prelaska iz jedne životne faze u drugu. To u izvesnoj meri predstavlja krizne trenutke tokom života, kao što su metamorfoza, promena životne sredine ili dostizanje prve polne zrelosti. Razlike u ovom faktoru mogu postojati između populacija iste vrste kao i u okviru jedne populacije u različitim godinama i one nastaju kao posledica različite uhranjenosti i različitih polova. Zbog

toga faktor alometrije može poslužiti za diferencijaciju grupa ili subpopulacija u okviru jedne iste populacije (Krpo-Ćetković, 2004; Cvijanović, 2009)

Rezultati istraživanja na Savskom jezeru, kako po godinama uzorkovanja, tako i po sezonama, pokazali su variranja vrednosti faktora alometrije od 2,933 (2009. godine) do 3,163 (proleće), dok je vrednost ovog faktora na celom poduzorku od 6033 jedinke iznosila 3,002. Drugim rečima, tokom sve četiri godine uzorkovanja, jedinke u Savskom jezeru imale su gotovo idealan alometrijski rast. Ista je situacija kada su sezone u pitanju, osim što su u proleće jedinke imale pozitivan alometrijski rast.

Statističke analize faktora alometrije po godinama uzorkovanja pokazuju da statistički značajna razlika postoji između 2009. i 2010. godine, 2009. i 2011. godine, 2010. i 2012. godine i 2011. i 2012. godine ($p < 0,05$). Analiza faktora alometrije prema sezonama uzorkovanja pokazuje da statistički značajne razlike postoje između proleća i leta, proleća i jeseni i proleća i zime. Između svih drugih sezona ne postoje statistički značajne razlike ($p < 0,05$). Chow testom utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u vrednostima faktora alometrije u odnosu na godine i sezone uzorkovanja, međutim zbog velikog broja podataka, u biološkom smislu ove razlike su beznačajne.

Rezultati iz Savskog jezera u skladu su sa rezultatima iz Korbara jezera. Vrednost faktora alometrije kod jedinki iz Korbara jezera iznosila je 3,071 u celokupnom uzorku ($n = 3260$), bez razlike između polova. Razdvojeno na polove, vrednosti ovog faktora bile su 3,091 kod mužjaka i 3,129 kod ženki (Pedicillo *et al.*, 2008). Istraživanja u slivu reke Tise pokazuju da su najveće vrednosti faktora alometrije zabeležene na lokalitetima Bačko Gradište (2,9894) i Kanjiža (2,9162) i ovi rezultati se u najvećoj meri poklapaju sa vrednostima iz 2009. godine (2,933) i 2012. godine (2,997). Na lokalitetu Čurug, vrednost faktora alometrije bila je najniža (2,6453) i jedinke su imale negativan alometrijski rast (Cvijanović, 2009). Treba napomenuti da su jedinke iz Savskog jezera imale veći faktor alometrije u odnosu na jedinke iz uzgoja (lokalitet Sombor) (2,8452), što može dovesti do zaključka da su uslovi u Savskom jezeru povoljniji za rast ove vrste, da je sastav hrane jedinki iz prirodnih populacija dobar i da je njihovo povećanje težine veće nego kod uzgajanih jedinki (Ricker, 1975, prema Cvijanović, 2009).

Analizom krive dužinsko-težinskog odnosa utvrđeno je da tačka infleksije ne postoji. Ovo je vrlo zanimljiva činjenica i još jedna osobina kojom može da se objasni

invazivni potencijal ove vrste. Naime, ne postoji prekid u obliku krive dužinsko-težinskog odnosa (logaritamski transformisane), ukazujući na odsustvo faza rasta, koje su najčešće posledica različitih stopa rasta kod juvenilnih i adultnih jedinki (Ricker, 1975; Froese, 2006). Slični rezultati primećeni su kod jedne vrste tune *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) (Shuford *et al.*, 2007). Utvrđeno je da ova vrsta u Atlantskom okeanu nema uobičajene dve faze rasta, odnosno sigmoidni rast, već obrazac koji prati fon Bertalanfijevu funkciju rasta. Ovaj fenomen je u skladu sa rezultatima i drugih istraživača (Wild, 1986; Stéquert *et al.*, 1996; Lessa & Duarte-Neto, 2004). Jasan/poseban period sporog rasta juvenilnih jedinki, koji je karakterističan za model rasta u kome postoje dve jasno razdvojene faze, nije uočen tokom gorepomenutih istraživanja. Ovi rezultati ukazuju na to da u pojedinim ribljim populacijama juvenilne jedinke imaju ubrzan rast koji se nastavlja tokom adultnog perioda, i koji se polako usporava kako se jedinke približavaju svojoj maksimalnoj veličini. Ovo je verovatno slučaj i sa populacijom crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru.

5.3. Distribucija jedinki i relativna gustina populacije

Analizirajući vrednosti CPUE za svaki pojedinačan mesec u periodu od 2009. do 2012. godine, možemo primetiti da su tokom 2009, 2010. i 2012. godine one varirale u opsegu od $0,4 \pm 0,5$ jedinki po vrši po danu do $41,5 \pm 22,1$ jedinki po vrši po danu. Ove vrednosti su 2011. godine bile niske i prilično ujednačene i kretale su se u opsegu od $0,2 \pm 0,3$ jedinki po vrši po danu do $3,4 \pm 4,5$ jedinki po vrši po danu. Takođe, tokom proleća i zime 2009, 2010. i 2012. godine CPUE vrednosti su bile niske, kao i tokom cele 2011. godine kada se dogodio masovni pomor jedinki crnog američkog patuljastog soma. Visoke vrednosti CPUE u 2012. godini tokom leta ($37,2 \pm 20,4$) i jeseni ($23,2 \pm 16,4$) takođe su jedan od pokazatelja brzog oporavka populacije.

CPUE vrednosti u Korbara jezeru ($45,84 \pm 7,85$ jedinki po vrši po danu) bile su slične maksimalnim zabeleženim vrednostima u Savskom jezeru (Pedicillo *et al.*, 2008). Takođe, CPUE vrednosti u Brie močvari (Francuska) bile su $7,38 \pm 8,7$ jedinki po vrši po danu za adulte (Cucheriusset *et al.*, 2006a), i ovaj rezultat se u velikoj meri poklapa sa prosečnim CPUE vrednostima u Savskom jezeru ($9,7 \pm 12,3$). S druge strane, kod severnoameričkih populacija, CPUE vrednosti variraju od veoma niskih do izuzetno

visokih. U tri prirodna jezera u Ajovi, CPUE vrednosti su bile 21,9 jedinki po vrši po danu (Srebrno jezero), 10,4 jedinki po vrši po danu (Minevašta jezero) i 5,6 jedinki po vrši po danu (Zapadno Okoboji jezero) i ovi rezultati se u velikoj meri poklapaju sa rezultatima iz Savskog jezera. Takođe, ovo istraživanje pokazalo je da najveću abundancu, najkrupnije jedinke, najveću varijabilnost u obnovi populacije i regrutaciji jedinki, najmanji mortalitet i najbrži rast ima populacija u Srebrnom jezeru u Ajovi, koje po svojim karakteristikama ima najveći stepen eutrofikacije (Mork *et al.*, 2009). Mnoga istraživanja potvrđuju sličnu vezu između pojedinih populacionih karakteristika i nivoa trofičnosti. Istražujući 23 prirodna jezera u Južnoj Dakoti, Brown *et al.* (1999) su došli do zaključka da se abundanca jedinki povećavala sa smanjenjem veličine jezera (površina, dubina i zapremina), povećanjem koncentracije nutrijenata (ukupni i rastvoreni fosfor) i smanjenjem providnosti. CPUE vrednosti su bile izuzetno visoke i iznosile su više od 500 jedinki po vrši po danu. Slični zaključci dobijeni su istraživanjem populacije ove vrste u jezerima u Nebraski, s tim što su vrednosti CPUE mnogo više varirale, od 0,1 jedinki po vrši po danu do 564,8 jedinki po vrši po danu (Phelps *et al.*, 2005). S obzirom da je Savsko jezero mezotrofnog do eutrofnog, plitko i veoma bistro, sa velikom zasićenošću kiseonikom i relativno niskim koncentracijama fosfora i azota (IZJZS, 2009-2012), nije neočekivano da su CPUE vrednosti niže nego u izuzetno eutrofnim jezerima sa niskim kvalitetom vode i malom providnošću.

Analiza razlika u distribuciji jedinki u odnosu na stanište pokazala je da najveće CPUE vrednosti imaju vrše u zoni makrofitske vegetacije. Ovi rezultati su u skladu sa rezultatima iz Brie močvare, koji su pokazali da je abundanca jedinki (juvenilnih i adultnih) pozitivno korelisana sa prisustvom vegetacije u kojoj dominira trska. Takođe, tokom poplava, jedinke su uglavnom naseljavale ekosisteme obrasle trskom, a ne močvarne livade (Cucheriusset *et al.*, 2006a). Veća abundanca u zonama gušće vegetacije, kako u Savskom jezeru, tako i u Brie močvarnom ekosistemu, može biti posledica veće produktivnosti ove zone. Takođe, vegetacija utiče na promenu staništa i na hranidbene resurse, jer proizvodi veliku količinu detritusa, koji može opstajati i više godina na jezerskom dnu. U zoni vegetacije ima znatno više beskičmenjaka, koji mogu poslužiti kao plen (Cucheriusset *et al.*, 2006a).

Rezultati CPUE vrednosti po sezonama su očekivani i pokazuju da je najveća brojnost tokom jesenjeg i letnjeg perioda, dok su najmanje vrednosti tokom proleća i

zime, kada je zbog niske temperature vode smanjena aktivnost i abundanca jedinki. Ovi rezultati su u skladu sa istraživanjima u Dojranskom jezeru (Bobori & Salvarina, 2010) i potocima u slivu reke Amazon (Mojica *et al.*, 2014).

Brojna istraživanja su pokazala da je abundanca crnog američkog patuljastog soma u pozitivnoj korelaciji sa abundancom šarana (Brown *et al.*, 1999; Hanchin *et al.*, 2002a; Mork *et al.*, 2009). Ovaj zaključak je potvrđen i tokom istraživanja na Savskom jezeru, jer šaran ima dominantno prisustvo u Savskom jezeru sa procentualnim udelom od 21,2% (Hegediš *et al.*, 2008). Poput crnog američkog patuljastog soma, šaran je tolerantna bentoska vrsta, koja može povećati turbiditet i dostupnost nutrijenata kroz ekskreciju i resuspenziju sedimenta u vodeni stub, ali i kroz konzumaciju vodenih makrofita u potrazi za beskičmenjacima. Ove osobine i ovakvo ponašanje dovode do smanjenja kvaliteta vode i negativnog uticaja na autohtone vrste koje su manje tolerantne (Mork *et al.*, 2009). Braig & Johnson (2003) su ispitivali uticaj crnog američkog patuljastog soma na turbiditet u plitkim vodama i došli su do zaključka da providnost vode opada sa povećanjem biomase ove vrste.

Ovi rezultati ukazuju na to da se kolonizatorski uspeh jedne vrste mora posmatrati kako iz perspektive čitave riblje zajednice, tako i kroz prizmu staništa. Prisustvo drugih vrsta riba, koje mogu narušiti kvalitet vode ili dovesti do degradacije staništa, takođe otvaraju put za uspešno naseljavanje i uspostavljanje vijabilnih populacija alohtonih invazivnih vrsta. Takođe, antropogeni uticaj koji direktno dovodi do uništavanja staništa, izlovljavanja autohtonih vrsta i zagađenja voda, samo doprinosi invazivnom uspehu alohtonih vrsta (Cucheriusset *et al.*, 2006a).

5.4. Poređenje rasta jedinki u Savskom jezeru u odnosu na severnoameričke i evropske populacije

Paremetri fon Bertalanfijeve krive rasta izračunati su za poduzorak od 6033 jedinke, od 2009. do 2012. godine i oni imaju sledeće vrednosti: $L_{\infty} = 26,8$ cm, $K = 0,43$, $t_0 = -0,13$, bez razlike između polova. Vrednost koeficijenta ϕ' je 2,49. Parametri fon Bertalanfijevog modela iz Korbara jezera bili su veći i imali su sledeće vrednosti: $L_{\infty} = 31,78 \pm 1,21$ cm, $K = 0,21 \pm 0,02$, $t_0 = -0,78 \pm 0,07$ za ceo uzorak, bez razlike između polova; $32,06 \pm 7,77$ cm, $K = 0,22 \pm 0,11$, $t_0 = -0,60 \pm 0,38$ kod ženki i $32,27 \pm 8,24$

cm, $K = 0,22 \pm 0,12$, $t_0 = -0,83 \pm 0,66$ kod mužjaka. Nije pronađena statistički značajna razlika između ženki i mužjaka ni za jedan parametar. Vrednost koeficijenta ϕ' je 2,82. Takođe, poređenje srednjih vrednosti totalne dužine jedinki u Korbara jezeru za svaku uzrasnu klasu tokom jeseni i naredne zime pokazalo je da dužinski rast ne prestaje tokom zimskog perioda. Srednje vrednosti totalnih dužina zimi bile su veće od onih prethodne jeseni, za svaku uzrasnu klasu i ova razlika je bila statistički značajna. Istraživanje u Korbara jezeru pokazalo je i da rast nije konstantan tokom cele godine i da je najintenzivniji tokom proleća i jeseni. Međutim, ovaj zaključak se mora uzeti sa rezervom, jer može da se desi da ne dolazi do realnog povećanja dužine jedinki. Veće prosečne vrednosti dužina jedinki mogu biti rezultat većeg mortaliteta manjih jedinki, naročito tokom zime koja se smatra najkritičnijim periodom za ribe. Naime, temperatura vode opada, a hranidbeni resursi se smanjuju, što može dovesti do povećanog mortaliteta malih ili neuhranjenih jedinki kao rezultat mnogo jače intra- i interspecijske kompeticije. Ovo istraživanje pokazalo je da se i predatorstvo i inter- i intraspecijska kompeticija dešavaju među mladim jedinkama, favorizujući na ovaj način veće jedinke (Pedicillo *et al.*, 2008).

Rezultati iz Savskog jezera pokazuju da je srednja vrednost totalne dužine tokom prve godine života (0+) 9,70 cm TL; druge godine (1+) 12,78 cm TL; treće godine (2+) 16,29 cm TL; četvrte godine (3+) 18,61 cm TL i pete godine (4+) 21,68 cm TL. Ove vrednosti su nešto veće u odnosu na one iz Korbara jezera u kome jedinke dostižu srednju vrednost totalne dužine od 8,53 cm tokom prve godine života (0+), 10,56 cm tokom druge godine života (1+), 14,11 cm TL tokom treće godine života (2+), 17,87 cm TL tokom četvrte godine života (3+) i 19,69 cm TL tokom pete godine života (4+) (Pedicillo *et al.*, 2008). S druge strane, jedinke iz Savskog jezera imaju sporiji rast u odnosu na jedinke iz drugih akumulacija u Italiji. U jezeru Varese, jedinke su dostizale dužinu od 17 cm tokom prve godine, od 22 cm tokom druge godine, 26 cm tokom treće godine i 30 cm tokom četvrte godine života (Ceccuzzi, 2004 prema Pedicillo *et al.*, 2008). Takođe, u Rialto potoku jedinke su rasle približno jedinkama u Savskom jezeru, pa su tako u prvoj godini dostizale veličinu od 11,2 cm, u drugoj godini 13,9 cm, u trećoj godini 15,8 cm, u četvrtoj 17,7 cm i u šestoj godini života 24,5 cm (Turin *et al.*, 1995 prema Pedicillo *et al.*, 2008).

Rast jedinki u Savskom jezeru najbrži je između prve (0+) i druge (1+) godine života, nakon čega se značajno usporava sa povećanjem dužine i starosti. Međutim, rast jedinki u Savskom jezeru značajno je sporiji od jedinki u nativnim severnoameričkim populacijama (Morris, 1985; Hanchin *et al.*, 2002a; Froese & Pauly, 2013). U jezerima na istoku Južne Dakote prosečna dužina jedinki u prvoj godini života bila je 10,1 cm, u drugoj 15,5 cm, u trećoj 20,3 cm, u četvrtoj 23,2 cm, u petoj 26,2 cm i u šestoj godini života 28,9 cm. U mnogim vodama je primećeno da populacije sa velikom gustinom imaju smanjen individualni rast i da u njima dominiraju manje jedinke, što ukazuje da je rast zavisen od gustine (*engl.* density-dependent growth) (Hanchin *et al.*, 2002a; Phelps *et al.*, 2005). Takođe, rast se povećava sa dubinom jezera (maksimalnom i srednjom) i opada sa povećanjem produktivnosti ekosistema (količina ukupne rastvorene materije i morfoedafski indeks). Jedinke crnog američkog patuljastog soma prenamnožavaju se u plitkim, produktivnim jezerima i to utiče na rast, koji postaje sporiji. Drugim rečima, u plitkim jezerima (poput Savskog jezera) populacije dostižu veliku gustinu koja utiče na sporiji rast samih jedinki (Hanchin *et al.*, 2002a). Osim toga, istraživanje populacionih karakteristika u 23 jezera u Nebraski pokazalo je da vegetacija može usporiti rast jedinki crnog američkog patuljastog soma smanjujući efikasnost predatorskih vrsta. Takođe, gušća vegetacija pruža povoljnije uslove za mrest i predstavlja svojevrsno sklonište od predatora što dovodi do povećanja gustine populacije, a samim tim do usporavanja rasta (Phelps *et al.*, 2005). Ovo može biti još jedan razlog sporijeg rasta jedinki u Savskom jezeru, s obzirom na gustu zonu makrofitske vegetacije.

5.5. Ishrana

Kada je reč o ispitivanju hranidbenih navika kod riba, postoje određena neslaganja po pitanju odgovarajućih metoda za prikupljanje uzoraka. Problemi, poput regurgitacije (izbacivanja) hrane, svarivanja hrane pre disekcije ili atipičnih hranidbenih navika pojedinih vrsta, navode se kao posledice neadekvatnog izbora tehnika za uzorkovanje. Istraživanja na Pirinejskom poluostrvu pokazala su da su jedinke uzorkovane ribarskim mrežama imale prazne stomake, dok su one koje su uzorkovane elektroribolovom imale plen u svojim stomacima, što ukazuje da ova metoda nije toliko stresna i da ne izaziva regurgitaciju. Takođe, postoji niz faktora koji mogu da utiču na količinu, dostupnost i vrstu plena, ekologiju ishrane i na različite stope digestije, a to su:

diurnalni ciklus, sezonske promene, kao i promene koje se dešavaju između samih godina (Bowen, 1996 prema Leunda *et al.*, 2008). Kao što je već rečeno, jedinke u Savskom jezeru uzorkovane su pomoću vrša, uz korišćenje hleba kao primame. Ne može se sa sigurnošću reći koliko dugo su jedinke provodile zarobljene u vršama, jer su vrše u vodi bile po 24 sata. Postoji mogućnost da su jedinke na ovaj način imale dovoljno vremena da svare celokupan plen. Takođe, s obzirom da se kao primama koristio hleb, može se pretpostaviti da je i on uticao na rezultate, jer ga je većina jedinki i imala u svom stomaku. Drugim rečima, dug boravak u vršama, kao i hleb koji je po svemu sudeći uticao kako na izbor plena (gladne jedinke su bivale privučene upravo ovim mamcem, koji je zatim u potpunosti ispunio želudačno-crevni sadržaj), tako i na brže svarivanje već postojećeg plena. Takođe, jedinke su u vršama bile sprečene da love. Ove okolnosti su po svemu sudeći uticale na izuzetno visoke vrednosti indeksa vakuiteta.

Indeks vakuiteta imao je najmanju vrednost na proleće 2011. godine ($I_v = 72,86\%$), a najveću tokom iste sezone naredne godine ($I_v = 100\%$), kada su sve analizirane jedinke imale prazne stomake. Tokom svih ostalih sezona vrednosti indeksa vakuiteta kretale su se između $94,49\%$ i $99,56\%$ i one su bile znatno veće od vrednosti indeksa vakuiteta na Pirinejskom poluostrvu ($I_v = 26,27\%$) (Leunda *et al.*, 2008).

Spektar ishrane jedinki u Savskom jezeru sačinjavalo je 14 različitih kategorija plena iz pet grupa: Mollusca, Crustacea, Insecta, Teleostei i biljke. Istraživanjem hranidbenih navika jedinki na Pirinejskom poluostrvu uočeno je da su se one takođe hranile ostacima biljnog materijala, terestričnim i akvatičnim beskičmenjacima i ribama, kako alohtonim, tako i autohtonim (Leunda *et al.*, 2008). U Savskom jezeru ribe su bile glavni plen u svim sezonama, za razliku od jedinki na Pirinejskom poluostrvu gde su u ishrani dominirali akvatični makrobeskičmenjaci na svim ispitivanim lokalitetima (Leunda *et al.*, 2008). Međutim, s obzirom na prisustvo akvatičnih beskičmenjaka, terestričnih insekata, riba i biljnih ostataka u ishrani, kako kod jedinki u Savskom jezeru, tako i kod jedinki na Pirinejskom poluostrvu, može se zaključiti da je ova vrsta generalista i oportunist, čije jedinke konzumiraju hranu koja je najdostupnija i koje ima u najvećoj meri. Jedinke su se biljnim materijalom, uglavnom, hranile u manjoj meri i u Savskom jezeru i na Pirinejskom poluostrvu, najverovatnije zbog njegove niske stope apsorpcije i male energetske vrednosti (Lien, 1981, prema Leunda *et al.*, 2008). Kod

drugih Ictalurida veća konzumacija biljnih ostataka dešava se samo kada su sve druge kategorije plena deficitarne (Blanc & Margraf, 2002 prema Leunda *et al.*, 2008). Jedinke u Vojvodini su se takođe hranile delovima viših biljaka i algama tokom čitave godine, kako slučajno, tako i zbog toga što se na njima razvija epifitska fauna koju jedinke koriste u ishrani (Sotirov, 1968). Jedinke u Engleskoj su se u najvećoj meri hranile biljnim materijalom, sa procentualnom učestalošću od čak 98% (Ruiz-Navarro *et al.*, 2015). S druge strane, izbor ribljeg plena je sasvim jasan, jer je energetski mnogo profitabilniji (Penczak *et al.*, 1984). Takođe, zajedno sa biljnim materijalom, u pojedinim stomacima nalazili su se i ostaci detritusa (pesak, kamenje), što ukazuje na njegovu slučajnu ingestiju tokom traženja plena u zoni bentosa ili pak na detritivornu ishranu (Pouilly *et al.*, 2006).

Među jedinkama na Pirinejskom poluostrvu nije pronađena pozitivna korelacija između veličine jedinki i veličine njihovog plena, što ukazuje na to da se jedinke crnog američkog patuljastog soma hrane kako uginulim ili umirućim i ranjivim većim jedinkama, tako i manjim i aktivnim ribama. Ovo istraživanje pokazalo je da su hironomide (larvalni stadijum) bile najdominantniji plen, što ukazuje na bentofagno ponašanje, koje je vrlo slično drugim vrstama roda *Ameiurus* (Leunda *et al.*, 2008). Hironomide su, takođe, bile veoma značajna komponenta u ishrani jedinki u Vojvodini, naročito tokom maja i juna. Sličan je slučaj i sa insektima i račićima, jer su se u periodu njihove najmasovnije pojave oni javljali kao redovni deo ishrane (Sotirov, 1968). Larve hironomida su takođe činile značajnu komponentu u ishrani kod jedinki u Engleskoj (Ruiz-Navarro *et al.*, 2015). U Savskom jezeru jedinke su se u velikoj meri hranile akvatičnim beskičmenjacima, što je u skladu da rezultatima sa Pirinejskog poluostrva, Vojvodine i Engleske. S druge strane, terestrični insekti nisu bili zastupljeni kao plen među jedinkama u Savskom jezeru, pre svega zbog slabo razvijene priobalne vegetacije i uređenja obale za sportsko-rekreativne sadržaje. Slični rezultati mogu se primetiti i u istraživanju na Pirinejskom poluostrvu, gde je slaba konzumacija terestričnog plena rezultat nerazvijene riparijalne vegetacije i njene smanjene interakcije sa analiziranim područjima (Leunda *et al.*, 2008).

Kada je reč o piscivornoj ishrani, već je rečeno da su se jedinke u Savskom jezeru u najvećoj meri hranile ribama, u svim sezonama. Ovi rezultati pokazali su da crni američki patuljasti som može negativno da utiče na autohtonu ihtiofaunu, kroz

direktnu predaciju i kompeticiju za hranu. Jedinke crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru hranile su se kako autohtonim (grgeč), tako i alohtonim ribljim vrstama (sunčica, glavoči). Sunčica je predstavljala najznačajniju kategoriju plena tokom leta 2011. i 2012. godine i ubedljivo tokom zime 2012. godine, grgeč tokom proleća i jeseni 2011. godine i leta i jeseni 2012. godine. Kada je reč o vrstama roda *Neogobius*, vrsta *N. fluviatilis* je najzastupljenija tokom jeseni 2011. godine. Takođe, rezultati iz proleća 2011. godine ukazuju na činjenicu da su se jedinke hranile i ikrom. Razlog zbog čega nije bilo više ikre u uzorku može da leži u činjenici da se ona vrlo brzo vari. Ishrana ovom vrstom plena često se potcenjuje upravo zbog gore navedenog razloga, a vrlo je važna jer ima veoma veliki uticaj čak i kada su stope predatorstva niske (García-Berthou & Moreno-Amich, 2000). S druge strane, jedinke na Pirinejskom poluostrvu nisu se u značajnoj meri hranile ribama. Naime, samo kod 10% jedinki pronađen je riblji plen, sa vrlo niskom abundancom (< 2%). Zastupljenost ribljeg plena bila je čak i niža u veštačkim stajaćim vodama. Međutim, ovo istraživanje pokazalo je da se jedinke crnog američkog patuljastog soma hrane šaranom (Leunda *et al.*, 2008), što nije utvrđeno tokom istraživanja na Savskom jezeru. Istraživanje u Vojvodini pokazalo je da se ribe javljaju kao hrana tokom čitave godine i to više u hladnijim, a manje u toplijim periodima godine. Sledeće vrste su bile plen jedinki crnog američkog patuljastog soma: *Alburnus alburnus* (u Dunavu), *Rhodeus sericeus* (u kanalu DTD i Dunavu), *Pelecus cultratus* (u Dunavu), *Tinca tinca* (u Ečkoj, DTD-u i Dunavu), *Carassius carassius* (u Ečkoj, DTD-u i Dunavu), *Cobitis taenia* (u Ečkoj, DTD-u i Dunavu), *Gymnocephalus cernua* (u Ečkoj, DTD-u i Dunavu) i ikra i krljušt riba (u Ečkoj, DTD-u i Dunavu) (Sotirov, 1968). Jedinke u Engleskoj su se takođe hranile ribama sa procentualnom učestalošću od 30% (Ruiz-Navarro *et al.*, 2015).

Prosečne vrednosti dužine tela predatora bile su veoma slične i kretale su se u intervalu od 18,5 cm TL do 19,4 cm TL (3+), osim leta 2011. godine kada je prosečna vrednost dužine predatora bila 13,94 (1+). Prosečan broj komada plena po stomaku bio je takođe sličan među sezonama i kretao se u intervalu od 1 do 2. Značajnija razlika zabeležena je samo tokom zime 2012. godine kada je prosečan broj plena po predatoru bio 3,67. Prosečna veličina tela predatora u Engleskoj bila je manja i iznosila je 16,5 cm TL (Ruiz-Navarro *et al.*, 2015).

Rezultati sastava hrane u odnosu na uzrasne klase bili su važni kako bi se utvrdilo da li postoje ontogenetska pomeranja i, ukoliko postoje, na koji način se menja ishrana jedinki tokom ontogenetskog razvića. Prema literaturnim podacima ishrana ove vrste menja se sa starošću jedinki. Juvenilne jedinke se hrane larvama insekata, pijavicama i rakovima, a adulti raznim školjkama, puževima, larvama hironomida, biljnim materijalom i ribama (Leunda *et al.*, 2008; Cvijanović, 2009). Smatra se da ova vrsta ima oportunističku i nokturnalnu ishranu (Declerck *et al.*, 2002). Na osnovu rezultata iz Savskog jezera, može se zaključiti da su se 1+ jedinke uglavnom hranile biljnim ostacima i beskičmenjacima. Jedinke uzrasne klase 2+ hranile su se uglavnom beskičmenjacima, ali i ribama i biljnim ostacima. Najraznovrsniju ishranu imale su 3+ jedinke i one su se, takođe, u najvećoj meri hranile ribom, a zatim beskičmenjacima i biljnim ostacima. Ova uzrasna klasa bila je i prosečna starost predatora tokom svih sezona i godina, osim leta 2011. godine. Jedinke uzrasta 4+ su se, uglavnom, hranile ribama i sasvim malo beskičmenjacima, dok se biljnim ostacima nisu hranile.

Promena načina ishrane tokom ontogenetskog razvića javlja se kod mnogih slatkovodnih riba (García-Berthou & Moreno-Amich, 2000; Oscoz *et al.*, 2005, 2006), uključujući i vrste iz familije Ictaluridae. Promene se dešavaju kako u pogledu sastava hrane, tako i u veličini plena (Declerck *et al.*, 2002). Istraživanje na Savskom jezeru pokazalo je da sa starošću dolazi do promene ishrane. Manje i mlađe jedinke hrane se malim plenom i plenom koji ima mekano telo, kao i biljnim ostacima. Kako rastu, morfološke promene im omogućavaju da hvataju i konzumiraju veći plen, odnosno ribe i veće rakove. Takođe, ishranu sve manje čine sitniji beskičmenjaci i biljni ostaci. Ovi rezultati su u skladu sa istraživanjem jedne vrste sunčice (*Lepomis macrochirus*), koje je pokazalo da sa povećanjem veličine tela može doći do smanjenja sposobnosti jedinki da hvataju manji plen (Walton *et al.*, 1992). Rezultati na Pirinejskom poluostrvu pokazali su da postoji promena ishrane tokom ontogenetskog razvića, odnosno da dolazi do ontogenetskog pomeranja (*engl.* ontogenetic shift) kada su hranidbene navike u pitanju. Kao što je već rečeno, larve hironomida bile su najdominantniji plen bez obzira na uzrasne klase i lokalitete. Međutim, ontogenetsko pomeranje se moglo uočiti kada je drugi po zastupljenosti plen u pitanju. Naime, konzumacija malih rakova je smanjena sa povećanjem veličine tela predatora i zamenjena je većim plenom, poput vodenog cveta (Ephemeroptera), tularaša (Trichoptera), maločekinjastih crva (Oligochaeta),

terestričnog plena i riba, u zavisnosti od lokaliteta. Ova promena u vrsti plena može biti rezultat i promene staništa u toku ontogenetskog razvoja, jer su manje jedinke više pelagične, a adulti više bentosne vrste (Cucherousset *et al.*, 2006a). Rezultati iz Vojvodine su takođe potvrdili da se sa starošću jedinki menja i način ishrane. Juvenilne jedinke su se više orjentisale na ishranu faunom dna, u prvom redu hironomidama, a zatim kladocerama, kopepodama, ostrakodama, delovima biljaka i insekata, dok su se adulti u najvećoj meri hranili ribom (na svim lokalitetima), hironomidama (u DTD-u i Dunavu), plodovima žitarica (u Ečkoj), pijavicama (u Dunavu), moluskama, delovima insekata i biljaka (u Dunavu), kladocerama (u DTD-u) i efemeropterama (u DTD-u i Dunavu) (Sotirov, 1968).

Treba napomenuti da trofički diverzitet takođe varira i u odnosu na starost jedinki i da je najmanja vrednost zabeležena kod najvećih jedinki, a najveća kod jedinki srednje veličine (Leunda *et al.*, 2008). Istraživanja u Savskom jezeru potvrđuju ovaj zaključak, jer su 3+ jedinke imale najraznovrsniju ishranu. Naime, sa porastom veličine tela predatora, povećava se i njihova mogućnost da hvataju i gutaju različite vrste plena i samim tim dolazi do povećanja trofičkog diverziteta. Međutim, nakon određene veličine, jedinke ne mogu dovoljno efikasno da hvataju manji plen ili taj plen više nije energetski profitabilan (Leunda *et al.*, 2008). Ova hipoteza treba da se uzme sa rezervom jer velikih jedinki nije uhvaćeno u dovoljnoj meri da bi ona mogla u potpunosti da se potvrdi. Istraživanje hranidbenih navika smeđeg američkog patuljastog soma (*A. nebulosus*) u De Maten jezeru (Belgija) pokazalo je da ne postoje razlike u želudačno-crevnom sadržaju jedinki koje su uzorkovane u pelagičnoj zoni i onih u litoralnoj zoni (vegetacija trske). U pogledu vrste i mase plena, jasno su izdvojene dve uzrasne kategorije predatora. Ishrana jedinki čija je dužina tela < 140 mm uglavnom se bazirala na larvama hironomida, a u manjoj meri jedinke su se hranile većim rakovima i akvatičnim insektima (vodenim cvetovima, vilinim konjicima i vodenim stenicama). Maseni udeo zooplanktona bio je zanemarljiv. Jedinkama čija je dužina tela bila > 140 mm ishrana se u najvećoj meri sastojala od juvenilnih riba (*Gobio gobio* – krkuš, *Pseudorasbora parva* – amurski čebačok, *Scardinius erythrophthalmus* – crvenperka, *Rutilus rutilus* – bodorka) (Declerck *et al.*, 2002).

Najveća širina niše zabeležena je na proleće 2011. godine i jedinke su tada imale najraznovrsniji spektar ishrane. Nešto manje vrednosti Šenonovog indeksa tokom leta

2011. godine ukazuju na činjenicu da je spektar ishrane bilo nešto manje raznovrstan. Tendencija opadanja vrednosti ovog indeksa nastavila se i tokom jeseni i zime 2011. godine. Tokom leta 2012. godine, širina niše bila je veća nego tokom proleća, jeseni i zime 2012. godine, ali i niža nego tokom leta 2011. godine. Razlog za manje širine niše može da leži u činjenici da je populacija 2012. godine bila u fazi oporavka, nakon masovnog pomora. Tada su, naročito tokom letnjeg perioda, dominirale juvenilne jedinke, koje imaju manje raznovrstan spektar ishrane.

5.6. Gonadosomatski indeks, hepatosomatski indeks i faktor kondicije

Vrednosti GSI (kako srednje, tako i intervali) kod jedinki u reci Vah (Slovačka) veoma su varirali tokom perioda mresta, kao posledica individualnih razlika u razvoju gonada, odnosno istovremenog pojavljivanja gonada sa oocitama u razvoju (prva faza), gonada koje u sebi sadrže oocite u svim stadijumima razvoja, uključujući i velike i žute hidratizovane oocite (druga faza) (*engl.* running-ripe stage) i gonada u kojima više nema zrelih oocita, već samo onih koje nisu dovoljno zrele (treća faza) (*engl.* partially-spent stage). Tokom proleća, odnosno perioda pre početka mresta (od marta do maja) vrednosti GSI kretale su se od 1,12 do 1,88 i ovi rezultati su u skladu sa rezultatima iz Savskog jezera u kome su jedinke tokom marta i aprila 2011. godine imale vrednosti GSI od 1,07 i 1,43, odnosno tokom marta 2012. godine od 1,10. U periodu mresta, posebno na početku (maj), vrednosti GSI su se naglo povećale i srednja vrednost je iznosila $3,27 \pm 3,03$, dok je maksimalno zabeležena vrednost bila 11,77 (Novomeská & Kováč, 2009). Isti rezultati su dobijeni i na Savskom jezeru, kada su i zabeležene najveće vrednosti GSI od 5,01. U periodu nakon mresta (od kraja juna do avgusta) vrednosti GSI su se kretale u intervalu od 0,51 do 0,86 (Novomeská & Kováč, 2009). Ovde se može uočiti razlika u odnosu na istraživanje u Savskom jezeru. Tokom letnjeg perioda beleže se niže vrednosti GSI, međutim javljaju se drastične razlike među mesecima. U junu i avgustu 2011. godine GSI vrednosti su pale na nulu, dok su u julu 2011. godine one bile 3,79. Tokom leta 2012. godine u junu je GSI imao vrednost od 2,7 da bi u avgustu pao na 0,53. Moguće je da u tom periodu dolazi do naknadnog razvijanja oocita koje su tokom maja ostale nerazvijene, jer ovu vrstu karakteriše porcioni mrest. Naime, porcioni mrest se javlja kod mnogih vrsta riba koje naseljavaju

tropske i umerene predele (Hunter *et al.*, 1985). Kod ovih vrsta ne postoji velika pauza između razvojnih faza oocita (Lavrnčičová & Kováč, 2007), one se najčešće mreste više puta tokom perioda mresta (Hunter *et al.*, 1985) i stoga su njihove aktivnosti, vezane za mrest, najčešće produžene (Polačik & Kováč, 2006). Ovo je takođe bio slučaj, kako kod jedinki u Slovačkoj (Novomeská & Kováč, 2009), tako i u Savskom jezeru, gde su se jedinke mrestile od maja do jula. Tokom perioda mirovanja (od septembra do marta), jedinke u Slovačkoj imaju niske vrednosti GSI koje se kreću od 0,18 do 2,07 (Novomeská & Kováč, 2009) što je takođe slučaj i sa jedinkama u Savskom jezeru, kod kojih su GSI vrednosti u intervalu od 0,91 do 1,17. Istraživanje koje je sproveo Sotirov (1968) na ribnjaku „Ečka“, kanalu DTD, plavnim terenima Dunava u okolini Novog Sada i na „Mrtvoj Tisi“ kod Čuruga potvrđuje rezultate iz Savskog jezera i Slovačke. Najveću vrednost GSI mužjaci su dostizali u maju (0,35) i junu (0,36), odnosno pred sam mrest i na početku mresta. U periodu obnove gonada, koji je više produžen kod mužjaka nego kod ženki, vrednosti GSI su opadale. Nakon toga je sledila stagnacija, kolebanja su bila mala, sve do aprila, odnosno do naredne sezone mresta. Kao i kod jedinki u Savskom jezeru i Slovačkoj, javljala su se velika kolebanja tokom perioda mresta, kako kod ženki, tako i kod mužjaka, jer su se zajedno sa već izmrešćenim jedinkama nalazile i jedinke neposredno pred izbacivanjem polnih produkata. U Vojvodini su vrednosti GSI kod ženki bile znatno veće nego kod mužjaka. Pre početka mresta, u martu i aprilu, vrednosti GSI su bile niske i iznosile su 1,85 i 1,83, da bi u maju došlo do naglog porasta na 8,55. U junu i julu dostizale su maksimalne vrednosti od 10,09 i 8,24. Nakon mresta, vrednosti GSI su naglo opadale i bile su najniže u avgustu (0,5) (Sotirov, 1968), kao što je slučaj i u Savskom jezeru. Niske vrednosti GSI nastaju kao rezultat resorpcije neizbačene ikre i obnove proliferativne aktivnosti polnih žlezda, koja se odigrava uglavnom u julu i avgustu. Zbog toga gonade posle mresta još neko vreme gube na težini. Zatim nastupa dugi vremenski period rasta oocita koji traje od oktobra do aprila i u tom periodu vrednosti GSI se polako povećavaju. Takođe, primećeno je da vrednost GSI takođe pokazuje i izvesna, doduše vrlo mala, kolebanja i tendenciju ka blagom porastu kako se povećava starost, dužina i težina jedinki (Sotirov, 1968).

Kao što je već napomenuto, HSI predstavlja opšte stanje energetskih rezervi kod riba. Visoke vrednosti tokom jeseni i zime 2011. godine (2,92 i 3,47) i jeseni i zime

2012. godine (3,54 i 2,99) potvrđuju da jedinke u Savskom jezeru tokom hladnih meseci poboljšavaju stanje svojih energetske rezervi, kako bi preživile nepovoljnije periode godine. Aklimatizacija na temperaturne promene utiče na vrednosti HSI, koncentraciju energetske rezervi i na katabolizam glukoze i masti u jetri. Moguće je da mnoge promene u metabolizmu jetre koje se dešavaju sa promenom temperature utiču i na promene u hranidbenim navikama, odnosno ishrani (Johnston & Dunn, 1987). Rezultati iz sliva reke Tise pokazuju da su jedinke iz prirodnih populacija imale znatno niže vrednosti HSI u odnosu na jedinke iz Savskog jezera, s obzirom da su uzorkovane tokom oktobra i novembra. Naime jedinke sa lokaliteta Kanjiža imale su vrednost HSI od 1,23, sa lokaliteta Bačko Gradište 1,88 i Čurug 1,69. Najveću vrednost HSI imale su jedinke iz uzgoja (2,74) (Cvijanović, 2009) i ovi rezultati su približni rezultatima iz Savskog jezera. Visoke vrednosti HSI i u drugim periodima godine, od 2,20 (leto 2012. godine) do 2,66 (leto 2011. godine), potvrđuju dobro energetsko stanje jedinki u Savskom jezeru, bez obzira na sezone.

Odnos GSI i HSI pokazuje da jedinke tokom proleća i leta najveći deo energije ulažu u reprodukciju, iako vrednosti GSI opadaju od proleća ka letu. S druge strane, tokom jeseni i zime situacija se menja u korist povećanja masnih naslaga, mase jetre i očuvanje energije tako da se i vrednosti HSI povećavaju. Vrednosti HSI takođe doživljavaju pad sa približavanjem proleća, a posebno leta (kada se beleže i najmanje vrednosti).

Kao što je već rečeno, Fultonov faktor kondicije ili koeficijent uhranjenosti (K) nam govori o opštem blagostanju jedinki. On je očekivano najveći u najtoplijem periodu godine, odnosno tokom leta. Tokom proleća i jeseni vrednosti su približne, dok zimi ovaj faktor ima najnižu vrednost. Ovi podaci su u skladu sa podacima o relativnoj težini jedinki, koja je takođe bila najveća tokom leta, približnih vrednosti tokom proleća i jeseni i najniža tokom zime. Tromesečno istraživanje rasta i preživljavanja ove vrste u barama površine od 3 do 1000 m² i u unutrašnjim bazenima zapremine od 2 do 3 m³ u Italiji pokazalo je da su vrednosti K bile slične vrednostima u Savskom jezeru i da su iznosile 1,34 i 1,35 (Roncarati *et al.*, 2014). Istraživanje u slivu reke Tise tokom jeseni 2005. godine pokazalo je da su vrednosti K bile više nego u Savskom jezeru i da su iznosile 1,81 u Čurugu, 1,64 u Kanjiži i 1,60 u Bačkom Gradištu. Najveće vrednosti su zabeležene kod jedinki iz uzgoja, gde je koeficijent uhranjenosti imao vrednost od 2,18

(Cvijanović, 2009). Prema Maletinu (1979), vrednosti K na lokalitetima Bačko Gradište i Kanjiža iznosile su 1,22 i 1,21 tj. bile su znatno niže nego tokom istraživanja 2005. godine i u Savskom jezeru. Takođe, Sotirov (1968) je uočio da dolazi do promene vrednosti K u vezi sa rastom jedinki i to na taj način da dolazi do njegovog opadanja do polne zrelosti (dužinske klase od 10 cm do 12 cm TL), da bi zatim postepeno rastao i ustalio se na 1,33-1,35, što u potpunosti odgovara rezultatima iz Savskog jezera. Sotirov (1968) je, takođe, uočio da koeficijent uhranjenosti raste sa povećanjem starosti, dužine i težine jedinki i da kod jedinki 5+ starosti iznosi 1,66.

5.7. Osobine životne istorije u odnosu na severnoameričke i evropske populacije

Veoma važan aspekt konzervacione biologije jeste proučavanje i predviđanje osobina životne istorije i faktora koji doprinose biološkoj invaziji (García-Berthou, 2007; Ribeiro *et al.*, 2008). Nemoguće je odrediti jedan univerzalni model životne istorije koji garantuje uspeh invazivnim vrstama, pošto on zavisi od više faktora (Kolar & Lodge 2001 prema Grabowska & Przybylski, 2014). Takođe, uspeh kolonizacije ne zavisi samo od vrste koja želi da nastani novo stanište, već i od karakteristika samog staništa, uključujući biotičke i abiotičke faktore (Grabowska & Przybylski, 2014). Alohtone vrste koriste prednosti tzv. „razlike u fitnessu“ (*engl.* „fitness difference“), odnosno osobine određene vrste koje razlikuju kolonizatorsku od nativne vrste, a koja zauzima sličnu nišu i postiže kompetitivnu dominaciju na novim staništima (MacDougall *et al.*, 2009). Takođe, brojne analize su pokazale da su, kada su osobine u pitanju, invazivne vrste sasvim drugačije od nativnih i da imaju mnogo raznovrsnije osobine životnih istorija (García-Berthou, 2007). Poznato je da riblje vrste odlikuje velika fenotipska plastičnost kada su osobine životne istorije u pitanju (Mérona *et al.*, 2009) i upravo je ova plastičnost važnija za invazivni uspeh nego genetska varijabilnost vrste (Valiente *et al.*, 2010). Osobine životne istorije mogu se menjati kako populacija prolazi kroz različite faze invazije (Brandner *et al.*, 2013). Takođe, različite osobine mogu imati veći značaj u različitim fazama invazije (Ribeiro *et al.*, 2008), a izbor određene strategije može da zavisi od lokalnih uslova životne sredine (Záhorská &

Kováč, 2009). Osobine životne istorije kod invazivnih vrsta riba jesu svojevrsan kompromis između evolutivnog nasleđa vrste i ograničenja koje postavlja životna sredina i stoga se osobine mogu razlikovati unutar istih vrsta koje naseljavaju različite delove sveta (Grabowska & Przybylski, 2014). Na osnovu analize 53 vrste ribe u centralnoj Evropi, uključujući i crnog američkog patuljastog soma, došlo se do zaključka da invazivne alohtone vrste imaju sledeće osobine: malu ili srednju veličinu tela, relativno kratak životni vek, rano polno sazrevanje, relativno nizak fekunditet, ali i relativno velika jaja, porcioni mrest, produženu sezonu mresta i neku formu brige o potomstvu (Grabowska & Przybylski, 2014).

Od osobina životne istorije u ovoj disertaciji obrađene su dve: veličina jedinki pri dostizanju polne zrelosti i fekunditet (apsolutni i relativni). Rezultati su pokazali da se veličina jedinki koje prvi put dostižu polnu zrelost kreće u intervalu od 10 cm do 12 cm TL, a da se sa 15 cm TL sve jedinke smatraju polno zrele. Rezultati iz reke Vah (Slovačka) potvrđuju rezultate iz Savskog jezera. Naime, ženke su dostizale polnu zrelost u intervalu od 11,8 cm i 14,5 cm TL, odnosno 9,9 cm i 12,0 cm SL. Unutar ovog intervala, 38,5% ženki dužine od 9,1 cm do 10,0 cm SL bile su polno zrele, 90,4% ženki dužine od 10,1 cm do 11,0 cm SL bile su polno zrele, 96,2% ženki dužine od 11,1 cm i 12,0 cm SL bile su polno zrele i sve ženke duže od 12,1 cm SL bile su polno zrele (Novomeská & Kováč, 2009). Istraživanja ove vrste u Engleskoj pokazala su da jedinke dostižu polnu zrelost pri dužini od 10,04 cm TL (Ruiz-Navarro *et al.*, 2015). Upoređujući ove rezultate sa rezultatima iz severnoameričkih populacija, može se primetiti da jedinke u svojim nativnim staništima sazrevaju kasnije, odnosno pri većoj dužini. U Misuriju, jedinke dužine 25,4 cm TL (Barnickol & Starrett, 1951), a u Ajovi dužine 17,1 cm TL (Dennison & Bulkley, 1972, prema Novomeská & Kováč, 2009) postaju polno zrele. Rezultati iz Savskog jezera u potpunosti odgovaraju rezultatima istraživanja sprovedenog u Vojvodini. Ono je pokazalo da su mužjaci dužine od 4,3 cm do 9,7 cm TL već imali formirane semene ampule, a da su semeni kanalići bili ispunjeni masom umnoženih spermatogonija. Jednogodišnji mužjaci od 6,0 cm do 10 cm TL (0+) imali su šire semene kanaliće, nizove umnoženih spermatogonija i mnoštvo spermatocita u centru lumena ampula. Na osnovu ove analize zaključeno je da se spermatogenetski procesi odvijaju već na kraju prve godine života. Mužjaci dužine tela od 11,5 cm do 14,0 cm TL (1+) dostizali su isti stepen zrelosti, ali se proces sazrevanja

nije odvijao do kraja. Međutim, krupniji primerci su imali u potpunosti razvijene gonade i ove jedinke su mogle da učestvuju u mrestu na kraju svoje druge (1+) ili na početku svoje treće (2+) godine života. Svi mužjaci stari tri ili više godina bili su polno zreli. Na osnovu pregleda gonada kod ženki utvrđene su tri grupe: prva, dužine tela od 11 cm do 12 cm TL (0+ do 1+), koje su bile polno nezrele; druga, dužine tela od 11,5 cm do 15 cm TL (od 1+ do 2+), koje su bile nepotpuno zrele; i treća, dužine tela preko 16 cm TL (od 2+) koje su u potpunosti bile polno zrele. Na osnovu ovih istraživanja može se zaključiti da ženke mogu biti polno zrele već u prvoj godini života. Međutim, do potpunog sazrevanja oocita dolazi tek u drugoj godini života i to kod 40-50% jedinki. Ženke dužine tela od 14 cm TL u prolećnim mesecima imale su delimično zrele oocite, koje su u sezoni mresta, uglavnom bile zahvaćene degenerativnim promenama i resorpcionim procesima. Jedinke dužine tela od 15 cm TL u potpunosti su učestvovala u mrestu, odnosno bile su polno zrele (Sotirov, 1968).

Kada analiziramo rezultate o fekunditetu iz 2011. godine, možemo primetiti da su krajem aprila vrednosti apsolutnog fekunditeta, relativnog fekunditeta po gramu telesne težine kao i relativnog fekunditeta po gramu težine gonade bile izuzetno visoke. Naime, kako je to period pred sam mrest, ovakvi rezultati su sasvim očekivani. Krajem maja i početkom juna, kada se mrest u velikoj meri završio, opadaju i vrednosti apsolutnog i relativnog fekunditeta, koje su upola manje nego krajem aprila. Međutim, kod pojedinkih jedinki ove vrednosti su i dalje visoke, što govori u prilog činjenici da ova vrsta ima produženi mrest i više podciklusa unutar perioda mresta. Smanjenje vrednosti fekunditeta krajem maja i početkom juna se takođe može pripisati činjenici da se tokom maja 2011. godine dogodio masovni pomor i da su tom prilikom u velikoj meri uginule reproduktivno sposobne jedinke (2+). Posledice masovnog pomora se još u većoj meri mogu videti tokom juna 2011. godine, kada su bile i najniže vrednosti, kako apsolutnog, tako i relativnog fekunditeta, ali i činjenici da je to period završetka mresta. Vrednosti apsolutnog fekunditeta, relativnog fekunditeta po gramu telesne težine i relativnog fekunditeta po gramu težine gonade u junu 2012. godine bile su znatno veće nego tokom istog perioda predhodne godine. Kada je reč o relativnom fekunditetu po gramu težine gonada, vrednosti iz juna 2012. godine su čak i premašile vrednosti iz aprila 2011. godine, dok su za isti period predhodne godine (maj/jun 2011. godine) gotovo tri puta veće.

Prema literaturnim podacima prosečan apsolutni fekunditet ove vrste iznosi oko 4000 jaja (Kottelat & Freyhof, 2007), odnosno između 4000-5000 jaja (Simonović, 2001). Jedinke u Slovačkoj su imale vrednosti apsolutnog fekunditeta od 1238 do 4755, odnosno prosečnu vrednost od 2610 jaja (Novomeská & Kováč, 2009). Upoređujući ove rezultate sa rezultatima iz ove disertacije, možemo zaključiti da su jedinke iz Savskog jezera imale znatno širi opseg variranja vrednosti apsolutnog fekunditeta tokom 2011. godine (od 870 do 10 221) i 2012. godine (od 1688 do 12 072), ali i znatno veće prosečne vrednosti, 5184 u 2011. godini i 3923 u 2012. godini. Kada se izračuna prosečna vrednost apsolutnog fekunditeta u obe godine uzorkovanja, dobija se vrednost od 4553 koja u potpunosti odgovara vrednostima iz gore pomenutih literaturnih izvora. Severnoameričke populacije imaju vrednosti apsolutnog fekunditeta koje se kreću od 2047 do 5495 (Ajova) (Dennison & Bulkey, 1975), od 2500 do 3800 (Kentaki) (Campbell & Branson, 1978 prema Novomeská & Kováč, 2009) i od 2550 do 3850 (Virdžinija) (Jenkins & Burkhead, 1993). Može se primetiti da je opseg variranja znatno uži, ali i da su vrednosti nešto niže nego kod jedinki u Savskom jezeru. Jedinke u Vojvodini imale su prosečnu vrednost apsolutnog fekunditeta od 2111,25 jaja, odnosno interval od 859 do 4734 jaja (Sotirov, 1968), i ovi podaci su veoma slični rezultatima iz Slovačke, dok su ove vrednosti znatno niže nego kod jedinki iz Savskog jezera. Novomeská & Kováč (2009) su takođe primetili da ne postoji korelacija između veličine jedinki i vrednosti fekunditeta, što ukazuje na varijabilnost fekunditeta među jedinkama slične veličine tela. Ovaj neobičan fenomen koji je takođe zabeležen i kod severnoameričkih populacija (Denisson & Bulkey, 1975), još uvek nije ispitan.

Upoređujući vrednosti apsolutnog fekunditeta crnog američkog patuljastog soma sa drugim invazivnim vrstama riba u Srbiji, možemo doći do zaključka da samo amurski čebačok (*Pseudorasbora parva*) ima manji fekunditet. Naime, vrednosti apsolutnog fekunditeta sunčice kreću se od 1122 do 12293 (prosečna vrednost od 7169) (Neophitou & Giapis, 2007), amurskog čebačoka ili bezribice od 121 do 7124 (prosečna vrednost od 1106) (Záhorská & Kováč, 2009), babuške od 1250 do 62 400 (prosečna vrednost od 1+ do 3+ jedinki se kreće od 6624 do 26 576) (Tarkan *et al.*, 2007) i amurskog spavača (*Perccottus glenii*) od 1963 do 23479 (prosečna vrednost od 7766) (Grabowska *et al.*, 2011).

Vrednosti relativnog fekunditeta po gramu telesne težine kod jedinki u Slovačkoj varirale su u opsegu od 36,2 do 154,3 sa srednjom vrednošću od 56,1 (Novomeská & Kováč, 2009), i imale su uži opseg variranja i manje srednje vrednosti od jedinki u Savskom jezeru tokom 2011. godine (od 17,61 do 155,30; prosek 68,55) i 2012. godine (od 26,01 do 154,78; prosek 79,1).

Temperature vode u Savskom jezeru tokom perioda mresta 2011. godine (od 20,7 do 26,3°C) i 2012. godine (od 19,7 do 27,3°C) bile su odgovarajuće za početak i odvijanje ovog procesa. Naime, mrest počinje kada temperatura vode dostigne oko 21°C i zbog toga se smatra da ova vrsta ima prolećno razmnožavanje, iako se period mresta može produžiti od maja do avgusta (Carlander, 1969; Scott & Crossman, 1973) u zavisnosti od lokalnih temperaturnih uslova. U Slovačkoj mrest počinje kada temperatura vode dostigne vrednosti od 18 do 22°C (Novomeská & Kováč, 2009), odnosno u Engleskoj od 21,4°C (Ruiz-Navaro, 2015).

5.8. Masovni pomor, regrutacija i obnova populacije

Kao što je već rečeno, masovni pomor jedinki crnog američkog patuljastog soma dogodio se tokom maja 2011. godine. Sve uginule jedinke pripadale su istoj uzrasnoj klasi (2+). Uzrok masovnog uginuća nije utvrđen sa sigurnošću, ali je najverovatnije usledio kao posledica virusne infekcije, koja se proširila na populaciju. Poznato je da je ova vrsta sposobna da podnese različite ekstremne uslove u životnoj sredini (Louette & Declerck, 2006; Novomeská & Kováč, 2009) i tu ne bi trebalo tražiti uzroke masovnog pomora. Još jedan razlog zbog koga se smatra da je masovno uginuće posledica virusnog oboljenja jesu klinički simptomi uginulih jedinki (uvećan abdomen, blede škrge, tačkasto i difuzno krvarenje ventralne strane abdomena, petehijalna krvarenja po perajima, prolabiran i zacrvenjen anus) koji su tipični za oboljenje epizootska hematopoezna nekroza (EHN). EHN je akutno virusno oboljenje izazvano iridovirusima iz roda *Ranavirus*. Smatra se da ranavirusi predstavljaju ozbiljnu pretnju pojedinim vrstama kičmenjaka, uključujući ribe, vodozemce i gmizavce (Gobbo *et al.*, 2010). Ova bolest, izazvana virusom američkog somića (*engl.* European catfish virus, ECV), javlja se kod svih starosnih kategorija i specifična je za ovu vrstu ribe (Jeremić & Radosavljević, 2009). Danas se zna da je ECV prouzrokovao masovno uginuće prirodne

populacije crnog američkog patuljastog soma u jezeru veličine 7 ha u Francuskoj 1990. godine (Pozet *et al.*, 1992). U Srbiji je EHN oboljenje prvi put utvrđeno na šaranskom ribnjaku tokom leta 2008. godine (od sredine avgusta do sredine septembra). Tom prilikom uginulo je 6 t jednogodišnjih i dvogodišnjih jedinki crnog američkog patuljastog soma, dok uginuća šarana nije bilo (Jeremić & Radosavljević, 2009). Ovi nalazi su u skladu sa rezultatima iz Savskog jezera. Najnovije studije potvrđuju visoku podložnost jedinki crnog američkog patuljastog soma na ECV koja je dokazana, kako u uzgajanim i divljim populacijama (Pozet *et al.*, 1992, Bovo *et al.*, 1993), tako i u eksperimentalnim uslovima (Gobbo *et al.*, 2010). Pretpostavlja se da je i u ovom slučaju horizontalna transmisija putem kontaminirane vode bila put infekcije, koja je i najznačajniji način prenosa kada su ranavirusi u pitanju (Landgon, 1989).

Sa biološkog aspekta bilo je zanimljivo posmatrati populacionu dinamiku u godini koja je usledila nakon masovnog pomora. Kao što je već rečeno, regrutacija, koja predstavlja broj juvenilnih jedinki u populaciji tokom određene godine (Houde, 2009), bila je važan pokazatelj obnove populacije. U ovoj disertaciji određen je udeo juvenilnih jedinki u proučavanoj populaciji i upoređene su promene odnosa juvenilnih i adultnih jedinki pre i posle masovnog pomora. Granična vrednost, koja je razdvajala juvenilne od adultnih jedinki, od 9 cm TL bila je u skladu sa rezultatima iz Korbara jezera (Pedicillo *et al.*, 2008), dok je u Brie močvari ova granična vrednost bila 7 cm TL (Cucherousset *et al.*, 2006a, 2006b). S obzirom da je tokom leta 2012. godine udeo juvenilnih jedinki (65,8%) bio dvostruko veći od udela adultnih jedinki (34,2%), a da se u periodu od 2009. do 2011. godine procentualni udeo juvenilnih jedinki kretao od 0% do 12,1%, može se zaključiti da je došlo do izuzetne regrutacije i brzog oporavka populacije u Savskom jezeru. Takođe, veliki broj juvenilnih jedinki je preživeo i dostigao veličinu od 11 do 12 cm TL tokom jeseni 2012. godine, što je još više doprinelo obnavljanju populacije. Iako se masovni pomor dogodio tokom perioda mresta (Novomeská & Kováč, 2009), samo je jedan deo reproduktivno sposobnih jedinki njime bio pogođen (Carlander, 1969; Jenkins and Burkhead, 1993) i upravo je to bio razlog tako brzog oporavka populacije.

Moguće je da masovni pomor predstavlja svojevrsni intraspecijski mehanizam koji se javlja onda kada populacija dostigne određenu veličinu, odnosno kada je na pragu prenamnoženja. Mansfield *et al.* (1985) pruža moguće objašnjenje ovog

fenomena. Kada dođe do masovnog pomora, odnosno kada se smanji gustina populacije, dolazi do povećanja dostupnosti hrane po jedinki (*engl.* per capita food availability). Ovo dovodi do povećanja individualnih stopa rasta i veličine jedinki, koje su u određenom uzrastu znatno veće nego što bi bile da hrane ima u manjoj meri. Kako su veličina i fekunditet pozitivno korelisani kod riba, smanjenje veličine populacije dovodi do povećane proizvodnje jaja kod ženki. Ovaj fenomen, koji se dešava sa smanjenjem veličine populacije, zabeležen je i kod drugih vrsta poput *Alosa pseudoharengus*, *Dorosoma petense*, *Coregonus clupeaformis*, *Osmerus mordax*, *Perca flavescens* i *Aplodinotus grunniens*. Dakle, masovni pomor dovodi do smanjenja gustine populacije, koja rezultuje manjom intraspecijskom kompeticijom i povećanjem rasta i preživljavanja, većom gustom juvenilnih jedinki i kondicionog faktora celokupne populacije. Ovi kompenzatorni odgovori povećavaju regrutaciju i obnovu populacija, kako gore pomenutih vrsta (Mansfield *et al.*, 1985), tako i populacije crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru.

5.9. Analiza zdravstvenog stanja populacije

Analiza zdravstvenog stanja populacije obuhvatila je analizu ekstenziteta i intenziteta parazitiranosti jedinki. Parazitizam se veoma često sreće kod ribljih vrsta (Olivero-Verbel *et al.*, 2006) i one mogu biti inficirane parazitskim vrstama u svim fazama svog razvoja (Anderson, 2000 prema Olivero-Verbel *et al.*, 2011). Međutim, sudeći prema literaturnim podacima, samo mali broj parazita može da prouzrokuje ozbiljna oboljenja kod riba (Mccarthy & Moore, 2000), premda predstavljaju ozbiljan faktor koji utiče na kvalitet riba, pored patogenih bakterija, hemikalija, pesticida i teških metala (Falcão *et al.*, 2008). Riblje vrste mogu biti inficirane od strane nekoliko grupa parazita koji se mogu naći na koži, u škrgama i unutrašnjim organima, i njihovo prisustvo u najvećoj meri zavisi od staništa, životnog ciklusa parazita, fiziologije i ishrane domaćina, kao i od mnogobrojnih procesa u ekosistemu (Muños *et al.*, 2006). Nematode ili valjkasti crvi jesu jedna od najčešćijih grupa parazita kod riba (Olivero-Verbel *et al.*, 2011), što se pokazalo i kod jedinki u Savskom jezeru. Osim kod jedne jedinke, svi endoparaziti pripadali su razdelu Nematoda. Najverovatnije se radilo o vrsti *Philometra richta* (Skrjabin, 1923). Samo jedna jedinka imala je endoparazita iz klase

Trematoda ili metilja, u stadijumu ciste. Generalno gledano zdravstveno stanje populacije tokom 2012. godine bilo je znatno bolje u odnosu na 2011. godinu.

Tokom istraživanja parazita kod alohtonih invazivnih vrsta riba u Slovačkoj, kod jedinki crnog američkog patuljastog soma utvrđeno je prisustvo parazita *Acanthocephalus anguillae*, vrste koja pripada razdelu Acanthocephala. Ekstenzitet parazitiranosti bio je 6,3%, a intenzitet od 1 do 2 parazita po jedinki (Košťuková *et al.*, 2009). Vrednost ekstenziteta parazitiranosti u Savskom jezeru na celom poduzorku bio je 7,6% i ovaj rezultat je u skladu sa rezultatom iz Slovačke, iako se radi o drugoj vrsti parazita. Ovde se može uočiti još jedna sličnost, a to je mala specijska raznovrsnost kada su paraziti u pitanju. Generalno gledano, fauna parazita invazivnih vrsta životinja, uključujući i ribe, manje je raznovrsna u ekosistemima koji ne predstavljaju njihovo nativno stanište. Smanjeni parazitizam kod alohtonih vrsta može biti posledica više faktora, uključujući smanjenu verovatnoću da se paraziti introdukuju zajedno sa alohtonom vrstom (ili njihovo nestajanje, ubrzo nakon što domaćin kolonizuje neko novo stanište), odsustvo drugih neophodnih domaćina na novoj lokaciji i određena ograničenja domaćih vrsta parazita, koja sprečavaju pronalaženje domaćina među introdukovanim vrstama. Prelazak parazita sa alohtonih na autohtone vrste se takođe može dogoditi, povećavajući štetnost invazivnog procesa. S druge strane, oslobađanje alohtonih vrsta od parazita, pored biotičkih i abiotičkih faktora, može da doprinese invazivnom uspehu i poboljšanju demografskih performansi ovih vrsta, koje na taj način povećavaju svoj štetni uticaj na novom staništu (Torchin *et al.*, 2003; Košťuková *et al.*, 2009).

Analizom starosti zaraženih jedinki na celom poduzorku dolazi se do zaključka da su jedinke starosti 3+ bile najzaraženije endoparazitima, u svakoj pojedinačnoj godini, ali i na celom poduzorku. S druge strane, najmlađe jedinke (0+) su samo tokom 2012. godine imale endoparazite, jer su tada, nakon masovnog pomora, i bile najzastupljenije. Istraživanje sprovedeno na jednoj drugoj vrsti ribe (*Paralabrax humeralis*) u Čileu pokazalo je da parazit *Philometra* sp. inficira domaćina tek nakon dostizanja polne zrelosti. Pretpostavka je da se jedinke koje se prvi put pare upravo zaraze od strane starijih jedinki prilikom mresta. Tada se, osim polnih produkata, u vodu mogu izbaciti i paraziti koji lako, preko kože, tada dospevaju u telo novih domaćina (Oliva *et al.*, 1992). Takođe, istraživanje jedne druge vrste parazita – *Philometra*

floridens koja parazitira na ekonomski značajnoj ribi u Meksiku – *Sciaenops ocellatus*, pokazalo je da se infekcija uočava samo na polno zrelim jedinkama i da su intenzitet inficiranosti i veličina i starost jedinki pozitivno korelisani (Bakenhaster *et al.*, 2014).

Iako bi se moglo očekivati da nezaražene jedinke imaju veće vrednosti Fultonovog faktora kondicije (K) u poređenju sa zaraženim, rezultati u Savskom jezeru pokazali su da takva pravilnost, zapravo, ne postoji. Mnoga istraživanja takođe potvrđuju da veza između K i parazitiranosti jedinki može biti veoma složena i neujednačena. U Parana reci (Brazil) primećeno je da su vrednosti relativnog kondicionog faktora manje kod jedinki zaraženih ektoparazitima, a veće kod jedinki zaraženih endoparazitima, u poređenju sa nezaraženim jedinkama (Guidelli *et al.*, 2011). Istraživanje jedne vrste sunčice (*Lepomis macrochirus*) u Engleskoj pokazalo je da su vrednosti K i broja/gustine parazita u zaraženim jedinkama negativno korelisane. Takođe, bolja korelacija je postojala između K i mase parazita, nego između K i broja parazita. Ovi podaci ukazuju na to da masa parazita više utiče na energetske troškove, odnosno K zaraženih jedinki, nego njihova brojnost (Neff & Cargnelli, 2004). Istražujući vezu između kondicionog faktora i gustine parazita kod zlatnog karaša (*Carassius auratus*) i šarana tokom sušne i monsunske sezone u Šri Lanki, istraživači su došli do zaključka da kod zlatnog karaša ne postoji korelacija između K i gustine parazita tokom obe sezone, dok se vrlo slaba negativna korelacija mogla uočiti kod šarana, samo tokom sušne sezone (Sumuduni *et al.*, 2014).

5.10. Selektivnost ribolovnog alata sa preporukama za najefikasniju kontrolu brojnosti populacija crnog američkog patuljastog soma u zatvorenim vodama Srbije

Kao što je već rečeno, jedan od ciljeva ove doktorske disertacije jeste i konkretan predlog mera za najefikasniju kontrolu brojnosti crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru, koje bi se, uz određena prilagođavanja, mogle primeniti i na druga jezera u Srbiji. To je bio razlog ispitivanja selektivnosti vrša kao ribolovnog alata, koje je obuhvatilo analizu procentualnih udela jedinki crnog američkog patuljastog

soma i drugih vrsta riba (grgeča, sunčice, glavoča, šarana, smuđa, štuke, babuške, bodorke i deverike) u ukupnom ulovu.

Na osnovu rezultata iz Savskog jezera, možemo zaključiti da su vrše visoko selektivni alat. Tokom četvorogodišnjeg istraživanja pokazalo se da se u stabilnim uslovima (2009, 2010, prva polovina 2011. i druga polovina 2012. godine) procentualni udeo jedinki crnog američkog patuljastog soma u ukupnom ulovu kretao od 79% do 99,9%. Samo je od maja 2011. godine do prve polovine 2012. godine, dok se nije stabilizovala populacija, ulov bio promenljiv. Tada je u ulovu, takođe, bilo alohtonih invazivnih vrsta koje se smatraju nepoželjnim, poput sunčice i glavoča. Komercijalno i ekonomski najznačajnije ribe, poput štuke, smuđa i šarana, bilo je u zanemarljivo malim količinama. S obzirom da su u vršama jedinke ostajale žive, mogle su nepovređene da budu vraćene u vodu.

Brojna druga istraživanja potvrđuju efikasnost i selektivnost vrša. U Korbara jezeru su se one pokazale kao vrlo efikasne, posebno u ulovu manjih jedinki (Pedicillo *et al.*, 2008), što je predhodno potvrđeno istraživanjem u jezerima Južne Dakote (Hanchin *et al.*, 2002a). Ovo istraživanje je, takođe, pokazalo da vrše, u poređenju sa mrežama, daju bolje rezultate indeksa relativne abundance, koji služi za monitoring populacije crnog američkog patuljastog soma (Hanchin *et al.*, 2002a). Krueger *et al.* (1998) navode vrše kao posebno efikasan alat za uzorkovanje bentoskih vrsta, poput crnog američkog patuljastog soma. Istraživanje u De Maten prirodnom rezervatu (Belgija), koji se sastoji od niza međusobno povezanih malih i plitkih bara, pokazalo je da su vrše, zajedno sa metodom „markiranja i ponovnog ulova“, veoma efikasan i pouzdan alat za procenu populacije smeđeg američkog patuljastog soma (Louette & Declerck, 2006). S obzirom na veliku sličnost ove dve vrste, rezultati ovog istraživanja se u potpunosti mogu uporediti sa rezultatima iz Savskog jezera. Kada je ulov vršama primenjivan na celokupnu populaciju u De Maten prirodnom rezervatu pokazalo se da su vrše selektivne po pitanju veličine jedinke, odnosno da se selektivnost povećavala sa veličinom jedinki. S druge strane, u zatvorenim područjima (625m²) vrše nisu pokazivale selektivnost po pitanju veličine jedinki. Takođe, ovo istraživanje je pokazalo veliku efikasnost vrša prilikom ponovnog ulova i samim tim potvrdilo da je ovaj alat najbolji kako za ekološke studije, tako i za planove upravljanja koji u sebi podrazumevaju masovni izlov ove vrste, pre svega u plitkim vodama male i srednje

veliĉine. Selektivnost je izraĉunata na osnovu procentualnog udela razliĉitih vrsta u ponovnom ulovu. Pokazalo se da je procentualni udeo jedinki crnog ameriĉkog patuljastog soma u ponovnom ulovu u proseku 66%, dok je drugih vrsta (sunĉice, linjaka – *Tinca tinca*, babuške i crvenperke) znatno manji i vrednosti se kreću od 23% do 47% (Louette & Declerck, 2006).

Kada govorimo o primeni vrša za kontrolu brojnosti jedinki crnog ameriĉkog patuljastog soma, Louette & Declerck (2006) navode da su vrše veoma dobar alat za to, jer osim što su efikasne i selektivne, veoma lako se sa njima rukuje, a pri tom ne oštećuju druge vrste riba, što je u potpunosti u skladu sa rezultatima iz Savskog jezera. Oni takođe navode i da se uz pomoć ovog alata jedinke veće od 8 cm TL mogu izloviti iz manjih bara u roku od 2 dana, uz minimalan ribolovni napor. Ukoliko bi se izlov kontinuirano primenjivao na celokupnu populaciju, Louette & Declerck (2006) smatraju da bi vrše mogle u znaĉajnoj meri da doprinesu smanjenju brojnosti reproduktivno sposobnih jedinki u roku od jedne godine. Višegodišnjim izlovom ova metoda bi spreĉila da manje jedinke dostignu polnu zrelost, što bi dovelo do znaĉajnog smanjenja ili ĉak potpunog uklanjanja ove vrste iz ekosistema.

Međutim, istraŹivanje na Savskom jezeru pokazalo je da ova vrsta poseduje ogroman potencijal za obnovu. Masovni pomor bi na neki naĉin mogao da se uporedi sa masovnim izlovom i tada smo bili u prilici da ispratimo regrutaciju i obnovu populacije nakon samo jedne godine. Međutim, sasvim drugaĉiji zakljuĉak dobijen je nakon istraŹivanja u Brie moĉvarnom ekosistemu (Francuska) koje je pokazalo da se odnos juvenilnih i adultnih jedinki nije znaĉajno promenio u zavisnosti od gustine populacije, ukazujući na to da jedinke ne kompenzuju mortalitet povećanom regrutacijom. Moguće je da je mortalitet uticao na gustinu populacije, ali ne u dovoljnoj meri da bi se aktivirali regulatorni mehanizmi (Cucherousset *et al.*, 2006b). Rezultati iz Francuske su neoĉekivani i razlikuju se od rezultata iz Savskog jezera. S druge strane, istraŹivanja u Severnoj Americi pokazala su da je fiziĉki izlov samo trenutno rešenje, jer ribe koje ostanu u ekosistemu ispoljavaju kompenzatorno preŹivljavanje, povećavaju rast i fekunditet i to doprinosi povećanju otpornosti ĉitave populacije (Wydoski & Wiley, 1999 prema Cucherousset *et al.*, 2006b) i ovaj fenomen se potvrdio i u Savskom jezeru. Cucherousset *et al.* (2006b) navode da sistematsko masovno izlovljavanje od strane ribara moŹe delimiĉno da donese rezultate u smanjenju brojnosti i gustine populacije

ove vrste, koja nastavlja da bude dominantna u fauni riba. Ovi rezultati navode na zaključak da primena samo jedne aktivnosti nije dovoljna i da je potrebno primeniti alternativne mere za kontrolu ne samo ove vrste, nego i drugih invazivnih vrsta riba (Scoppettone *et al.*, 2005).

Kontinuirano masovno izlovljavanje i obnova staništa jesu mere koje bi uspele da delimično drže pod kontrolom brojnost ove vrste (Cucherousset *et al.*, 2006b). Predhodna istraživanja, koja su koristila analize fleksibilnosti životnih istorija različitih invazivnih vrsta riba, ukazuju na to da su znatno efikasnije mere upravljanja i kontrole ovih vrsta one koje primenjuju masovni izlov jaja, larvi i juvenilnih jedinki (Jiao *et al.*, 2009; Morris *et al.*, 2011; Loppnow *et al.*, 2013).

Kad je reč o izlovljavanju, nakon istraživanja u Savskom jezeru, došlo se do zaključka da bi masovno izlovljavanje bilo najefikasnije tokom letnjeg i jesenjeg perioda (kada je najveća gustina populacije), u zoni makrofitske vegetacije, korišćenjem vrša kao ribolovnog alata (Pucar *et al.*, 2012). Na osnovu gorepomenutih istraživanja, pored izlova adultnih i reproduktivno sposobnih jedinki, trebalo bi posebno obratiti pažnju na jaja, larve i juvenilne jedinke. Juvenilne jedinke bi mogle da se izlovljavaju vršama, dok bi jaja i larve morale da se izlovljavaju posebnim mrežama za plankton, sa znatno manjim promerom okaca. Međutim, njihovim uklanjanjem mogli bi da se unište rani razvojni stadijumi i drugih vrsta riba, što bi dodatno ugrozilo autohtonu ihtiofaunu. Stoga se preporučuje izlovljavanje juvenilnih i adultnih jedinki. Ovaj model bi, uz određene modifikacije, mogao da se primeni na većini jezerskih ekosistema u Srbiji. Takođe, neophodno bi bilo praćenje, odnosno monitoring, kako bi se izbegla regrutacija i brza obnova populacije. Uz gorepomenute mere upravljanja bilo bi poželjno i povremeno poribljavanje autohtonim vrstama riba. Poznato je da predatorske, odnosno piscivorne vrste mogu biti korisne u kontroli brojnosti alohtonih vrsta (Gosch & Pope, 2011). Međutim, crni američki patuljsti som nema prirodnih neprijatelja među autohtonim vrstama riba i poribljavanje bi trebalo pažljivo planirati u skladu sa osobinama određenog ekosistema.

5.11. Multivarijaciona analiza ulova

Cilj primene multivarijacione analize ulova bio je da se utvrdi da li postoje određene pravilnosti, ali i statistički značajne razlike u distribuciji jedinki, u odnosu na različite sezone, nizove i dubine, odnosno staništa. Nizovi se, po svojim biološkim karakteristikama, nisu mnogo međusobno razlikovali, osim što je A niz bio bliži početku jezera, a C niz sredini. Međutim, kako je međusobna udaljenost bila svega 15 m, suštinske i biološke razlike između nizova ne postoje. Treba napomenuti da su dubine zapravo predstavljale različita staništa. Vrše na dubini od 1,5 m nalazile su se u zoni kamena, šljunka i peska, vrše na dubini od 4 m i 5,5 m u zoni makrofitske vegetacije, a vrše na dubinama od 7,5 m i 8 m u zoni mulja. Bilo je vrlo važno ispitati da li postoji preferenca za određeni tip staništa kada je ova vrsta u pitanju, jer su brojna istaživanja pokazala da strukturna kompleksnost priobalnih staništa igra glavnu ulogu u distribuciji ribljih jata (Tuya *et al.*, 2005; Mesa *et al.*, 2010).

Multivarijaciona statistika se poslednjih tridesetak godina koristi u biologiji za upoređivanje različitih distribucija jedinki u odnosu na stanište (Filipe *et al.*, 2002). Posebno su regresioni modeli primenjivani kako bi se predvidele distribucije, abundance i preference na određena staništa različitih vrsta (Pereira & Itami, 1991; Bustamante, 1997; Brito *et al.*, 1999; Mladenoff *et al.*, 1999), stoga se primena trofaktorske MANOVE u ovoj disertaciji pokazala kao vrlo korisna. Analiza objedinjenih rezultata pokazala je da od sva tri analizirana faktora, jedino sezona značajno utiče kako na prosečne dužine i težine izlovljenih jedinki (jedino u 2011. godini to nije bio slučaj, jer je to bila „nestandardna“ godina kada se dogodio masovni pomor), tako i na brojnost. Ovi rezultati su u skladu sa istraživanjima dinamike i strukture zajednica juvenilnih jedinki u velikim rekama u Francuskoj (Gozlan *et al.*, 1999) i strukture i dinamike ribljih zajednica na peskovitim i kamenitim staništima u priobalnom delu Švedske (Pihl & Wennhage, 2002). Kao što je već rečeno, razlike između nizova nisu se ni mogle očekivati, zbog njihovih identičnih bioloških karakteristika. Međutim, nepostojanje razlika između prosečnih dužina i težina izlovljenih jedinki, kao i brojnosti u odnosu na dubine vrša, odnosno staništa jeste rezultat koji je neočekivan. Mnoga istraživanja su potvrdila da peskoviti supstrat predstavlja homogenu životnu sredinu koja ne omogućava ribljim populacijama

dostizanje velike raznovrsnosti i gustine. S druge strane, staništa poput makrofitske vegetacije ili koralnih grebena poseduju elemente koji povećavaju strukturnu kompleksnost staništa i na taj način doprinose kvalitivnim i kvantitativnim promenama u sastavu i strukturi ribljih populacija i zajednica (Francour, 1994; Guidetti, 2000; Pihl & Wennhage, 2002; Tuya *et al.*, 2005; Mesa *et al.*, 2010). Mogući razlog za ovakav rezultat može da leži u činjenici da se populacija crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru odlikuje izuzetnom prostornom dinamikom i da jedinke vrlo brzo i lako prelaze iz jedne zone u drugu, odnosno iz jednog staništa u drugo u potrazi za hranom. Takođe, zona peska, sitnog šljunka i kamena izuzetno je uska i jedinke vrlo brzo i lako mogu da pređu iz ove zone u zonu makrofitske vegetacije.

5.12. Uticaj demografske fleksibilnosti na kolonizaciju

Rezultati istraživanja demografske fleksibilnosti ukazuju na to da je relativno povećanje populacione stope rasta, koje nastaje kao posledica povoljnih promena osobina životne istorije (preživljavanje juvenilnih jedinki, starost pri dostizanju polne zrelosti, fekunditeta itd.), veće kod invazivnih alohtonih vrsta nego kod vrsta koje se označavaju kao neuspešni kolonizatori. Stoga, ukoliko su uslovi u životnoj sredini povoljni, invazivne vrste riba imaju sposobnost da dožive znatno brži populacioni rast u poređenju sa drugim vrstama (Jarić *et al.*, 2014). Velika fleksibilnost osobina, poput fekunditeta i preživljavanja juvenilnih jedinki, ukazuje na to da su ove vrste takođe i veoma osetljive na pronalaženje odgovarajućih i slobodnih staništa za mrest (Vélez-Espino *et al.*, 2006), tako da invazivni uspeh alohtonih vrsta veoma zavisi od uspešne regrutacije juvenilnih jedinki u populaciju. Ovi zaključci su u skladu sa rezultatima istraživanja populacije invazivne vrste ribe *Channa argus* u Severnoj Americi, koje je pokazalo da osobine poput preživljavanja juvenilnih jedinki i fekunditeta 2+ jedinki imaju najveću fleksibilnost (Jiao *et al.*, 2009). S druge strane, kada je u pitanju preživljavanje adultnih jedinki, invazivne alohtone vrste pokazuju malu fleksibilnost, što ukazuje na robustnost i otpornost na promenu ove osobine. Stoga se čini da faktori koji mogu negativno da utiču na preživljavanje adultnih jedinki imaju manji uticaj na populacije invazivnih alohtonih vrsta, ukoliko postoji zadovoljavajuća regrutacija juvenilnih jedinki (Jarić *et al.*, 2014). Kao što je već rečeno, zbog ovakvih rezultata i

zaključaka se, prilikom izrade programa upravljanja ribarskim područjem, preporučuje izlovljavanje jaja, larvi i juvenilnih jedinki, kao znatno efikasnija mera (Jiao *et al.*, 2009; Morris *et al.*, 2011; Loppnow *et al.*, 2013).

Takođe je već pomenuto da crni američki patuljasti som pokazuje veliku fleksibilnost osobina životne istorije (Novomeská & Kováč, 2009; Novomeská *et al.*, 2013), što je u skladu sa rezultatima ove disertacije. Na samim granicama areala širenja, ove osobine mogu vrlo brzo da evoluiraju i da doprinesu ubrzanom širenju populacije (Lee, 2002; Perkins *et al.*, 2013). Ključna osobina koja utiče na invazivni uspeh i povećanje populacione stope rasta može da bude upravo sposobnost promene i modifikacije osobina životne istorije na novim, upravo naseljenim staništima. I dalje ostaje nejasno kako ovaj fenomen utiče, ali i kako na njega utiču, drugi fenomeni vezani za invazivnu biologiju, poput biotičkih barijera, invazivnog kraha (*engl.* invasional meltdown), pritiska širenja (*engl.* propagule pressure) i oslobađanja od predatora (Lee, 2002; Lockwood *et al.*, 2005; Colautti *et al.*, 2006; Simberloff, 2006, 2009). Vrstama sa većom demografskom fleksibilnošću verovatno treba manji pritisak širenja kako bi uspostavile vijabilne populacije. Međutim, velika fleksibilnost osobina ukazuje ne samo na to da pri povoljnim uslovima može da dođe do povećanja populacione stope rasta, već da na sličan način može doći i do smanjenja populacione stope rasta u slučaju nepovoljnih uslova za određenu osobinu. Stoga, pritisak širenja može da ima ključnu ulogu pri povećanju verovatnoće sticanja povoljnijih uslova za ključne osobine životne istorije, poput onih koje su povezane sa regrutacijom juvenilnih jedinki. Takođe, biotičke barijere, koje se javljaju u novonaseljenim oblastima i koje utiču na preživljavanje adultnih jedinki, mogu da budu prevaziđene većom otpornošću na porast mortaliteta ovih jedinki. Iako ne zvuči logično, sasvim je moguće da invazivni krah povećava pozitivne efekte demografske fleksibilnosti, ukoliko dovede do pozitivnih promena ključnih osobina životnih istorija (Simberloff, 2006). Na kraju, invazija je veoma složen proces i njen ishod može da zavisi od sinergističkog efekta kako ovih, tako i mnogih drugih faktora, poput promenljive životne sredine i Elijevog efekta (*engl.* Allee effect), koji čine predviđanje invazivnog uspeha znatno težim (Lockwood *et al.*, 2005).

Prema Winemiller/Rose modelu kontinuuma životne istorije (Winemiller & Rose, 1992), invazivne alohtone vrste se karakterišu ili kao ravnotežne ili kao

oportunističke vrste, što je u potpunosti u skladu sa rezultatima iz Savskog jezera. Olden *et al.* (2006) su na sličan način klasifikovali invazivne alohtone vrste u rečnom basenu Kolorada. Prema Vélez-Espino *et al.* (2006), fekunditet je ključna osobina kod oportunističkih vrsta, dok je s druge strane preživljavanje adultnih jedinki manje važno.

Analiza rezultata iz Savskog jezera pokazala je da crni američki patuljasti som pokazuje izuzetnu fleksibilnost parametara životne istorije, posebno kada su preživljavanje i uzrast pri polnom sazrevanju u pitanju. Preživljavanje je najvažniji/najuticajniji parametar životne istorije. Starost pri kojoj ženke dostižu polnu zrelost jeste parametar čija se fleksibilnost posebno povećava kada populacija raste, dok fleksibilnost maksimalne starosti i preživljavanja opada sa rastom populacije. Maksimalna starost je osobina koja je pokazala najmanju fleksibilnost kod crnog američkog patuljastog soma, ali i kod svih drugih analiziranih vrsta. Fekunditet i preživljavanje juvenilnih jedinki imaju isti stepen fleksibilnosti. Sve ove osobine i mogućnost njihove promene u skladu sa promenama životne sredine, uključujući i veliki potencijal za obnovu i regrutovanje juvenilnih jedinki, omogućile su invazivni uspeh ove vrste (Jarić *et al.*, 2014).

5.13. Koncentracija teških metala i mikroelemenata u tkivima

Kao što je već rečeno, jedan od ciljeva ovog istraživanja bio je i da se utvrdi da li postoji pravilnost u bioakumulaciji teških metala u zavisnosti od ishrane i trofičkog nivoa vrste, kao i da se utvrdi da li postoje razlike u koncentracijama teških metala kod jedne autohtone i jedne alohtone vrste.

Poslednjih nekoliko godina kontaminacija slatkovodnih riba teškim metalima prepoznata je kao jedan od većih ekoloških problema. Teški metali mogu da dospeju u vodeni ekosistem iz atmosfere, drenaže, površinskih oticanja i erozije zemljišta (Staniskiēne *et al.*, 2006; Dobaradaran *et al.*, 2010). Dok se pojedini metali smatraju esencijalnim nutrijentima za ribe (bakar, selen, gvožđe i cink), njihova prekomerna akumulacija može da predstavlja opasnost u pogledu bezbednosti za ishranu ljudi. Zbog ovog razloga Organizacija za hranu i poljoprivrednu Ujedinjenih nacija (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) je 2009. godine proglasila da su arsen, kadmijum, hrom, olovo, metil, živa, nikel i selen teški metali ili hemikalije od

posebnog interesa (FAO, 2009). Teški metali dospevaju u ribe preko kože, škrga ili digestivnog trakta (Dallinger *et al.*, 1987; Pourang, 1995), uzrokujući brojne fiziološke poremećaje. Toksični efekti teških metala mogu da prouzrokuju promene unutrašnjih organa, da dovedu do poremećaja imunog sistema i krvnih parametara i da smanje celokupnu vitalnost organizma i njegovu otpornost na bolesti, utičući na individualnu stopu rasta, reprodukciju i mortalitet (Mance, 1987; Sorensen, 1991; Farag *et al.*, 1994; 1995; Woodward *et al.*, 1994, 1995). Takođe, teški metali mogu da dovedu do povećanog mortaliteta riblje mlađi i gubitka genetičke varijabilnosti (Blasco *et al.*, 1999; Alabaster & Lloyd 1980; Staniskiène *et al.*, 2006). Zagađenje teškim metalima ne predstavlja samo problem piscivornim ribama, pticama i sisarima koji konzumiraju kontaminiran plen (Jezierska & Witeska, 2006), već predstavlja i potencijalnu opasnost za čovekovo zdravlje (Petkovšek *et al.*, 2012). Prema Jezierska & Witeska (2006), usvajanje i koncentracija teških metala u ribama jeste složen proces koji zavisi od koncentracije metala, perioda izloženosti, izvora usvajanja metala, uslova u životnoj sredini (temperatura, pH, tvrdoća i salinitet vode) i unutrašnjih faktora, poput starosti ribe, hranidbenih navika itd. Različiti metali, takođe, pokazuju različit afinitet prema različitim tkivima (Kenšová *et al.*, 2010). Kako se njihova koncentracija povećava kroz lanac ishrane putem biomagnifikacije, piscivorne vrste riba imaju povećanu koncentraciju teških metala (Liu, 2007; Kenšová *et al.*, 2010). Tri ključna tkiva za monitoring akumulacije teških metala kod riba jesu škrge, mišić i jetra (Višnjić-Jeftić *et al.*, 2010). Škrge su primarno mesto usvajanja teških metala iz vode. Iako mišići imaju malu sposobnost akumulacije teških metala, moraju biti uključeni u monitoring programe, jer se koriste u ljudskoj ishrani (Szefer *et al.*, 2003; Klavins *et al.*, 2009). S druge strane, jetra ima ulogu u akumulaciji teških metala i detoksikaciji (Yilmaz *et al.*, 2010) i po svemu sudeći je tkivo u kome se najviše deponuju teški metali (Jarić *et al.*, 2011).

Istraživanje u Savskom jezeru pokazalo je da je koncentracija teških metala najmanja u mišićima, a najveća u jetri i škrgama, metabolički znatno aktivnijim tkivima (Jaćimović *et al.*, 2015). Ovo je u skladu sa mnogim drugim istraživanjima (Amundsen *et al.*, 1997; Dural *et al.*, 2006; Erdogrul & Erbilir 2007; Ploetz *et al.*, 2007; Agah *et al.*, 2009; Klavins *et al.*, 2009; Poleksić *et al.*, 2010). Takođe, istraživanja na brojnim vrstama riba pokazala su da mišić nije tkivo koje aktivno akumulira teške metale

(Carpene & Vasak, 1989; Wagner & Boman, 2003; Yilmaz *et al.*, 2007), jer je prema Rajkowska *et al.* (2008) zaštićeno aktivnošću drugih organa. Bakar je bio ispod granice detekcije u mišićima i škragama kod obe vrste, što je u skladu sa istraživanjima Tekin-Özan & Kir (2005). Tokom istraživanja u Savskom jezeru primećena je tendencija bakra da se akumulira u jetri (Jaćimović *et al.*, 2015), što je u skladu sa rezultatima i drugih istraživanja (Stanek *et al.*, 2005; Jezierska & Witeska, 2006; Yilmaz *et al.*, 2007; Jarić *et al.*, 2011). Koncentracija bakra u jetri grgeča bila je ispod granice detekcije, što se razlikuje od rezultata drugih istraživanja (Tkatcheva *et al.*, 2000; Szefer *et al.*, 2003; Stanek *et al.*, 2005). Tkacheva *et al.* (2000) su zabeležili visoke koncentracije bakra kod grgeča na staništu u kome je neuobičajeno visok nivo ovog teškog metala zbog lokalnih geoloških karakteristika, dok je područje u kome su istraživali Szefer *et al.* (2003) izuzetno zagađeno i eutrofno. S druge strane, Miller & Mackay (1980) i Bireš *et al.* (1995) su pokazali da cink može da inhibira akumulaciju bakra u tkivima životinja i na taj način im pruži zaštitu od toksičnih efekata ovog teškog metala.

Gvožđe nije detektovano u mišićima, ali je visoka koncentracija zabeležena u škragama i jetri kod obe vrste ribe (Jaćimović *et al.*, 2015), što je u skladu sa istraživanjem 20 ribljih vrsta koje naseljavaju različita slatkovodna staništa u Litvaniji (Staniskiene *et al.*, 2006). Visoka koncentracija gvožđa u jetri primećena je i tokom drugih istraživanja (Stanek *et al.*, 2005; Tekin-Özan & Kir 2005; Dural *et al.*, 2006; Jezierska & Witeska 2006; Uysal *et al.*, 2008; Yilmaz *et al.*, 2010). Stanek *et al.* (2012) su, takođe, pokazali da gvožđe ima najmanju tendenciju da se akumulira u mišićima. Gvožđe nije toksično za ribe, ali duga izloženost visokim koncentracijama ovog metala može biti veoma štetna (Yilmaz *et al.*, 2010). Gvožđe je prisutno i u proteinima poput hemoglobina i mioglobina, a skladišti se u proteinima poput feritina i hemosiderina, koji se mogu naći u visokim koncentracijama u ribljoj jetri (Sures *et al.*, 1999). Mangan je detektovan samo u škragama kod obe vrste i u jetri crnog američkog patuljastog soma, ali u izuzetno niskim koncentracijama u poređenju sa drugim elementima (Jaćimović *et al.*, 2015), što je u skladu sa rezultatima Tekin-Özan & Kir (2005). Tendencija mangana da se uglavnom akumulira u škragama primećena je i kod grgeča u Žnin Duže jezeru (Poljska) (Stanek *et al.*, 2005), kao i kod drugih ribljih vrsta (Rajkowska *et al.*, 2008; Yilmaz *et al.*, 2010). Molibden je imao veću koncentraciju u sva tri tkiva, kod obe vrste, u poređenju sa kečigom (*Acipenser ruthenus*) (Jarić *et al.*, 2011) i crnomorskom

haringom (*Alosa immaculata*) (Višnjić-Jeftić *et al.*, 2010), u kojima je molibden bio ispod granica detekcije. Niske koncentracije molibdena su, takođe, zabeležene i u mišićima, škragama, jetri i gonadama kod pet ribljih vrsta u Dunavu (Lenhardt *et al.*, 2013), u mišićima i jetri pet ribljih vrsta u Persijskom zalivu (Agah *et al.*, 2009) i u mišićima jesetarskih vrsta u Kaspijskom jezeru (Agusa *et al.*, 2004). Prema Reid (2011), molibden je relativno netoksičan za ribe u poređenju sa drugim metalima i izloženost riba subletalnim koncentracijama molibdena ne izaziva fiziološki ili ćelijski odgovor na stres (Ricketts, 2009). Istraživanje na Savskom jezeru je pokazalo postojanje visoke koncentracije cinka u svim tkivima, kod obe vrste riba (Jaćimović *et al.*, 2015). Međutim, ove vrednosti su bile ispod maksimalno dozvoljenih koncentracija, kako onih koje su propisane nacionalnom legislativom ($100 \mu\text{g g}^{-1}$), tako i onih koje je odredio FAO ($40 \mu\text{g g}^{-1}$) (FAO, 1983). Petkovšek *et al.* (2012) su takođe potvrdili da je koncentracija cinka bila najveća u poređenju sa drugim teškim metalima koji su pronađeni u škragama, mišićima i jetri deset analiziranih ribljih vrsta u tri jezera u Sloveniji. Iako je cink esencijalni element u ljudskoj ishrani, on može biti štetan ukoliko je prisutan u visokim koncentracijama (Stanek *et al.*, 2012). Srednje vrednosti koncentracija u analiziranim jedinkama u Savskom jezeru bile su niže u mišićima nego u škragama, što je u skladu sa rezultatima Tekin-Özan & Kir (2005), ali u suprotnosti od istraživanja koje su sprovedeli Stanek *et al.* (2012).

Jedinke grgeča su, generalno, imale veće koncentracije elemenata u jetri, u poređenju sa mišićima, što je u skladu sa rezultatima Tkatcheva *et al.* (2000). Kada je reč o crnom američkom patuljastom somu, izuzetno malo publikovanih istraživanja o koncentracijama teških metala u tkivima je do sada objavljeno. Jedino dostupno istraživanje, koje je sprovedeno u Malibu potoku i laguni (Los Andeles, Kalifornija), bavilo se ovom vrstom istraživanja na različitim ribljim vrstama, uključujući i crnog američkog patuljastog soma (Moeller *et al.*, 2003). Njihovo istraživanje koncentracije teških metala pokazalo je sledeći trend: Fe>Zn>Al>Sr>Mo>As>Mn>Cu, što je u skladu sa istraživanjem na Savskom jezeru.

Hranidbene navike, ponašanje i sposobnost regulacije mogu da utiču na akumulaciju teških metala kod riba (Agah *et al.*, 2009). Sudeći prema FAME 2012 projektu, obe vrste imaju sposobnost da podnesu poremećaje u životnoj sredini. Obe vrste su oportunističke i piscivorne kada dostignu adultni stadijum u razvoju, s tim što

se grgeč hrani tokom dana, a crni patuljasti som tokom noći, kao i sve Ictaluridae (Declerck *et al.*, 2002). Takođe, obe vrste ispoljavaju ontogenetsku promenu u ishrani: juvenilne jedinke grgeča se hrane zooplanktonom, subadulti bentosnim makrobescičmenjacima, a adulti ribama (Hjelm *et al.*, 2001; Dieterich *et al.*, 2004; Ceccuzzi *et al.*, 2011). Kao što je već rečeno, juvenilne jedinke crnog američkog patuljastog soma uglavnom se hrane larvama/nimfama akvatičnih insekata, pijavicama i rakovima, dok se adulti hrane školjkama, puževima, biljnim materijalom i ribama (Leunda *et al.*, 2008). Sličan obrazac akumulacije teških metala koji je primećen kod obe vrste može biti rezultat njihovih relativno sličnih hranidbenih navika (Jaćimović *et al.*, 2015). Međutim, jedinke grgeča su imale veće koncentracije stroncijuma u mišićima i arsena, molidbena i stroncijuma u jetri, dok su jedinke crnog američkog patuljastog soma imale veće koncentracije svih analiziranih elemenata u škragama, kao i bakra, gvožđa, mangana i cinka u jetri. Ovi rezultati mogu biti posledica različite fiziologije jetre i metaboličkih aktivnosti, kao i različitog odabira staništa i predator-plen odnosa koji je uspostavljen između ove dve vrste, pošto je tokom istraživanja na Savskom jezeru utvrđeno da se jedinke crnog američkog patuljastog soma hrane grgečom, dok obrnuti slučaj nije zabeležen. Takođe, opšte je poznato da mekušci i rakovi, koji su veoma važna hrana subadultnim jedinkama grgeča i juvenilnim i adultnim jedinkama crnog američkog patuljastog soma, sadrže veće koncentracije nekoliko teških metala, posebno bakra i cinka, u odnosu na ribe (Tkatcheva *et al.*, 2000; Szefer *et al.*, 2003), što ukazuje da su ovi organizmi, koji predstavljaju plen ovim vrstama riba, i potencijalni izvor kontaminacije bakrom i cinkom.

Na kraju, treba reći da su svi analizirani elementi u mišićima kod obe vrste bili ispod maksimalno dozvoljenih koncentracija koje su propisane nacionalnom legislativom i stoga ove vrste ne predstavljaju rizik za čoveka, ukoliko se koriste u ishrani. Jedino je gvožđe imalo koncentraciju iznad maksimalno dozvoljene kod obe vrste, ali samo u škragama i jetri, što je slučaj i sa arsenom u jetri grgeča. Ovi rezultati su u skladu sa prethodnim istraživanjima na dunavskim vrstama riba (Jarić *et al.*, 2011).

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja crnog američkog patuljastog soma u Savskom jezeru mogu se izvesti sledeći zaključci.

- Analiza strukture populacije u kontekstu starosti jedinki pokazala je prisustvo pet uzrasnih kategorija: od 0+ do 4+. Dominantna uzrasna klasa bila je 1+, kako po godinama, tako i po sezonama uzorkovanja;
- Tokom leta 2009, 2010. i 2011. godine najzastupljenije su bile dužinske klase od 13 do 14,5 cm TL. Na jesen 2009. i 2011. godine dužinske klase od 15 i 16 cm TL bile su najdominantnije, dok se isti period 2010. godine razlikuje zbog dominacije 11,5 TL dužinske klase. Tokom leta 2012. godine je dužinska klasa od 8 cm TL najdominantnija, da bi tokom jeseni dužinske klase od 11 i 12 cm TL bile najzastupljenije;
- Rezultati strukture populacije u kontekstu sezona pokazuju da su tokom proleća najdominantnije uzrasne klase od 13 i 14 cm TL, a tokom leta 8 i 9 cm TL, odnosno 13 i 14,5 cm TL. Na jesen dominiraju dužinske klase od 11 i 12 cm TL, odnosno 15 i 16 cm TL. Tokom zime najbrojnija je dužinska klasa od 11 cm TL;
- Prosečna totalna dužina jedinki bila je 13,3 cm TL, a prosečna težina 38,26 g;
- Istraživanjem je utvrđeno prisustvo ukupno 8 kohorti, od najstarije koju su činile jedinke rođene 2005. godine, do najmlađe, koju su činile jedinke rođene 2012. godine. Utvrđeno je da su najstarije jedinke imale 5 godina. Samo je 2011. godine utvrđeno prisustvo jedinki koje su bile i 6 godina stare;
- Prosečna relativna težina jedinki u Savskom jezeru, u celokupnom uzorku, bila je $84,78 \pm 1,09$. Vrednosti relativnih težina i brojnosti kohorti ne mogu se dovesti u korelaciju;
- Rezultati istraživanja, kako po godinama uzorkovanja, tako i po sezonama pokazali su variranja vrednosti faktora alometrije od 2,933 (2009. godine) do 3,163 (sezona proleće), dok je vrednost ovog faktora na celom poduzorku od 6033 jedinke iznosila 3,002;
- Statističke analize faktora alometrije po godinama uzorkovanja pokazuju da statistički značajna razlika postoji između 2009. i 2010. godine, 2009. i 2011.

godine, 2010. i 2012. godine i 2011. i 2012. godine. Analiza faktora alometrije prema sezonama uzorkovanja pokazuje da statistički značajne razlike postoje između proleća i ostale tri sezone. Između svih drugih sezona ne postoje statistički značajne razlike.

- Analizom krive dužinsko-težinskog odnosa utvrđeno je da tačka infleksije ne postoji;
- Analizirajući vrednosti CPUE za svaki pojedinačni mesec u periodu od 2009. do 2012. godine, možemo primetiti da su tokom 2009, 2010. i 2012. godine one varirale u opsegu od $0,4 \pm 0,5$ do $41,5 \pm 22,1$ jedinki po vrši po danu. Ove vrednosti su 2011. godine bile niske i prilično ujednačene, a kretale su se u opsegu od $0,2 \pm 0,3$ do $3,4 \pm 4,5$ jedinki po vrši po danu (godina masovnog pomora).;
- CPUE vrednosti su bile najveće u zoni makrofitske vegetacije, ali i tokom jesenjeg i letnjeg perioda godine;
- Parametri Von Bertalanffyjeve krive rasta imali su sledeće vrednosti: $L_{\infty} = 26,8$ cm, $K = 0,43$, $t_0 = -0,13$, bez razlike između polova. Vrednost koeficijenta ϕ' iznosi 2,49;
- Rezultati iz Savskog jezera pokazuju da je srednja vrednost totalne dužine tokom prve godine života (0+) 9,70 cm TL; druge godine (1+) 12,78 cm TL; treće godine (2+) 16,29 cm TL; četvrte godine (3+) 18,61 cm TL i pete godine (4+) 21,68 cm TL. Rast jedinki je najbrži između prve (0+) i druge (1+) godine života;
- Indeks vakuiteta imao je najmanju vrednost na proleće 2011. godine ($I_v = 72,86\%$), a najveću tokom iste sezone naredne godine ($I_v = 100\%$). Tokom svih ostalih sezona vrednosti indeksa vakuiteta kretale su se između 94,49% i 99,56%;
- Spektar ishrane sačinjavalo je 14 različitih kategorija plena iz pet grupa: Mollusca, Crustacea, Insecta, Teleostei i biljke. Ribe (grgeč, sunčica i glavoč) su bile glavni plen u svim sezonama, a zatim akvatični beskičmenjaci. Jedinke su se biljnim materijalom hranile u manjoj meri, kao i terestričnim insektima. Zabeležena je i ishrana ikrom;
- Ova vrsta je generalista i oportunist, čije jedinke konzumiraju hranu koja je najdostupnija i koje ima u najvećoj meri;
- Prosečne vrednosti dužine tela predatora bile su veoma slične i kretale su se u intervalu od 18,5 do 19,4 cm TL (3+), osim leta 2011. godine kada je prosečna

vrednost dužine predatora bila 13,94 cm TL (1+). Prosečan broj komada plena po stomaku bio je sličan među sezonama i kretao se u intervalu od 1 do 2, osim tokom zime 2012. godine kada je prosečan broj komada plena po predatoru bio 3,67;

- Rezultati su pokazali da se ishrana jedinki menja tokom ontogenetskog razvića. Jedinke uzrasta 1+ i 2+ uglavnom su se hranile biljnim ostacima i beskičmenjacima, ređe ribama. Najraznovrsniju ishranu imale su 3+ jedinke koja je uglavnom uključila ribe, a zatim i beskičmenjake i biljne ostatke, dok su se 4+ jedinke takođe hranile ribama i retko beskičmenjacima;
- Trofički diverzitet plena varira u odnosu na starost jedinki i najmanja vrednost zabeležena je kod najvećih jedinki, a najveća kod jedinki srednje veličine, tj. jedinki uzrasta 3+ koje su imale najraznovrsniju ishranu;
- Najveća širina niše zabeležena je na proleće 2011. godine i jedinke su tada imale najraznovrsniji spektar ishrane;
- Vrednosti GSI bile su najveće u maju (pred početak mresta) da bi tokom juna opale, a u julu ponovo porasle, što ukazuje na to da ova vrsta ima sposobnost porcionog mresta;
- Visoke vrednosti HSI tokom jeseni i zime potvrđuju da jedinke u Savskom jezeru tokom hladnih meseci poboljšavaju stanje svojih energetske rezerve, kako bi preživele nepovoljnije periode godine;
- Vrednosti faktora kondicije K očekivano su najveće u najtoplijem periodu godine, odnosno tokom leta. Tokom proleća i jeseni vrednosti su približne, a zimi ovaj faktor ima najnižu vrednost;
- Rezultati su pokazali da se veličina jedinki koje prvi put dostižu polnu zrelost kreće u intervalu od 10 cm do 12 cm TL (1+). Od 15 cm TL (2+) sve jedinke se smatraju polno zrele;
- Vrednosti apsolutnog i relativnog fekunditeta u aprilu (pred sam početak mresta) izuzetno su visoke. Krajem maja i početkom juna, kada se mrest u velikoj meri završio, opadaju i vrednosti apsolutnog i relativnog fekunditeta. Vrednosti apsolutnog fekunditeta iznosile su u proseku 6782,82 (od 3994 do 10222), relativnog fekunditeta po gramu težine jedinke u proseku 84 (od 23 do 155) i relativnog fekunditeta po gramu težine gonade u proseku 6429 (od 1281 do 11184). Krajem maja i početkom juna, kada se mrest u velikoj meri završio, opadaju i

vrednosti apsolutnog i relativnog fekunditeta i iznose u proseku 2896 (od 1702 do 44487) za apsolutni fekunditet, 49 (od 22 do 91) za relativni fekunditet po gramu težine jedinke i 2281 (od 242 do 7175) za relativni fekunditet po gramu težine gonade. Krajem jula vrednosti još više opadaju i iznose 1024 (od 870 do 1356) za apsolutni fekunditet, 21 (od 17 do 24) za relativni fekunditet po gramu težine jedinki i 224 (od 2329 do 914) za relativni fekunditet po gramu težine gonade. Međutim, kod pojedinih jedinki one su i dalje visoke, što govori u prilog činjenici da ova vrsta ima produženi mrest i više podciklusa unutar perioda mresta, odnosno porcioni mrest.

- Masovni pomor jedinki crnog američkog patuljastog soma dogodio se tokom maja 2011. godine. Sve uginule jedinke pripadale su istoj uzrasnoj klasi (2+). Najverovatniji uzrok uginuća jeste virusna infekcija (virus američkog somića) koja je izazvala oboljenje epizootsku hematopoeznu nekrozu (EHN);
- Obnova populacije nakon masovnog pomora usledila je tokom 2012. godine, kada je udeo juvenilnih jedinki (65,8%) bio dvostruko veći od udela adultnih jedinki (34,2%).
- Osim kod jedne jedinke koja je imala endoparazita iz klase Trematoda, svi endoparaziti su pripadali razdelu Nematoda. Najverovatnije se radilo o vrsti *Philometra richta*. Zdravstveno stanje populacije je tokom 2012. godine bilo znatno bolje u odnosu na 2011. godinu. Jedinke starosti 3+ bile su najzaraženije endoparazitima, u svakoj pojedinačnoj godini. Korelacija između zdravstvenog stanja jedinki u Savskom jezeru i faktora kondicije K ne postoji;
- Vrše su se pokazale kao izuzetno selektivan ribolovni alat. Pored jedinki crnog američkog patuljastog soma, uzorkovane su i jedinke grgeča, sunčice, glavoča i bodorke. Ulov šarana, smuđa, štuke, babuške i deverike bio je na nivou statističke greške;
- Vrše se mogu primenjivati u kontroli brojnosti jedinki crnog američkog patuljastog soma jer su efikasne i selektivne i njima se lako sa rukuje;
- S obzirom na ogroman potencijal za obnovu, masovni izlov bi morao da bude kontinuiran, da traje duži vremenski period i da se primeni na jaja, larve i juvenilne jedinke;

- Masovno izlovljavanje bi bilo najefikasnije tokom letnjeg i jesenjeg perioda u zoni makrofitske vegetacije;
- Multivarijaciona analiza je pokazala da je sezona najznačajniji faktor koji utiče na prosečne dužine, težine i brojnosti izlovljenih jedinki;
- Crni američki patuljasti som pokazuje veliku fleksibilnost osobina životne istorije, posebno kada su u pitanju preživljavanje i uzrast pri polnom sazrevanju;
- Istraživanje u Savskom jezeru pokazalo je da je koncentracija teških metala najmanja u mišićima, a najveća u jetri i škragama. Koncentracija elemenata u škragama imala je trend Fe>Al>Zn>Sr>As>Mn>Mo, u mišićima Zn>Sr>As>Mo i u jetri Fe>Zn>Sr>Cu>As>Mo>Mn. Svi analizirani elementi u mišićima bili su ispod granica MDK propisanih nacionalnom legislativom.

7. LITERATURA

- Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S.M.R., Baeyens, W. (2009). Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five fish species from the Persian Gulf. *Environ. Monit. Assess.* 157, 499-514.
- Agusa, T., Kunito, T., Tanabe, S., Pourkazemi, M., Aubrey, D.G. (2004). Concentration of trace elements in muscle of sturgeons in the Caspian Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 49, 789-800.
- Alabaster, J.S., Lloyd, R. (1980). Water quality criteria for freshwater fish. European Inland Fisheries, Advisory Commission Butterworth [for] the Food and Agriculture Organization of the United Nations, (London etc.). 297 pp.
- Amundsen, P., Staldivik, F.J., Lukin, A.A., Kashulin, N.A., Popova, O.A., Reshetnikov, Y.S. (1997). Heavy metal contamination in freshwater fish from the border region between Norway and Russia. *Sci.Total. Environ.* 201, 211-224.
- Anderson, R.C. (2000). Nematode Parasites of Vertebrates their Development and Transmission. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, 650 pp.
- Bagenal, T.B. (1978). Fish production in fresh waters, Editor Blackwell, London, 365 pp.
- Bakenhaster, M.D., Lowerre-Barbieri, S., Kiryu, Y., Walters, S., Fajer-Avila, E.J. (2014). *Philometra floridensis* (Nematoda: Philometridae) damages ovarian tissue without reducing host (*Sciaenops ocellatus*) fecundity. *Dis. Aquat. Organ.* 108(3), 227-239.
- BaltiĆ, M.Ž., Teodorović, V.B. (1997). Higijena mesa riba, rakova i školjki. Veterinarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 250 pp.
- Barnickol, P.G., Starrett, W. C. (1951). Commercial and Sport Fishes of the Mississippi River Between Caruthersville, Missouri, and Dubuque, Iowa. *Illionis Nat. Hist. Survey Bull.* 25, 267-350.
- Bartoo, N.W., Parker, K.R. (1983). Stochastic age-frequency estimation using the Von Bertalanffy growth equation. *Fish. Bull.* 81(1), 91-96.
- Bauer, O.N. (1987). The guide for identification of parasites of freshwater. Fish fauna of SSSR, Tom III. Akademiya Nauk SSSR. Zoologicheskij Institut, Leningrad.
- Bhattacharya, C.G. (1967). A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23, 115-135.

- Bireš, J., Dianovský, J., Bartko, P., Juhásová, Z. (1995). Effects on enzymes and the genetic apparatus of sheep after administration on samples from industrial emissions. *Biometals*. 8, 53–58.
- Bister, T.J., Willis, D.W., Brown, M.L., Jordan, S.M., Neumann, R.M., Quist, M.C., Guy, C.S. (2000). Proposed standard weight (Ws) equations and standard length categories for 18 warmwater nongame and riverine fish species. *N. Am. J. Fish. Manag.* 20, 570–574.
- Blackwell, B.G., Brown, M.L., Willis, D.W. (2000). Relative weight (Wr) status and current use in fisheries assessment and management. *Reviews in Fisheries Science* 8(1), 1-44.
- Blanc, T. J., Margraf, F. J. (2002). Effects of nutrient enrichment on channel catfish growth and consumption in Mount Storm Lake, West Virginia. *Lakes & Reservoirs: Research & Management* 7, 109–123.
- Blasco, J., Arias, A.M., Saenz, V. (1999). Heavy metals in organisms of the River Guadalquivir estuary: possible incidents of the Aznalcollar disaster. *Sci. Total. Environ.* 242, 249-259.
- Blaženčić, J. (1995). Florističke karakteristike makrofitske vegetacije Savskog jezera kod Beograda, Glasnik instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Tom XXIX, 167-173.
- Bobori, D.C., Salvarina, I. (2010). Seasonal variation of fish abundance and biomass in gillnet catches of an East Mediterranean lake: Lake Doirani. *J. Environ. Biol.* 31(6), 995-1000.
- Boschung, H., Mayden, R.L. (2004). *Fishes of Alabama*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 736 pp.
- Bovo, G., Comuzzi, M., De Mas, S., Ceschia, G., Giorgetti, G., Giacometti, P., Cappellozza, E. (1993). Isolation of an irido-like viral agent from breeding cat fish (*Ictalurus melas*). *Boll. Soc. It. Patol. Ittica*. 11, 3-10.
- Bowen, S.H. (1996). Quantitative description of the diet. In: *Fisheries Techniques* (Eds. Murphy, B.R., Willis, D.W.) Bethesda, MD: American Fisheries Society, 513-532 pp.
- Braig, E.C., Johnson, D.L. (2003). Impact of black bullhead (*Ameiurus melas*) on turbidity in a diked wetland. *Hydrobiologia*. 490, 11-21.
- Brandner, J., Cerwenka, A.F., Schliewen, U.K., Geist, J. (2013). Bigger is better: characteristics of round gobies forming an invasion front in the Danube River. *PLoS ONE* 8(9):e73036.

- Brito, C., Crespo, L.G., Paulo, O.S. (1999). Modelling wildlife distributions: Logistic Multiple Regression vs Overlap Analysis. *Ecography* 22, 251-260.
- Brown, M.L., Willis, D.W., Blackwell, B.G. (1999). Physiochemical and biological influences on black bullhead populations in eastern South Dakota glacial lakes. *J. Freshwater Ecol.* 14, 47-60.
- Bruton, M.N. (1996). Alternative life-history strategies of catfish. *Aquat. Living Resour.* 9, 35-41.
- Buijse, A., Houthuijzen, R.P. (1992). Piscivory, growth and size selective mortality of age 0+ pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49, 894-902.
- Bustamante, J. (1997). Predictive models for Lesser kestrel (*Falco naumanni*) distribution, abundance and extinction in southern Spain. *Biol. Conserv.* 80, 153-160.
- Campbell, R.D., Branson, B.A. (1978). Ecology and population dynamics of the black bullhead, *Ictalurus melas*, in central Kentucky. *Tulane Stud.Zool.Bot.* 20, 99-136.
- Carl, G.C., Clemens, W.A., Lindsey, C.C. (1967). The fresh-water fishes of British Columbia. British Columbia Provincial Museum, 3rd edn. Victoria, Handbook 5, 192 pp.
- Carlander, K.D. (1969). Handbook of freshwater fishery biology. Iowa State University Press, Ames, IA.
- Carpene, E., Vasak, M. (1989). Hepatic Metallothionein from Goldfish (*Carassius auratus*). *Comp. Biochem. Phys. B.* 92, 463-468.
- Ceccuzzi, P. (2004). Biologia riproduttiva ed ecologia delle popolazioni di pesce gatto (*Ictalurus melas*) nel lago di Varese, Tesi Sperimentale in Scienze Biologiche Univerzità degli studi dell'Insubria di Varese, Italy.
- Ceccuzzi, P., Terova, G., Brambilla, F., Antonini, M., Saroglia, M. (2011). Growth, diet, and reproduction of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) L. in Lake Varese, northwestern Italy. *Fish. Sci.* 77(4), 533-545.
- Cheung, W.W.L., Pitcher, T.J., Pauly, D. (2005). A fuzzy logic expert system to estimate intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing. *Biol. Conserv.* 124, 97-111.
- Colautti, R.I., Grigorovich, I.A., MacIsaac, H.J. (2006). Propagule pressure: a null model for biological invasions. *Biol. Invasions* 8, 1023-1037.

- Copp, G.H., Fox, M.G., Kováč V. (2002). Growth, morphology and life history traits of a coolwater European population of pumpkinseed *Lepomis gibbosus*. Arch. Hydrobiol. 155, 585–614.
- Copp, G. H., Fox, M. G., Przybylski, M., Godinho, F., Vila-Gispert, A. (2004). Life-time growth patterns of pumpkinseed *Lepomis gibbosus* introduced to Europe relative to native North American populations. Folia Zool. 53, 237–254.
- Copp, G. H. & Fox, M. G. (2007). Growth and life history traits of introduced pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) in Europe, and its relevance to its potential invasiveness. In *Biological Invaders in Inland Waters: Profiles, Distribution, and Threats* (Gherardi, F., ed.), pp. 289–306. Dordrecht: Springer Verlag.
- Cortés, E. (1998). Methods of studying fish feeding: reply. Can. J. Fish Aquat. Sci. 55(12), 2708.
- Cucherousset, J., Paillisson, J.M., Carpenter, A., Eybert, M.C., Olden, J.D. (2006a). Habitat use of an artificial wetland by the invasive catfish *Ameiurus melas*. Ecol. Freshw. Fish. 15, 589-596.
- Cucherousset, J., Paillisson, J.M., Carpenter, A. (2006b). Is mass removal an efficient measure to regulate the North American catfish *Ameiurus melas* outside of its native range? J. Freshwater. Ecol. 21(4), 699-704.
- Cvijanović, G., Lenhardt, M., Hegediš, A. (2005). The first record of black bullhead *Ameiurus melas* (Pisces, Ictaluridae) in Serbian waters. Arch. Biol. Sci. 57(4), 21-22.
- Cvijanović, G. (2009). Taksonomske i ekološke karakteristike crnog američkog patuljastog soma (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) u slivu reke Tise i mogućnost njegove ekonomske eksploatacije. Magistarska teza. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 87 pp.
- Dallinger, R., Prosi, F., Senger, H., Back, H. (1987). Contaminated food and uptake of heavy metals by fish (a review and proposal for further research). Oecologia. 73, 91-98.
- Declerck, S., Louette, G., De Bie, T., De Meester, L. (2002). Patterns of diet overlap between populations of non-indigenous and native fishes in shallow ponds. J. Fish Biol. 61:,1182-1197.
- De Kroon, H., Plaisier, A., van Groenendael, J., Caswell, H. (1986). Elasticity: the relative contribution of demographic parameters to population growth rate. Ecology 67(5), 1427-1431.
- DeMaster, D. P. (1978). Calculation of the average age of sexual maturity in marine mammals. J. Fish. Res. Board Can. 35, 912–915.

- Dennison, S.G., Bulkey, R.V. (1972). Reproductive Potential of the Black Bullhead, *Ictalurus melas*, in Clear Lake, Iowa. Trans. Am. Fish. Soc. 3, 483-487.
- DeVries D.R., Frie R.V., 1996. Determination of age and growth. In: B.R. Murphy and D.W. Willis (eds) Fisheries Techniques 2nd ed. Bethesda, MD: American Fishery Society, 483-512 p.
- Dieterich, A., Baumgärtner, D., Eckmann, R. (2004). Competition for food between Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) and ruffe (*Gymnocephalus cernuus* [L.]) over different substrate types. Ecol. Freshw. Fish. 13(4), 236-244.
- Dobaradaran, S., Naddafi, K., Nazmara, S., Ghaedi, H. (2010). Heavy metals (Cd, Cu, Ni and Pb) content in two fish species of Persian Gulf in Bushehr Port, Iran. Afr. J. Biotechnol. 9(37), 6191-6193.
- Doukakis, P., Babcock, E.A., Pikitch, E.K., Sharov, A.R., Baimukhanov, M., Erbulokov, S., Bokova, Y., Nimatov, A. (2010). Management and recovery options for Ural River beluga sturgeon. Conserv. Biol. 24(3), 769–777.
- Dural, M., Göksu, M.Z.L., Özak, A.A., Derici, B. (2006). Bioaccumulation of some heavy metals in different tissues of *Dicentrarchus labrax* L, 1758, *Sparus aurata* L, 1758 and *Mugil cephalus* L, 1758 from the Çamlık lagoon of the eastern coast of Mediterranean (Turkey). Environ. Monit. Assess. 118, 65-74.
- Đikanović, V. (2011). Fauna endohelmintha riba Dunava beogradskog regiona, sa osvrtom na prelazne domačine iz grupe makrozoobentosa. Doktorska teza. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 176 pp.
- Erdogru, Ö., Erbilir, F. (2007). Heavy metal and trace elements in various fish samples from Sir Dam Lake, Kahramanmaraş, Turkey. Environ. Monit. Assess. 130, 373-379.
- Erzini, K. (1990). Sample size and grouping of data for length-frequency analysis. Fish. Res. 9, 355-366.
- Falcão, H., Lunet, N., Neves, E., Iglesias, I., Barros, H. (2008). *Anisakis simplex* as a risk factor for relapsing acute urticaria: a case-control study. Epidemiol. Community Health 62, 634–637.
- Falster, D., Wright, I., Warton, D. (2006). SMATR: Standardised Major Axis Tests & Routines, v 2.0.
- FAME 2012 project (2012). Development, Evaluation and Implementation of a Standardized Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers - A Contribution to the Water Framework Directive www.fame.boku.ac.at

- FAO (1983). Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO Fishery Circular
- FAO (2009). Guidelines for risk based fish inspection. FAO Food and Nutrition Paper., 90, 93 pp.
- FAO (2012). Fishery and Aquaculture Statistics Yearbook. (2012), 105 pp.
- Farag, A.M., Boese, C.J., Woodward, D.F., Bergman, H.L. (1994). Physiological changes and tissue metal accumulation in rainbow trout exposed to foodborne and waterborne metals. *Environ. Toxicol. Chem.* 13, 2021-2029.
- Farag, A.M., Stansbury, M.A., Hogstrand, C., MacConnell, E. & Bergman, H.L. (1995). The physiological impairment of free-ranging brown trout exposed to metals in the Clark Fork River, Montana. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52, 2038-2050.
- Filipe, A.F., Cowx, I.G., Collares-Pereira, M.J. (2002). Spatial modelling of freshwater fish in semi-arid river systems: a tool for conservation. *River Res. Applic.* 18, 123–136.
- Finley, M.A. (2008). Investigating the suitability of northern mummichog (*Fundulus heteroclitus macrolepidotus*) for the assessment of cumulative and non-point source pollution in Prince Edward Island estuaries, Master Thesis, The Department of Biology, Faculty of Science, University of Prince Edward Island.
- FOEN (2006). Invasive alien species in Switzerland. An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland. Federal Office of the Environment, 7–8.
- Forbes, L.S., Flook, D.R. (1985). Notes on the occurrence and ecology of the Black bullhead, *Ictalurus melas*, near Creston, British Columbia. *Can. Field Nat.* 99, 110–111.
- Fox, M. G. (1994). Growth, density, and interspecific influences on pumpkinseed sunfish life histories. *Ecology* 75, 1157–1171.
- Francour, P. (1994) Pluriannual analysis of the reserve effect on fish community in the Scandola natural reserve (Corsica, Northwestern Mediterranean). *Oceanol. Acta.* 17, 309–317.
- Froese, R., Binohlan, C. (2000). Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity, and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *J. Fish Biol.* 56, 758-773.
- Froese, R., Binohlan, C. (2003). Simple methods to obtain preliminary growth estimates for fishes. *J. Appl. Ichthyol.* 19, 376-379.

- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.* 22, 241-253.
- Froese, R., Pauly D. (2014) Editors. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (11/2014).
- Gayanilo, F.C.Jr., Sparre, P., Pauly, D. (2006). FAO-ICLARM stock assessment tools II (FiSAT), Revised version. User's guide, FAO Computerized Information Series (Fisheries), No.8, Rome, FAO, 169 pp.
- Gandolfi, G., Zerunian, S., Torricelli, P., Marconato A. (1991). I pesci delle acque interne italiane, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 616 pp.
- García-Berthou, E., Moreno-Amich, R. (2000). Food of introduced pumpkinseed sunfish: ontogenetic diet shift and seasonal variation. *J. Fish Biol.* 57, 29–40.
- García-Berthou, E. (2007) The characteristics of invasive fishes: what has been learned so far? *J. Fish Biol.* 71, 33–35.
- Gianotti, F. S., Giovinazzo, G., Gori, L. (1975). Il quadriennio di pesca 1968–1971 nel lago Trasimeno. *Rivista di Idrobiologia* 14, 209–262.
- Gobbo, F., Cappellozza, E., Pastore, M.R., Bovo G. (2010). Susceptibility of black bullhead *Ameiurus melas* to a panel of ranavirus isolated. *Dis. Aquat. Org.* 90, 167-174.
- Gosch, N.J.C., Pope, K.L. (2011). Using consumption rate to assess potential predators for biological control of white perch. *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.* 403, 02.
- Gozlan, R.E., Mastrorillo, S., Copp, G.H., Lek, S. (1999). Predicting the structure and diversity of young-of-the-year fish assemblages in large rivers. *Freshwater Biol.* 41, 809-820.
- Grabowska, J. (2005). Reproductive biology of racer goby *Neogobius gymnotrachelus* in the Wloclawski Reservoir (Vistula River, Poland). *J. Appl. Ichthyol.* 21, 296-299.
- Grabowska, J., Pietraszewski, D., Przybylski, M., Tarkan, A. S., Marszał, L., Lampart-Kałużniacka, M. (2011). Life-history traits of Amur sleeper, *Perccottus glenii*, in the invaded Vistula River: early investment in reproduction but reduced growth rate. *Hydrobiologia* 661, 197–210.
- Grabowska, J., Przybylski, M. (2014). Life-history traits of non-native freshwater fish invaders differentiate them from natives in the Central European bioregion. *Rev. Fish Biol. Fisheries* DOI 10.1007/s11160-014-9375-5
- Grande, L., Eastman, J.T. (1986). A review of the Antarctic ichthyofaunas in light of new fossil discoveries. *Paleontology*, 29, 113-137.

- Gross, M.R., Repka, J., Robertson, C.T., Secor, D.H., Van Winkle, W. (2002). Sturgeon conservation: insights from elasticity analysis. *Am. Fish. Soc. Symp.* 28, 13-30.
- Grozdić, T. D., Hegediš, A., Pucar, M., Nikčević, M., Mićković, B. (2014). Kvalitet vode u Savskom jezeru 2012-2013. *Ecologica* 75, 578-581.
- Guidelli, G., Tavechio, W.L., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C. (2011). Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Vet. Parasitol.* 177(1-2):145-151.
- Guidetti, P. (2000). Differences among nearshore fish assemblages associated with shallow water *Posidonia oceanica* seagrass beds, rocky-algal reefs and unvegetated sand habitats in the Adriatic Sea. *Estuar. Coast. Shelf S.* 50, 515–529.
- Hanchin, P.A., Willis, D.W., Hubers, J.M. (2002a). Black bullhead growth in South Dakota waters: limnological and community influences. *J. Freshwater Ecol.*, 17, 65-75.
- Hanchin, P. A., Willis, D. W. & St. Sauver, T. R. (2002b). Comparison of concurrent trap-net and gill-net samples for black bullheads. *J. Freshwater Ecol.*, 17, 233–237.
- Hardman, M., Page, L.M. (2003). Phylogenetic relationships among Bullhead Catfishes of the Genus *Ameiurus* (Siluriformes: Ictaluridae). *Copeia*. 1, 20-33.
- He, W., Li, Z., Liu, J., Li, Y., Murphy, B.R., Xie, S. (2008). Validation of a method of estimating age, modelling growth, and describing the age composition of *Coilia mystus* from the Yangtze Estuary, China. *ICES J. Mar. Sci.* 65, 1655–1661.
- Hegediš, A., Nikčević, M., Mićković, B. (2008). Srednjeročni program unapređenja ribarstva na delu ribarskog područja „Srbija-Zapad“ za period 2008-2012. godina, Institut za multidisciplinarna istraživanja, 83-88
- Hickley, P., North, R., Muchiri, S.M., Harper, D.M. (1994). The diet of largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in Lake Naivasha, Kenya. *J. Fish Biol.* 44(4), 607-619.
- Hjelm, J., Svanbäck, R., Byström, P., Persson, L. & Wahleström, E. (2001). Diet-dependent body morphology and ontogenetic reaction norms in Eurasian perch. *Oikos*. 95, 311-323.
- Hoening, J.M. (1983). Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull.* 82(1), 898-903.
- Holčík, J. (1991). Fish Introductions in Europe with Particular Reference to its Central and Eastern Part. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48, 13-23.

- Houde, D.E., 2009. Recruitment variability. In: Jakobsen T., Fogarty M.J., Megrey B.A. and Moksness E. (eds.), Fish reproductive biology: Implications for Assessment and Management, Wiley-Blackwell, Chichester, 97-171.
- Hugg, D.O. (1996). MAPFISH georeferenced mapping database. Freshwater and estuarine fishes of North America. Life Science Software. Dennis O. and Steven Hugg, 1278 Turkey Point Road, Edgewater, Maryland, USA.
- Hunter, J.R., Lo, N.C.H., Leong, R.J.H. (1985). Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. Lasker, R (Ed.). U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS 36, La Jolla, CA, USA, 67-77 pp.
- IGFA (1991). World record game fishes. International Game Fish Association, Florida, USA.
- IGFA (2001). Database of IGFA angling records until 2001. IGFA, Fort Lauderdale, USA.
- IZJZS (2009-2012). Kvalitet vode u Savskom jezeru - godišnji izveštaj Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”, Beograd, Srbija.
- Jangaard, P.M., Ackman, R.G., Sipos, J.C. (1967). Seasonal studies of the fatty acid composition of cod liver, flesh, roe and milt lipids. J. Fish Res. Bd. Can. 24(2), 613-627.
- Janković, M.M., Janković, I.M. (1987). Prilog poznavanju i rešavanju problema eutrofizacije i zarašćivanja Savskog jezera (Ada Ciganlija) kod Beograda, Glasnik instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Tom XVI, 1-42
- Jarić, I., Višnjic-Jeftić, Ž., Cvijanović, G., Gačić, Z., Jovanović, Lj., Skorić, S., Lenhardt, M. (2011). Determination of differential heavy metal and trace element accumulation in liver, gills, intestine and muscle of sterlet (*Acipenser ruthenus*) from the Danube River in Serbia by ICP-OES. Microchem. J. 98, 77-81.
- Jarić, I., Gačić, Z. (2012). Relationship between the longevity and the age at maturity in long-lived fish: Rikhter/Efanov's and Hoenig's methods. Fish. Res. 129-130, 61-63.
- Jarić, I., Gessner, J. (2013). A life-stage population model of the European sturgeon (*Acipenser sturio*) in the Elbe River. Part I: General model outline and potential applications. J. Appl. Ichthyol. 29, 483-493.
- Jarić, I., Jaćimović, M., Cvijanović, G., Knežević-Jarić, J., Lenhardt, M. (2015). Demographic flexibility influences colonization success: profiling invasive fish

- species in the Danube River by the use of population models. *Biol. Invasions*. DOI 10.1007/s10530-014-0721-2 (in press)
- Jaćimović, M., Krpo-Ćetković, J., Lenhardt, M., Višnjić-Jeftić, Ž., Jarić, I., Gačić, Z., Hegediš, A. (2015). Elemental concentrations in different tissues of European perch and black bullhead from Sava lake (Serbia). *Slov. Vet. Res.* 52(2), 57-65.
- Jenkins, R.E., Burkhead, N.M. (1993). *Freshwater fishes of Virginia*. American Fisheries Society, Bethesda, MD.
- Jennings, S., Reynolds, J.D., Mills, S.C. (1998). Life history correlates of responses to fisheries exploitation. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 265, 333-339.
- Jeremić, S., Radosavljević, V. (2009). Pojava novih oboljenja riba na području Srbije. In: Conference proceedings of IV International conference "Fishery", Faculty of Agriculture, University of Belgrade, 180-185.
- Jezierska, B., Witeska, M. (2006). The metal uptake and accumulation in fish living in polluted waters, (in: Twardowska, I., Allen, H. E., Haggblom, M. M. and Stefaniak, S. (Eds.), *Viable methods of soil and water pollution monitoring, protection and remediation*. Springer, New York), 107-114.
- Jiao, Y., Lapointe, N.W., Angermeier, P.L., Murphy, B.R. (2009). Hierarchical demographic approaches for assessing invasion dynamics of non-indigenous species: an example using northern snakehead (*Channa argus*). *Ecol Model.* 220(13), 1681–1689.
- Johnston, I.A., Dunn, J.F. (1987). Temperature acclimation and metabolism in ectotherms with particular reference to teleost fish, in: Bowler, K., Fuller, B.J. (Eds.), *Temperature and Animal Cells*, Cambridge: Symposia of the Society for Experimental Biology XXXXI, pp. 67–93
- Jons, G.D., Miranda, L.E. (1997). Ovarian weight as an index of fecundity, maturity, and spawning periodicity. *J. Fish Biol.* 50, 150-156.
- Kendall, W.C. (1910). *American catfishes: habits, culture, and commercial importance*. Rep.U.S. Comm.Fish. Document 733, 1-39.
- Kenšová, R., Čelechovská, O., Doubravová, J., Svobodová, Z. (2010). Concentrations of metals in tissues of fish from the Štáton ice Reservoir. *Acta. Vet. Brno.* 79, 335-345.
- Klavins, M., Potapovics, O., Rodinov, V. (2009). Heavy metals in fish from lakes in Latvia: concentrations and trends of changes. *B. Environ. Contam. Tox.* 82, 96-100.
- Kolar, C.S., Lodge, D.M. (2001). Progress in invasion biology; predicting invaders. *Trends Ecol. Evol.* 16, 199–204.

- Kottelat, M., Freyhof, J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof. Berlin, Germany. 646 p.
- Košuthová, L., Koščo, J., Letková, V., Košuth, P., Manko, P. (2009). New records of endoparasitic helminths in alien invasive fishes from the Carpathian region. *Biologia*. 64(4): 776-780.
- Krebs, C.J. (2001). Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Benjamin/Cummings, San Francisco, 695 pp.
- Kreutzenberger, K., Leprieur, F., Brosse, S. (2008). The influence of the invasive black bullhead *Ameiurus melas* on the predatory efficiency of pike *Esox lucius* L. *J. Fish Biol.* 73, 196-205.
- Krpo-Četković, J. (2004). Rastenje, ishrana i raspodela resursa simpatričkih piscivornih riba u Dunavu kod Beograda. Doktorska disertacija. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 279 pp.
- Krueger, K.L., Hubert, W.A., Price, R.M. (1998). Tandem-set fyke nets for sampling benthic fishes in lakes. *N. Am. J. Fish. Manag.* 18, 154–160.
- Krunić, M. (1987). Zoologija invertebrata. I deo, peto izdanje. Naučna knjiga, Beograd. 337 pp.
- Labropoulou, M., Eleftheriou, A. (1997) The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *J. Fish Biol.* 50, 324–340.
- Landgon, J.S. (1989). Experimental transmission and pathogenicity of epizootic haematopoietic necrosis virus (EHNV) in redfin perch, *Perca fluviatilis* L., and 11 other teleosts. *J. Fish Dis.* 12, 295-310.
- Lavrinčiková, M., Kováč, V. (2007). Invasive round goby *Neogobius melanostomus* from the Danube mature at small size. *J.App.Ichtyol.* 23, 276-278.
- Lee, C.E. (2002). Evolutionary genetics of invasive species. *Trends Ecol. Evol.* 17(8), 386–391.
- Lenhardt, M., Jarić, I., Cakić, I., Cvijanović, G., Gačić, Z., Kolarević, J. (2009). Seasonal changes in condition, hepatosomatic index and parasitism in sterlet (*Acipenser ruthenus* L.). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 33(3), 209-214.
- Lenhardt, M., Marković, G., Hegediš, A., Maletin, S., Čirković, M., Marković, Z. (2011). Non-native and translocated fish species in Serbia and their impact on the native ichthyofauna. *Rev. Fish. Biol. Fisher.* 21(3), 407-421.

- Lenhardt, M., Jarić, I., Višnjić-Jeftić, Ž., Skorić, S., Gačić, Z., Pucar, M., Hegediš, A. (2013). Concentrations of 17 elements in muscle, gills, liver and gonads of five economically important fish species from the Danube River. *Knowl. Manag. Aquat. Ec.* doi:10.1051/kmae/2012028 (in press)
- Lessa, R., Duarte-Neto P. (2004). Age and growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the western equatorial Atlantic, using dorsal fin spines. *Fish. Res.* 69, 157-170.
- Leunda, P.M., Oscoz, J., Elvira, B., Agorreta, A., Perea, S., Miranda, R. (2008). Feeding habits of the exotic black bullhead *Ameiurus melas* (Rafinesque) in the Iberian Peninsula; first evidence of direct predation on native fish species. *J. Fish Biol.* 73, 96-114.
- Lien, L. (1981). Biology of the minnow *Phoxinus phoxinus* and its interactions with brown trout *Salmo trutta* in Øvre Heimdalsvatn, Norway. *Holarctic Ecol.* 4, 191–200.
- Liu, Y. (2007). Mercury, arsenic and selenium in channel catfish caught in southwestern Pennsylvania; implications for coal-fired power plant emission source identification and fish consumption safety. Master's Thesis, University of Pittsburgh. 69 pp.
- Lockwood, J.L., Cassey, P., Blackburn, T. (2005). The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends Ecol. Evol.* 20(5), 223–228.
- Loppnow, G.L., Vascotto, K., Venturelli, P.A. (2013). Invasive smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*): history, impacts, and control. *Manag. Biol. Invasion.* 4(3), 191–206.
- Lorenzoni, M., Corboli, M., Dörr A.J.M., Giovinazzo, G., Selvi, S., Merelli, M. (2002) Diets of *Micropterus salmoides* Lac. and *Esox lucius* L. in lake Trasimeno (Umbria, Italy) and their diet overlap. *Knowl. Manag. Aquatic Ecosyst.* 365-366, 537-547.
- Louette, G., Declerck, S. (2006). Assessment and control of non-indigenous brown bullhead *Ameiurus nebulosus* population using fyke-nets in shallow ponds. *J. Fish Biol.* 68, 522-531.
- Lundberg, J.G., Friel, J.P. (2003). Siluriformes. Tree of life Web Project. <http://tolweb.org/tree?group=Siluriformes&contgroup=Ostariophysi#AboutThisPage>
- Macdonald, P.D.M. (1987). Analysis of length-frequency distributions. In: Summerfelt, R.C., Hall, G.E. (Ed.). *Age and Growth of Fish*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, 371-384 pp.

-
- MacDougall, A.S., Gilbert, B., Levine, J.M. (2009) Plant invasions and the niche. *J. Ecol.* 97, 609–615.
- MacInnis, A. J., Corkum, L. D. (2000). Fecundity and reproductive seasons of the round goby *Neogobius melanostomus* in the upper Detroit River. *T. Am. Fish. Soc.* 129, 136–144.
- Maletin, S. (1979). Korelacija dužine i težine i koeficijent uhranjenosti patuljastog somića, *Ictalurus nebulosus* Le Sueur (1819), na nekim lokalitetima Vojvodine. *Drugi Kongres Ekologa Jugoslavije, Zagreb, 1829-1836.*
- Mance, G. (1987). *Pollution threat of heavy metals in aquatic environments.* London, Elsevier, 375 pp.
- Mansfield, P.J., Jude, D.J., Schneeberger, P.J., Wojcik, J.A. (1985). Compensation in fish populations subject to catastrophic impact. Special Report No. 117, Great Lakes Research Division, The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan. 176 pp.
- McCarthy, J., Moore, T.A. (2000). Emerging helminth zoonoses. *Int. J. Parasitol.* 30, 135–160.
- Mérona, B., Mol, J., Vigouroux, R., Chaves, P. T. (2009). Phenotypic plasticity in fish life-history traits in two neotropical reservoirs: Petit-Saut Reservoir in French Guiana and Brokopondo Reservoir in Suriname. *Neotrop. Ichthyol.* 7(4), 683-692.
- Mesa, G.L., Molinari, A., Silvia Gambaccini, S., Tunesi, L. (2010). Spatial pattern of coastal fish assemblages in different habitats in North-western Mediterranean. *Mar. Ecol.* 32(1), 104-114.
- Mićković, B., Nikčević, M., Grozdić, T., Pucar, M., Hegediš, A., Gačić, Z. (2014). Ecological Potential Assessment of Sava Lake Based on Fish Community Composition: Preliminary Results. *Water Research and Management*, 4 (3), 21-25
- Miller, T.G., Mackay, W.C. (1980). The effects of hardness, alkalinity and pH of test water on the toxicity of copper to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Water. Res.* 14, 129–133.
- Mladenoff, D.J., Sickley, T.A., Wydeven, A.P. (1999). Predicting gray wolf landscape recolonization: logistic regression models vs. new field data. *Ecol. Appl.* 9(1), 37-44.
- Moeller, A., MacNeil, S.D., Ambrose, R.F., Que Hee, S.S. (2003). Elements in fish of Malibu Creek and Malibu Lagoon near Los Angeles, California. *Mar. Pollut. Bull.* 46, 424-429.

- Mojica, J.I., Lobón-Cerviá, J., Castellanos, C. (2014). Quantifying fish species richness and abundance in Amazonian streams: assessment of a multiple gear method suitable for Terra firme stream fish assemblages. *J. Environ. Biol.* 21, 220-233.
- Morales-Nin, B. (1989). Growth determination of tropical marine fishes by means of otolith interpretation and length frequency analysis. *Aquat. Living Resour.* 2, 241-253.
- Morales-Nin, B., Ralston, S. (1990). Age and growth of *Lutjanus kasmira* (Forskål) in Hawaiian waters. *J. Fish. Biol.* 36(2), 191–203.
- Mork, M.D., Bisping, S.M., Fischer, J.R., Quist, M.C. (2009). Population characteristics of black bullhead (*Ameiurus melas*) in Iowa Natural Lakes. *J.Freshwater Ecol.* 24 (4), 635-644.
- Morris, C.E. (1985). Evaluation of structure and growth of bluegills and black bullhead stocked with largemouth bass in South Dakota farm ponds, Thesis in Wildlife and Fisheries Sciences, South Dakota University, USA
- Morris, W.F., Doak, D.F. (2002). Quantitative conservation biology. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Morris, J.A.Jr., Shertzer, K.W., Rice, J.A. (2011). A stage-based matrix population model of invasive lionfish with implications for control. *Biol. Invasions* 13, 7–12.
- Muñoz, G., Grutter, A.S., Cribb, T.H. (2006). Endoparasite communities of five fish species (Labridae: Cheilinae) from Lizard Island: how important is the ecology and phylogeny of the hosts? *Parasitol.* 132, 363–374.
- Munro, J.L., Pauly, D. (1983). A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 1, 5-6.
- Murphy, B.R., Willis, D.W., Springer T.A. (1991). The relative weight index in fisheries management: status and needs. *Fisheries.* 16(2), 30–38.
- NatureServe (2013). *Ameiurus melas*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3.
- Neff, B.D., Cargnelli, L.M. (2004). Relationships between condition factors, parasite load and paternity in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Environ. Biol. Fish.* 71, 297–304.
- Neophitou, C., Giapis, A.I. (2007). A Study of the biology of pumpkinseed (*Lepomis gibbosus* (L.)) in Lake Kerkini (Greece). *J. App. Ichthyol.* 10(2 - 3), 123 - 133.

- Nowak, M., Szczerbik, P., Tatoj, K., Popek, W. (2008). Non-native freshwater fishes in Poland: an overview. AACL BIOFLUX. Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation. International Journal of the Bioflux Society. 1, 173–191.
- Nowak, M., Koščo, J., Popek, W., Epler, P. (2010). First record of the black bullhead *Ameiurus melas* (Teleostei: Ictaluridae) in Poland. J. Fish. Biol. 76, 1529-1532.
- Novomeská, A., Kováč, V. (2009). Life-history traits of non-native black bullhead *Ameiurus melas* with comments on its invasive potential. J. Appl. Ichthyol. 25, 79-84.
- Novomeská, A., Kováč, V., Katina, S. (2010). Morphometry of non-native black bullhead *Ameiurus melas* from Slovakia. Cent. Eur. J. Biol. 5, 888–893.
- Novomeská, A., Katina, S., Copp, G.H., Pedicillo, G., Lorenzoni, M., Pompei, L., Cucherousset, J., Kováč, V. (2013). Morphological variability of black bullhead *Ameiurus melas* in four non-native European populations. J. Fish Biol. 82, 1103-1118.
- Olden, J.D., Poff, N.L., Bestgen, K.R. (2006). Life-history strategies predict fish invasions and extirpations in the Colorado River Basin. Ecol. Monogr. 76(1), 25–40.
- Oliva, M.E., Bórques, A.S., Olivares, A.N. (1992). Sexual status of *Paralabrax humeralis* (Serranidae) and infection by *Philometra* sp. (Nematoda: Dracunculoidea). J. Fish Biol. 40, 979-980.
- Olivero-Verbel, J., Baldiris-Avila, R., Guette-Fernandez, J., Benavides-Alvarez, A., Mercado-Camargo, J., Arroyo-Salgado, B. (2006). *Contracaecum* sp. infection in *Hoplias malabaricus* (moncholo) from rivers and marshes of Colombia. Vet. Parasitol. 140, 90–97.
- Olivero-Verbel, J., Caballero-Gallardo, K., Arroyo-Salgado, B. (2011). Nematode infection in fish from Cartagena Bay, North of Colombia. Vet. Parasitol. 177, 119–126.
- Oscoz, J., Leunda, P. M., Campos, F., Escala, M. C., García-Fresca, C., Miranda, R. (2005). Spring diet composition of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) in the Urederra River (Spain). Annales de Limnologie – International Journal of Limnology 41, 27–34.
- Oscoz, J., Leunda, P. M., Miranda, R., Escala, M. C. (2006). Summer feeding relationships of the co-occurring *Phoxinus phoxinus* and *Gobio lozanoi* (Cyprinidae) in an Iberian river. Folia Zool. 55, 418–432.
- Pauly, D., Munro, J.L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM Fishbyte. 2(1), 21 pp.

-
- Pauly, D., Morgan, G.R. (1987). Length-Based Methods in Fisheries research, ICLARM Conference Proceedings 13.
- Pauly, D., Gayanilo, F. C. Jr. (1997). A Bee: an alternative approach to estimating the parameters of a length-weight relationship from length-frequency samples and their bulk weights. NAGA ICLARM, Manila, Philippines
- Pedicillo, G., Bicchi, A., Angeli, V., Carosi, A., Viali, P., Lorenzoni, M. (2008). Growth of black bullhead *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820) in Corbara Reservoir (Umbria-Italy). Knowl. Managt. Aquatic. Ecosyst. 389, 1-15.
- Penczak, T., Kusto, E., Krzyżanowska, D., Moliński, M., Suszycka, E. (1984). Food consumption and energy transformations by fish populations in two small lowland rivers in Poland. Hydrobiologia 108, 135–144.
- Pereira, J.M.C., Itami, R.M. (1991). GIS-Based Habitat Modeling Using Logistic Multiple Regression: A Study of the Mt. Graham Red Squirrel. Photogramm. Eng. Rem. S. 57, 1475-1486.
- Perkins, T.A., Phillips, B.L., Baskett, M.L., Hastings, A. (2013). Evolution of dispersal and life history interact to drive accelerating spread of an invasive species. Ecol. Lett. 16, 1079–1087.
- Petkovšek, S.A.S., Grudnik, Z.M., Pokorny, B. (2012). Heavy metals and arsenic concentrations in ten fish species from the Šalek lakes (Slovenia): assessment of potential human health risk due to fish consumption. Environ. Monitor. Assess. 184(5), 2647-2662.
- Phelps, Q.E., Ward, M.J., Paukert, C.P., Chipps, S.R., Willis, D.W. (2005). Biotic and abiotic correlates with black bullhead population characteristics in Nebraska sandhill lakes. J. Freshwater. Ecol. 20, 295 – 302.
- Pihl, L., Wennhage, H. (2002). Structure and diversity of fish assemblages on rocky and soft bottom shores on the Swedish west coast. J. Fish Biol. 61(sA):148 - 166.
- Ploetz, D.M., Fitts, B.E. & Rice, T.M. (2007). Differential accumulation of heavy metals in muscle and liver of marine fish, (King Mackerel, *Scomberomorus cavalla* Cuvier) from the Northern Gulf of Mexico, USA. B. Environ. Contam. Tox. 78, 124-127.
- Polačik, M., Kováč, V. (2006). Fecundity and annual course of maturation in spiralin, *Alburnoides bipunctatus*. Folia Zool. 55, 399 - 410.
- Poleksić, V., Lenhardt, M., Jarić, I., Djordjević, D., Gačić, Z., Cvijanović, G., Rašković, B. (2010). Liver, gills and skin histopathology and heavy metal content of the Danube sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758). Environ. Toxicol. Chem. 29(3), 515-521.
-

- Popa, L.O., Popa, O.P., Pisica, E.I., Iftime, A., Mataca, S., Diaconu, F., Murariu, D. (2006). The first record of *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Pisces: Odontobutidae) and *Ameiurus melas* Rafinesque, 1820 (Pisces: Ictaluridae) from the Romanian sector of the Danube. *Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa»*. 49, 323-329.
- Pouilly, M., Barrera, S. & Rosales, C. (2006). Changes of taxonomic and trophic structure of fish assemblages along an environmental gradient in the Upper Beni watershed (Bolivia). *J. Fish Biol.* 68, 137–156.
- Pourang, N. (1995). Heavy metal bioaccumulation in different tissues of two fish species with regards to their feeding habits and trophic levels. *Environ. Monitor. Assess.* 35, 207-219.
- Pozet, F., Morand, M., Moussa, A., Torhy, C., De Kinkelin, P. (1992). Isolation and preliminary characterization of a pathogenic icosahedral deoxyribovirus from the catfish (*Ictalurus melas*). *Dis. Aquat. Org.* 14, 35-42.
- Pucar, M., Hegediš, A., Lenhardt, M., Gačić, Z., Krpo-Ćetković, J. (2012). Population monitoring of an invasive fish species, black bullhead (*Ameiurus melas*), in Lake Sava (Belgrade, Serbia). *International Conference on Ecology and Conservation of Freshwater Fish (ECCF 2012)*, Vila Nova de Cerveira, Portugal, Book of Abstracts, 136
- Pyle, G.G., Rajotte, J.W., Couture, P. (2005). Effects of industrial metals on wild fish populations along a metal contamination gradient. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 61, 287-312.
- Rajkowska, M., Wechterowicz, Z., Lidwin-Kazmierkiewicz, M., Pokorska, K., Protasowicki, M. (2008). Accumulation of selected metals in roach (*Rutilus rutilus* L.) from West Pomerian Lakes. *Ecol. Chem. Eng.* 15(1-2), 119-123.
- Regner, S., Dulčić J. (1994). Growth of sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., larval and juvenile stages and their otoliths in quasi steady temperature conditions, *Mar. Biol.* 119(2), 169-177.
- Reid, S.D. (2011). *Fish Physiology, Homeostasis and Toxicology of Essential Metals*, 31A, 375-415.
- Ribeiro, F., Elvira, B., Collares-Pereira, M.J., Moyle, P.B. (2008). Life-history traits of non-native fishes in Iberian watersheds across several invasion stages: a first approach. *Biol. Invasions* 10, 89-102.
- Ricker, W.E. (1975) Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish Res. Board Can.* 191, 1-382.

- Ricketts, C.D. (2009). The effects of acute waterborne exposure to sub-lethal concentrations of molybdenum on the stress response in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Master Thesis, The University of British Columbia.
- Rikhter, V.A., Efanov, V.N. (1976). On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res Doc 79/VI/8.
- Roncarati, A., Mordenti O., Luca Stocchi, L., Melotti, P. (2014). Comparison of Growth Performance of 'Common Catfish *Ameiurus melas*, Rafinesque 1820', Reared in Pond and in Recirculating Aquaculture. J. Aquat. Res. Development 5(2): 1-6.
- Ruiz-Navarro, A., Britton, J.R., Jackson, M.C., Davies, G.D., Sheath, D. (2015). Reproductive ecology and diet of a persistent *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820) population in the UK. J. Appl. Ichthyol. 31, 201–203.
- Rutkayová, J., Biskup, R., Harant, R., Šlehta, V., Koščo, J. (2012). *Ameiurus melas* (black bullhead): morphological characteristics of new introduced species and its comparison with *Ameiurus nebulosus* (brown bullhead). Rev. Fish. Biol. Fisher. 22, 1-18.
- Safran, P. (1992). Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. Mar. Biol. 112, 545-551.
- Savini, D., Occhipinti-Ambrogi, A., Marchini, A., Tricatico, E., Gherardi, F., Olenin, S., Gollasch, S. (2010). The top 27 animal alien species introduced into Europe for aquaculture and related activities. J. Appl. Ichthyol. 26, 1-7.
- Schindler, O. (1957). Freshwater Fishes (English translation). London: Thames & Hudson.
- Scoppettone, G.G., Rissler, P.H., Gourley, C., Martinez, C. (2005). Habitat Restoration as a Means of Controlling Non - Native Fish in a Mojave Desert Oasis. Restoration Ecol. 13(2), 247-256.
- Scott, W.B., Crossman, E.J. (1973). Freshwater fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Board Can. 184, 1-966.
- Shuford R.L., Dean J.M., Stequert B., Morize E. (2007). Age and growth of yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(1), 330-341.
- Simberloff, D. (2006). Invasional meltdown 6 years later: important phenomenon, unfortunate metaphor, or both? Ecol. Lett. 9, 912–919.
- Simberloff, D. (2009). The role of propagule pressure in biological invasions. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 40, 81–102.

- Simonović, P. (2001). Ribe Srbije. NNK International, Institute of Nature Protection of Republic Serbia, Biological Faculty of the Belgrade University, Belgrade, Serbia (In Serbian), 247 pp.
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J. (1981). Biometry, W.H. Freeman and Co., San Francisco, 859 pp.
- Sorensen, E.M. (1991). Metal poisoning in fish. Boca Raton, FL: CRC Press, 384 pp.
- Sotirov, S.K. (1968). Ekologija američkog somića (*Ictalurus nebulosus nebulosus* Le Sueur, 1819). Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Beograd. 186 pp.
- Stanek, M., Janicki, B., Kupcewicz, B. (2005). Content of selected heavy metals in the organs of fish from Znín Duže Lake. Folia. Biol. – Prague. 53, 115-119.
- Stanek, M., Stasiak, K., Janicki, B., Bernacka, H. (2012). Content of selected elements in the muscle tissue and gills of Perch (*Perca fluviatilis* L.) and water from a Polish Lake. Pol. J. Environ. Stud. 21(4), 1033-1038.
- Staniskiėne, B., Matusevicius, P., Budreckiėne, B., Skibniewska, K.A. (2006). Distribution of heavy metals in tissues of freshwater fish in Lithuania. Pol. J. Environ. Stud. 15(4), 585-591.
- Stéquert, B., Panfili, J., Dean, J. M. (1996). Age and growth of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, from the western Indian Ocean, based on otolith microstructure. Fish. Bull. 94, 124-134.
- Sumuduni, B.G.D., Munasinghe, D.H.N., Chandrarathna, W. P. R., De S. Amarasinghe, N.J.(2014). Relationship between condition factor and external parasite density of gold fish (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)) and koi carp (*Cyprinus caprio* (Linnaeus,1758)) during dry and wet seasons. International Journal of Current Research 6(9), 8282-8285.
- Sures, B., Steiner, W., Rydlo, M., Taraschewski, H. (1999). Concentrations of 17 elements in the Zebra Mussel (*Dreissena Polymorpha*), in different tissues of perch (*Perca Fluviatilis*), and in perch intestinal parasites (*Acanthocephalus Lucii*) from the subalpine Lake Mondsee, Austria. Environ. Toxicol. Chem. 18, 2574–2579.
- Szefer, P., Domagala-Wieloszewska, M., Warzocha, J., Garbacik-Wesolwska, A., Ciesielski, T. (2003). Distribution and relationship of mercury, lead, cadmium, copper and zinc in perch (*Perca fluviatilis*) from the Pomeranian Bay and Szczecin Lagoon, southern Baltic. Food. Chem. 81, 73-83.
- Tarkan, A.N., Gaygusuz, Ö., Tarkan, A.S., Gürsoy, Ç., Acipinar, H. (2007). Interannual Variability of Fecundity and Egg Size of an Invasive Cyprinid, *Carassius gibelio*: Effects of Density-Dependent and Density-Independent Factors. J. Freshwater Ecol. 22(1), 11-17.

- Tekin-Özan, S., Kir, I. (2005). Comparative study on the accumulation of heavy metals in the organs of tench (*Tinca tinca* L.1785) and plerocercoids of its endoparasite *Ligula intestinalis*. Parasitol. Res. 97, 156-159.
- Tkatcheva, V., Holopainen, I.J., Hyvärinen, H. (2000). Heavy metals in perch (*Perca fluviatilis*) from the Kostomuksha region (North-western Karelia, Russia). Boreal. Environ. Res. 5, 209-220.
- Torchin, M.E., Lafferty, K.D., Dobson, A.P., McKenzie, V.J., Kuris, A.M. (2003). Introduced species and their missing parasites. Nature 421, 628–630.
- Turin, P., Zanetti, M., Loro, R., Bilò, M.F. (1995). Carta Ittica della provincia di Padova, Provincia di Padova – Assessorato alla Pesca, 399 pp.
- Tuya, F., Boyra, A., Sanchez-Jerez, P., Haroun, R.J. (2005). Multivariate analysis of the benthic-demersal ichthyofauna along soft bottoms of the Eastern Atlantic: comparison between unvegetated substrates, seagrass meadows and sandy bottoms beneath sea-cage fish farms. Mar. Biol. 147, 1229-1237.
- Uysal, K., Emre, Y., Köse, E. (2008). The determination of heavy metal accumulation ratios in muscle, skin and gills of some migratory fish species by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) in Beymelek Lagoon (Antalya/Turkey). Microchem. J. 90, 67-70.
- Valiente, A.M., Juanes, F., Nuñez, P., García-Vásquez, E. (2010). Brown trout (*Salmo trutta*) invasiveness: plasticity in life history is more important than genetic variability. Biol. Invasions 12, 451–462.
- Vélez-Espino, L.A., Fox, M.G., McLaughlin, R.L. (2006). Characterization of elasticity patterns of North American freshwater fishes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 63, 2050-2066.
- Višnjić-Jeftić, Ž. (2012). Ekološka i toksikološka istraživanja crnomorske haringe (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) u Dunavu u Srbiji, doktorska disertacija, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 114 pp.
- Višnjić-Jeftić, Z., Jarić, I., Jovanović, Lj., Skorić, S., Smederevac-Lalić, M., Nikčević, M., Lenhardt, M. (2010). Heavy metal and trace element accumulation in muscle, liver and gills of the Pontic shad (*Alosa immaculata* Bennet 1835) from the Danube River (Serbia). Microchem. J. 95(2), 341-344.
- Von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol. 10, 181-243.
- Wagner, A., Boman, J. (2003). Biomonitoring of trace elements in muscle and liver tissue of freshwater fish. Spectrochim. Acta. B. 58, 2215–2226.

- Walton, W. E., Hairston, N. G., Wetterer, J. K. (1992). Growth-related constraints on diet selection by sunfish. *Ecol.* 73, 429–437.
- Wheeler, A. (1978). *Ictalurus melas* (Rafinesque, 1820) and *I. nebulosus* (Lesueur, 1819): the North American catfish in Europe. *J. Fish. Biol.* 12, 435-439.
- Wild, A. (1986). Growth of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the eastern Pacific Ocean based on otolith increments. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.* 18(6), 423-482.
- Winemiller, K.O., Rose, K.A. (1992). Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49(10), 2196–2218.
- Woodward, D.F., Brumbaugh, W.G., DeLonay, A.J., Smith, C. (1994). Effects on rainbow trout fry of a metals-contaminated diet of benthic invertebrates from the Clark Fork River, Montana. *T. Am. Fish. Soc.* 123, 51-62.
- Woodward, D.F., Farag, A.M., Brumbaugh, W.G., Smith, C.E., Bergmann, H.L. (1995). Metals-contaminated invertebrates in the Clark Fork River, Montana: effects on age-0 brown trout and rainbow trout. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52, 1994-2004.
- Wydoski, R.S., Wiley, R.W. (1999). Management of undesirable fish species. In: Kohler, C.C., Hubert, W.A. (eds.), *Inland fisheries management in North America*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 403 - 430.
- Yilmaz, F., Özdemir, N., Demirak, A., Tuna, A.L. (2007). Heavy metal levels in two fish species *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*. *Food. Chem.* 100, 830-835.
- Yilmaz, A.B., Sangün, M.K., Yağlıoğlu, D., Turan, C. (2010). Metals (major, essential to non-essential) composition of the different tissues of the three demersal fish species from İskenderun Bay, Turkey. *Food. Chem.* 123, 410-415.
- Záhorská, E., Kováč, V. (2009). Reproductive parameters of invasive topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel, 1846) from Slovakia. *J. Appl. Ichthyol.* 25, 466–469.
- Zorić, K., Simonović, P., Đikanović, V., Marković, V., Nikolić, V., Simić, V., Paunović, M. (2014). Checklist on non-indigenous fish species of the River Danube. *Arch. Biol. Sci.* 66(2), 629-639.

Biografija autora

Milica Lj. Jaćimović (devojačko Pucar) rođena je 06.10.1982.god. u Beogradu, Republika Srbija. Osnovu školu i VI beogradsku gimnaziju završila sa odličnim uspehom u Beogradu, Republika Srbija. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu upisala 2001. godine na smeru Ekologija i zaštita životne sredine. Zvanje Diplomirani biolog zaštite životne sredine, sa srednjom ocenom 9,2 stiće 2008. godine odbranom diplomskog rada: „Uticaj uzgajališta dagnji *Mytilus galloprovincialis* (Lamark, 1819) na životnu sredinu, na lokalitetu Dražin Vrt (Bokokotorski zaliv)".

Doktorske studije na Katedri za ekologiju i biogeografiju životinja Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu (smer: Ekologija, Modul: Hidroekologija) upisuje 2009. godine.

Tokom 2010. godine honorarno je angažovana kao saradnik u nastavi, na Katedri za ekologiju i geografiju životinja, na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

Od 2010. godine zaposlena je kao istraživač-pripravnik u Institutu za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu. Zvanje istraživač-saradnik u Institutu za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu stiće 2013. godine.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а: Милица Љ. Јаћимовић

број уписа: Е3308/2009

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Популациона динамика и екотоксикологија црног америчког патуљатог сома
(*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) у Савском језеру

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 25.09.2015. год.



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Милица Љ. Јаћимовић

Број уписа: Е3308/2009

Студијски програм: Докторске студије

Наслов рада: Популациона динамика и екотоксикологија црног америчког патуљатог сома (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) у Савском језеру

Ментор: др Јасмина Крпо-Ћетковић, др Александар Хегедиш

Потписани: Милица Љ. Јаћимовић

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 25.09.2015.год.



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Популациона динамика и екотоксикологија црног америчког патуљатог сома (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820) у Савском језеру

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

Потпис докторанда

У Београду, 25.09.2015.год.



1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.