

METODIKA ISTRAŽIVANJA PRIRODNE PREHRANE SLATKOVODNIH RIBA

M. Piria, T. Treer, R. Safner, I. Aničić, T. Odak

Sažetak

Ovaj rad daje cjelokupan prikaz metodologije istraživanja prirodne prehrane riba. Podaci o prehrani slatkovodnih riba, napose gospodarstveno manje važnih vrsta, vrlo su oskudni.

Pregledom literature ustanovljeno je da se autori služe različitim pristupima i metodama u procjeni parametara.

U ovom se radu prikazuju najčešće primjenjivani parametri kvalitativne i kvantitativne analize. Kvalitativna analiza sastava hrane iznosi se kao ukupan popis taksona (uglavnom vrsta i rodova) koje je moguće determinirati, dok kvantitativna analiza obuhvaća procjenu pojedinih hranidbenih kategorija s pomoću hranidbenih indeksa i koeficijenata.

Biološka identifikacija i numerička obrada dobivenih podataka može imati niz nedostataka kao što je efekt izbacivanja plijena ili stupanj probave plijena. Analiza tih faktora preteča je detaljne statističke obrade podataka sa svrhom da se obuhvati i prostorna distribucija pojedinih kategorija plijena.

U raspravi se ističe važnost tih podataka kako pri definiranju hranidbenih zahtjeva potencijalnih vrsta riba za uzgoj, tako i pri stvaranju novih spoznaja o nekom vodenom ekosustavu

Ključne riječi: slatkovodne ribe, prirodna prehrana, kvalitativna analiza, kvantitativna analiza

Marina Piria, dipl. ing., prof. dr. sc. Tomislav Treer, dr. sc. Roman Safner, dr. sc. Ivica Aničić, Tea Odak, dipl. ing.

Agronomski fakultet, Zavod za ribarstvo, pčelarstvo i specijalnu zoologiju, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, tel. 01/2393 860, fax 01/2393 874, e-mail: mpiria@agr.hr

Referat održan na XXXVII. znanstvenom skupu hrvatskih agronoma, Opatija 19. — 23. veljače 2001.

UVOD

Istraživanje sadržaja probavila u riba tradicionalno je važan dio istraživanja njihove biologije. Prirodnom su se prehranom bavili mnogi istraživači u svijetu i u nas. Raznovrsnost naše ihtiofaune te bogatstvo vodenih ekosustava uz nešto slabiji intenzitet istraživanja u usporedbi sa svijetom, rezultirali su činjenicom da u nas još ima riba nepoznatih prehrambenih karakteristika (Popović i sur., 1992.). Popović i sur., 1992., navode slučaj rijeke Cetine, za koju do tada, nisu pronašli ni jedan podatak o prehrani bilo koje vrste.

Osim toga, ovdje je potrebno spomenuti da istraživanje samo u jednoj sezoni ne može dati potpunu sliku o prehrani ribljih populacija. Ipak, dobiveni pokazatelji pružaju mogućnost pregleda osnovnih karakteristika režima prehrane ispitivanih vrsta riba, kao i njihovih međusobnih odnosa (Kačanski i sur., 1978.).

Laboratorijske studije temeljene na jednostavnom pokusu izbora ne mogu uključiti raznolikost, prostornu heterogenost i varijabilnost prirodnog rasporeda plijena (Hodgson i Kitchell, 1987.).

I terenske studije prirodnog rasporeda plijena moraju biti temeljene na uzimanju uzorka koji adekvatno procjenjuju distribuciju plijena, obilje i dostupnost s točke gledišta predatora. Tamo gdje je predacija intenzivna može se dogoditi da visokopreferentni plijen bitno smanji broj ili se čak izlovi do kraja (Hodgson i Kitchell, 1987.).

Cilj je ovog rada utvrditi metodologiju istraživanja sadržaja probavila u riba te utvrditi njihove prednosti i nedostatke.

Metode koje se obično primjenjuju u mjerenju i analiziranju hranjenja i brzine probave opisane su sažeto. Icrpnija obrada rezultata može biti pronađena u navedenim originalnim radovima.

KVALITATIVNA ANALIZA

Za potrebe analiza probavila uzorci se riba love elektroagregatom te se istodobno provodi konzervacija sadržaja njihova probavnog trakta 4%-tnom otopinom formaldehida da bi se prekinuo daljnji metabolizam konzumirane hrane, koji se obično nastavlja ako su ribe lovljene mrežama (Popović, 1992.).

Kvalitativna analiza sastava hrane iznosi se kao ukupan popis taksona (uglavnom vrsta i rodova) koje je moguće odrediti, dok se za određivanje pojedinih elemenata prehrane navode standardni ključevi za determinaciju (Karny, 1934; Carausu i sur., 1955; Kerovac, 1986.).

Daljnjom analizom ribljeg mesa moguće je utvrditi razinu utjecaja prirodne hrane na hranidbenu vrijednost ispitivanih uzoraka riba (Tomeci sur., 1998; 1999.).

KVANTITATIVNA ANALIZA

Kvantitativna je analiza podijeljena na metode analize prirodne prehrane riba te na izvedbene indekse i koeficijente koji se rabe u analizi sadržaja probavila.

Za obradu metoda istraživanja te indeksa i koeficijenata uporabljena je dostupna literatura (Larimore, 1957.; Windell, 1971.; Holden i Raitt, 1974.; Harrell i sur., 1977.; Hodgson i Kitchell, 1987.; Hodgson i sur., 1989.; Hodgson i sur., 1991.; Palloro i Jardas, 1991.; Kokeš, 1993.; Encina i Granado Lorenzo, 1997.; Kovačić, 1998. i dr.) te je dan tablični prikaz učestalosti primjene pojedinih metoda.

Metode analize prirodne prehrane riba

1. Postotak učestalosti pojavljivanja

Brojnost za svaku hranidbenu kategoriju izražava se kao postotak brojnosti svih nađenih organizama. Ta metoda pokazuje koji su organizmi nađeni u većem broju, ali ne daje informacije o kvantiteti ili njihovu broju, niti uzima u obzir određene kategorije koje su slabo probavljive. (Windell, 1971.).

Ta je metoda veoma brza i laka, ali se podcjenjuje važnost većeg plijena (Holden i Raitt, 1974.) Izračunava se prema formuli:

$$\text{F.O.}\% = \frac{f_i}{\Sigma f} \times 100,$$

gdje su:

f_i = frekvencija jedne hranidbene kategorije,

Σf = ukupna frekvencija svih hranidbenih kategorija.

2. Postotak brojnosti

Izražava se kao broj jedinki za svaki tip hrane koja je nađena u svim probavilima s obzirom na ukupna broj svih hranidbenih kategorija u probavilima. Njihov kvocijent daje reprezentativan postotak, izražen brojem, za svaku hranidbenu kategoriju (Windell, 1971.).

Ova metoda daje preveliku važnost malim vrstama organizama, a ne zadovoljava ni obradu rezultata nađene biljne hrane, pri čemu također mogu biti nađene velike ili male jedinke (Holden i Raitt, 1974.).

Izračunava se prema formuli:

$$\text{N. O.} = \frac{n_i}{\Sigma n} \times 100,$$

gdje su:

n_i = broj hranidbenih kategorija

Σn = ukupan broj svih hranidbenih kategorija.

3. Metoda dominacije

Prema Windellu (1971.), ova metoda uključuje određivanje tipa hrane koji je i numerički i volumetrijski glavni konstituent svih istraživanih probavila. Izražava se kao postotak svih istraženih probavila.

Prema Holden i Raitt (1974.), ta je metoda vrlo slična postotku učestalosti pojavljivanja, samo što se rezultati izražavaju kao broj riba u čijim su probavilima nađene hranidbene kategorije izražene u postotku s obzirom na totalni broj riba. Ovom se metodom može uočiti samo ono što je glavna hrana.

$$D\% = \frac{s_i}{\Sigma s} \times 100,$$

gdje su:

s_i = broj probavila koja sadrže određene kategorije plijena,

Σs = ukupni broj probavila, uključujući i prazna.

4. Volumetrijske metode

Prema Windellu (1971.), volumetrijska je metoda jednostavna i točna kada su prisutne velike količine hrane i kada je broj hranidbenih kategorija koje treba razlučiti mali. Rezultati ne mogu biti grupirani u više od 6 do 8 kategorija. Kvantiteta svakog većeg tipa hrane u probavilu mjeri se otklanjanjem suviška vlage. Ako su volumeni hrane mali, izravno je mjerenje nemoguće pa se tada procjenjuje volumen. Male kompaktne hranidbene kategorije mogu biti procijenjene usporedbom s predmetima poznatih volumena (Larimore, 1957.).

Larimore (1957.) preporučuje da bude izračunan prosjek individualnih postotaka za svako probavilo. Prosjek je individualnih postotaka pod utjecajem učestalosti pojave vrste hrane, ali ne i pod utjecajem veličine probavila i njegove punoće; sukladno tome, maloj ribi daje jednaku važnost kao i velikoj te daje prednost malim hranidbenim kategorijama koje se pojavljuju u velikom postotku probavila. Postotak totalnog volumena ističe važnost velikih hranidbenih kategorija i, prema tome, prehrambenih navika velikih riba. Budući da postotak totalnog volumena hrane nije pod utjecajem učestalosti pojave te hrane, ne odražava prehrambene navike jedinki u populaciji, nego daje podatak o hrani koju je konzumirala populacija kao cjelina. Nekoliko velikih hranidbenih kategorija može biti važno kao hrana za nekoliko velikih riba, ali ni od kakve važnosti za manje članove te iste populacije. Volumetrijske studije imaju same po sebi tendenciju da zamaskiraju važnost manjih hranidbenih kategorija. Podaci mogu odstupati i ako se često pojavljuje iznimno krupan plijen (Windell, 1971.).

5. Gravimetrijska metoda

Svaka se hranidbena kategorija sortira, identificira se vrsta, ako je moguće, te se određuju suha težina ili težina vlažnoga plijena. Vrijednosti se za različite

vrste plijena sumiraju i rezultati se izražavaju kao postoci težine cjelokupne hrane u svim uzorcima. Ova je metoda slična volumetrijskoj i ima iste prednosti i nedostatke. Suha gravimetrijska metoda ima prednost jer se uzorci mogu sačuvati te izračunati energijska vrijednost pojedine vrste plijena (Windell, 1971.).

Holden i Raitt (1974.) također navode da je suha metoda objektivnija, iako je dugotrajnija.

Može se izraziti formulom

$$W\% = \frac{pw}{Pw} \times 100,$$

gdje su:

pw = ukupna masa jedne hranidbene kategorije,

Pw = ukupna masa svih hranidbenih kategorija

(Kovačić, 1998.).

6. Metoda bodovanja

Metodom bodovanja svaki plijen dobiva određeni broj bodova ovisno o veličini i brojnosti. Plijen se boduje s obzirom na jedan veliki organizam koji je ekvivalent mnogim malima. Svi bodovi koje je postigao pojedini plijen zbrajaju se i pretvaraju u postotke tako da se dobije postotna kompozicija hrane svih istraženih riba. To je zapravo aproksimativna volumetrijska metoda. Prednost je što se može primijeniti na terenu bez specijalnih aparata, ali zahtijeva iskustvo radi postizanja točnosti. Subjektivno bodovanje koje provodi istraživač očito ograničava tu metodu (Windell, 1971.).

Holden i Raitt (1974.) navode da za nekoga s iskustvom ta metoda može biti vrlo točna te da se tom metodom dobije rezultat sličan rezultatima volumetrijske, odnosno gravimetrijske metode.

Tablica 1. Najčešće primjenjivanje metode istraživanja probavila u riba

Table 1: The most frequently used methods for the research of fish guts

Metoda	Postotak učestalosti pojavljivanja	Postotak brojnosti	Metoda dominacije	Volumetrijske metode	Gravimetrijske metode	Metode bodovanja
Avsar (1994)	+	+	+			
Jardas i Palloro (1991)	+	+			+	
Popović i sur. (1992), ,					+	
Godinho i Ferreira (1998)	+	+				
Collares-Pereira i sur. (1996)	+	+				
Almeida i sur. (1993)	+	+				
Martyniak i sur. (1991)	+				+	
Encina i Granado-Lorencio (1997)	+					
Hodgson i Kitchell (1987)	+	+			+	

U tablici 1. navedeni su samo oni autori kod kojih se mogla procijeniti metoda koju su upotrijebili u istraživanjima. Može se razlučiti da su najčešće primjenjivane metoda postotka učestalosti pojavljivanja, numerička metoda, odnosno postotak brojnosti te gravimetrijska metoda. Također je uočljivo da se autori služe kombinacijom metoda, i to najčešće metode postotka učestalosti pojavljivanja, postotka brojnosti i gravimetrijske metode. U dostupnoj literaturi nije pronađen ni jedan autor koji se koristio metodom bodovanja ili volumetrijskom metodom.

Indeksi i koeficijenti u analizi prehrane riba

Da bi se došlo do što točnijih podataka u procjeni hranidbenih navika riba, autori se služe mnogobrojnim indeksima i koeficijentima. Neki su od njih izvedeni iz pojedinih metoda da bi se dobili što reprezentativniji podaci.

Koeficijent punoće probavila

Koeficijent punoće probavila može se primijeniti na hranu u probavilu ili na hranu u cijelom probavnom traktu (Windell, 1971.).

$$\text{Koeficijent punoće} = \frac{\text{težina sadržaja probavila}}{\text{težina ribe}} \times 100$$

Autori se tim koeficijentom koriste za praćenje dnevne i sezonske promjene u prehrani (Spataru, 1977.; Jamet i sur., 1990.; Palloro i Jardim, 1991.; Kovačić, 1998.), dok ga Spataru i Gophen (1985.) još upotrebljavaju za praćenje korelacijskog odnosa između rasta ribe i populjenosti probavila.

Koeficijent praznosti probavila

$$V = \frac{\text{broj praznih probavila}}{\text{ukupan broj svih istraženih probavila}} \times 100$$

Broj praznih probavila izražava se s obzirom na ukupan broj svih istraženih probavila (iz Reyes–Marchant i sur., 1992.), a upotrebljavaju se za determinaciju sezonske aktivnosti uzoraka i ritam hranjenja (iz Colares–Pereira i sur., 1996.).

Koeficijent apsolutnog značenja (IAI) i koeficijent relativnog značenja (IRI)

Najreprezentativniji u procjeni dinamike prehrane jest koeficijent relativnog značenja. On sadrži sumu postotka učestalosti pojavljivanja, postotka brojnosti i postotka težine iz kojih se najprije generira koeficijent apsolutnog značenja:

$$IAI_a = \%F. O. + \%N. O. + \%W$$

Suma svih vrijednosti koeficijenta apsolutnog značenja upotrebljava se u kalkulaciji koeficijenta relativnog značenja svake hranidbene kategorije (Hodgson i Kitchell, 1987.).

$$IRI = 100 \times \frac{IAI_a}{\sum_{a=1}^n IAI_a},$$

gdje su:

a = specifična hranidbena kategorija,

n = broj različitih tipova hrane (Hodgson i sur. 1989.).

Moguće su vrijednosti za koeficijent IRI za svaki tip prehrane od 0 do 100 (Hodgson i sur., 1991.). Navedeni su autori tim koeficijentom vršili procjenu konzumacije kroz pojedinačna dnevna kolebanja hrane.

Na grafikonu 1. Hodgson i Kitchell, 1987. vrlo su pregledno prikazali dobivene rezultate koeficijenta IRI. Istraživanja su provodili na pastrvskom grgeću te rezultate dobivene godine 1980. usporedili s rezultatima iz godine 1981. za uzorke uzete iz istog jezera. Na apscisi je prikazan postotak učestalosti pojavljivanja pojedinih kategorija plijena, dok postoje dvije ordinate gdje jedna predstavlja postotak brojnosti, a druga postotak težine.

Koeficijent glavnih tipova hrane MFI

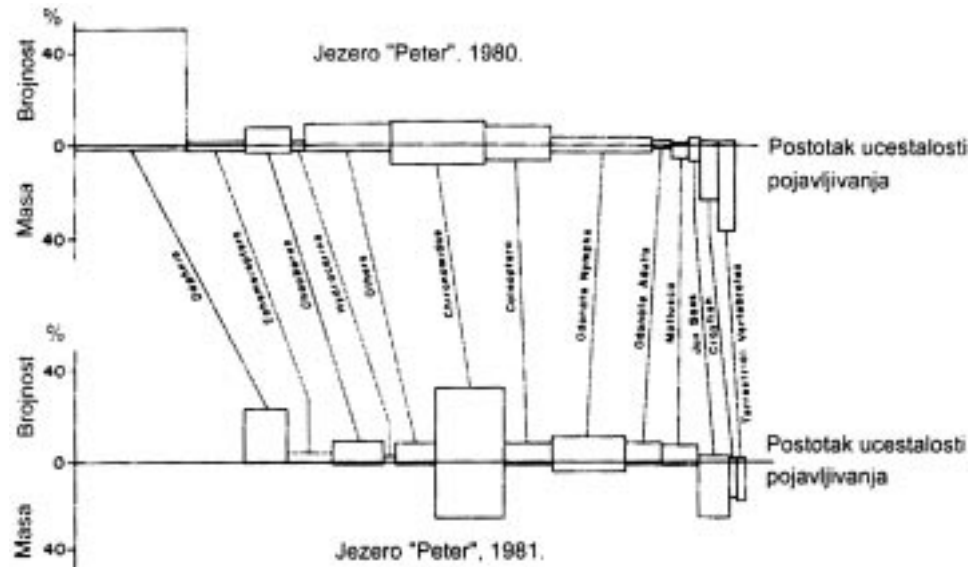
Palloro i Jardas, 1991. i Kovačić, 1998. daju važnost Koeficijentu glavnih tipova hrane koji se može definirati

$$MFI = \sqrt{(\%N.O. + \%F.O.) \times \% W.O. / 2} ,$$

pri čemu je hrana primarna ako je MFI veći od 75, glavna ako je MFI između 51 i 75, sekundarna ako je vrijednost MFI između 26 i 50, a neznčajna ako je MFI manji od 26.

Grafikon 1. Grafički prikaz rezultata koeficijenta IRI (iz Hodgson i Kitchell, 1987)

Fig. 1: The results of IRI coefficient (after Hodgson and Kitchell, 1987)



Koeficijent važnosti prehrane

Ovaj su koeficijent predložili Granado Lorencio i Garcia Novo, 1986. (iz Encina i Granado Lorencio, 1997.) za procjenu važnosti pojedinoga plijena u prehrani. Može se izraziti ovako:

$$F = \frac{\sum_{K=1,a}^a x_i K}{a}$$

gdje je:

x_i = frekvencija hranidbene kategorije y čije su vrijednosti obilja analizirane u probavnom traktu.

K = koeficijent obilja, a koji je dobiven na osnovi procjene obilja probavnoga trakta i rangiran je ocjenama od 0 do 4.

a = broj hranidbenih kategorija.

Taj se koeficijent može izraziti u vrijednostima od 0 do 100%, a rezultati se grupiraju u tri kategorije, glavna hrana, ako je $F > 25\%$, dodatna hrana ako je $15\% < 25\%$, povremena hrana ako je $F < 15\%$.

Koeficijent hranjivosti

Može se izraziti ovako:

$$Q = \%N. O. \times \%W. O.$$

Pri tome se dobivene vrijednosti deklariraju kao glavna hrana ako je Q veći od 200 (teoretski najviše 10 000), dodatna (sekundarna) ako je Q između 20 i 200 te slučajna (sporedna) ako je Q manji od 20 (iz Palloro i Jardas, 1991; Kovačić, 1998.)

Koeficijent selektivnosti plijena

Većina riba neke organizme iz svojega okoliša konzumira u velikom broju, neke umjereno, a neke uopće ne. Napravljena je studija kvantitete različitih organizama koji su na raspolaganju ribama za konzumaciju te također studija o različitim vrstama plijena u njihovim probavilima

$$\text{Koeficijent selektivnosti} = \frac{s}{b}$$

s = postotni prikaz plijena u probavilima po težini

b = postotni prikaz istoga plijena u okolišu.

Najniži limit za taj indeks jest 0, a gornji limit može biti vrlo velik. Da bi ovaj koeficijent imao značenje, potrebno je imati ideju o horizontalnim limitima regije u kojoj se istraživana vrsta hrani, a i za ribe koje se hrane planktonom treba voditi računa o vertikalnim limitima (iz Windell, 1971.).

Ivlevov koeficijent izbora

Ivlev je 1961. predložio ponešto različit način mjerenja selekcije koji je nazvao koeficijentom izbora definiran kao:

$$E = \frac{r_1 - p_1}{r_1 + p_1},$$

gdje su:

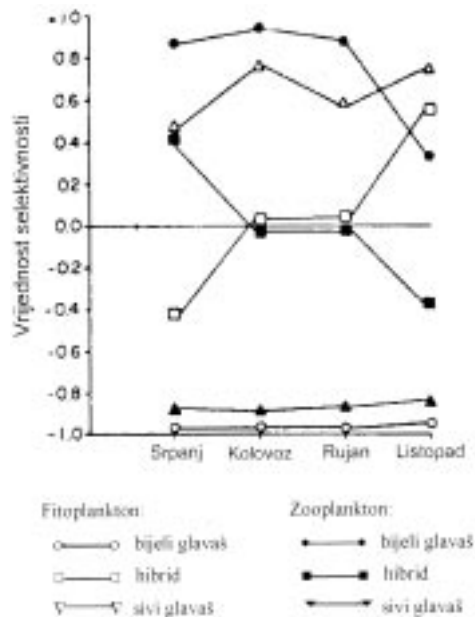
r_1 = postotak organizama u probavilu

p_1 = postotak organizama u okolišu.

Moguće vrijednosti za taj koeficijent variraju od -1 do +1 (Windell, 1971.). Pozitivne vrijednosti pokazuju visoku selekciju u relaciji s raspoloživošću hrane, a negativne vrijednosti reflektiraju tendenciju odbijanja hrane. Ako je dobivena vrijednost 0, tada su hranidbene kategorije u probavilu u relaciji kao i u okolišu (iz Harrell i sur., 1977.).

U dostupnoj je literaturi pronađeno nekoliko autora koji su se koristili ovim koeficijentom za usporedbu u istraživanjima selektivnosti prirodne hrane pojedinih vrsta riba (Harrell i sur., 1977.; Spataru i sur., 1983.; Ravera i Jamet, 1991.).

Na grafikonu 2. prikazan je primjer grafičkoga prikaza rezultata Ivlevova koeficijenta izbora. Spataru i sur., 1983., prikazali su selektivnosti na fitoplankton i zooplankton triju vrsta riba (bijeli glavaš, sivi glavaš i njihov hibrid). Na primjeru hibrida vidljivo je da on u srpnju pokazuje pozitivnu selektivnost na zooplankton, a negativnu za fitoplankton. U listopadu je vrijednost selekcije obrnuta, pozitivna na fitoplankton, a negativna na zooplankton.



Grafikon 2: Grafički prikaz rezultata Ivlevova koeficijenta selektivnosti (iz Spataru i sur., 1983.)

Fig. 2: The results of Ivlev's coefficient of selectivity (after Spataru et al., 1983)

Straussov koeficijent linearne selekcije hrane

Straus, 1979. (prema Encina i Granado Lorenzo, 1997.) predložio je koeficijent linearne selekcije hrane za procjenu selektivnosti prehrane:

$$L_i = r_i - p_i,$$

gdje su:

r_i = numerički razmjer tipa plijena i u probavilu,

p_i = numerički razmjer tipa plijena i u okolišu.

Dobivene se vrijednost kreću u vrijednostima između +1 i -1. Pozitivne vrijednosti označuju preferiranu hranu, a visoke negativne vrijednosti označuju hranu koja se izbjegava (Encina i Granada Lorenzo, 1997.).

Indeks preklapanja prehrambenih navika

U otkrivenim sličnostima ili razlikama u prehrani između uzoraka ili istraživanih položaja, indeks preklapanja prehrambenih navika računat je formulom:

$$\frac{\sum P_{ik} \times P_{jk}}{(\sum ik^2 \times \sum P_{jk}^2)^{1/2}},$$

gdje P_{jk} označuje udio u broju uzoraka taksona k i individue i , P_{ik} označuje istu vrijednost samo u individui j . Indeks preklapanja prehrambenih navika računa se za svaku riblju individuu u svakom uzorku sa svakim taksonom iz drugog uzorka. Iz dobivenih se vrijednosti izračuna prosječna vrijednost. Ako je dobivena vrijednost 0, prehrana se ne poklapa, a vrijednost 1 pokazuje da se prehrana preklapa s rasprostranjenošću plijena (Kokeš, 1993.).

Petrainsov koeficijent raspona ekološke niše

Petrainst je 1979. (prema Encina i Granada Lorenzo) predložio koeficijent raspona biološke raznovrsnosti za kvantitativnu procjenu opsega prehrane:

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^q r_i \log_q p_i - \sum_{i=1}^q r_i \log_q r_i \right)}{q}$$

gdje su:

q = ukupan broj raspoloživoga plijena u ribi

r_i = relativno obilje tipa plijena i u probavnom traktu

p_i = relativno obilje tipa plijena i u okolišu.

Vrijednosti tog koeficijenta kreću se unutar vrijednosti 0 i 1. Niske vrijednosti označuju uzak hranidbeni raspon, a vrijednosti koje se kreću prema jedinici označuju širok raspon prehrane.

Koeficijent prostorne distribucije

Prostornu distribuciju rasprostranjenosti plijena K o k e š je (1993.) računao formulom:

$$H = -\sum \frac{p_i}{\Sigma p_i} \ln \frac{p_i}{\Sigma p_i},$$

gdje je p_i broj uzoraka. Navedeni je autor dobivene vrijednosti s pomoću prostorne distribucije plijena usporedio s dobivenim vrijednostima koeficijenta punoće probavila.

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Iz svih iznesenih metoda može se zaključiti da uzimanje samo broja hranidbenih kategorija neće dati dobru sliku o važnosti pojedinih vrsta hrane zbog razlike u veličini plijena.

Kod metode postotka učestalosti pojavljivanja prevelika se važnost daje većim hranidbenim kategorijama, dok volumetrijske i gravimetrijske studije imaju same po sebi tendenciju da zamaskiraju važnost manjih hranidbenih kategorija.

Iz tablice 1. može se razlučiti da se najčešće rabe metoda postotka učestalosti pojavljivanja, numerička metoda, odnosno postotak brojnosti, gravimetrijska metoda te kombinacija spomenutih metoda. U dostupnoj literaturi nije pronađen ni jedan autor koji se koristio metodom bodovanja, vjerojatno zbog subjektivnosti istraživača pri bodovanju. Ni za volumetrijsku metodu nije pronađen ni jedan podatak u literaturi koji bi se mogao dovesti u vezu s dosta dugotrajnim i kompliciranim načinom dolaska do rezultata. Najčešće se rabe kombinacije metode postotka učestalosti pojavljivanja, postotka brojnosti i numeričke metode jer je na taj način moguće dobiti podatak i o stupnju frekvencije pojedinog organizma i o njegovoj brojnosti, a također o njegovoj masi.

Od koeficijenata, ovdje su spomenuti samo oni koji su opisani u pronađenoj literaturi te oni koji se najčešće upotrebljavaju u studijama istraživanja prehrane riba. S obzirom na to da pojedini koeficijenti daju vrlo slične rezultate kao što je Ivlevov koeficijent izbora, koeficijent selektivnosti plijena, Straussov koeficijent linearne selekcije hrane, indeks preklapanja prehrambenih navika i Petraitsov koeficijent raspona ekološke niše, može se reći da se, rabeći koeficijente različitih autora, mogu dobiti proporcionalno isti rezultati.

Da bi se dobili podaci sa što manjim stupnjem pogreške, upotrebljuje se kombinacija indeksa i koeficijenata u ovisnosti o prirodi specifičnog objekta studije.

Vrlo je važno pri procjeni obuhvatiti i prostornu distribuciju plijena kako bi se moglo doći do reprezentativnih podataka statističkom obradom sa što manjim stupnjem pogreške.

Prema Stefansson i Palsson (1996.), neke od ovih metoda mogu imati niz nedostataka kao što je efekt izbacivanja plijena ili stupanj probave

plijena. Takve analize ne dopuštaju prostornu varijaciju koja je neizbježno prisutna u prehrani riba. Većina autora upotrebljava metodološke analize i interpretacije podataka mjerenjem i identifikacijom bioloških kategorija sa držaja probavila radije nego statističke ili numeričke analize tih podataka. Analiza tih faktora preteča je iscrpne statističke obrade podataka sa svrhom da se obuhvati i prostorna distribucija pojedinih kategorija plijena (Stefansson i Palsson, 1996.).

Iako procjena s pomoću metodoloških analiza može imati niz nedostataka, dobiveni rezultati mogu se vrlo korisno upotrijebiti u ekološkim studijama za procjenu dinamike pojedinih kategorija u hranidbenom lancu, dnevne i sezone varijacije unutar nekog eko stava, prilagodbu pojedinih vrsta na promjene populacija unutar istraživanog područja, a isto tako dobiti nove spoznaje i za definiranje hranidbenih zahtjeva potencijalnih vrsta riba za uzgoj i onih koje se ekonomski iskorištavaju.

Summary

RESEARCH METHODOLOGY ON NATURAL NUTRITION OF FRESH-WATER FISH

M. Piria, T. Treer, R. Safner, I. Aničić, T. Odak*

This paper offers the entire review on the research methodology in natural nutrition of fresh-water fish. The data on fresh-water fish nutrition, particularly on fish of lower economic value, is inadequate.

Reviewing the literature on assesment of nutritional parameters, the authors obviously use differenet approaches and methods.

This paper is about most frequently used parameteres in qualitative and quantitative analysis. The qualitative analysis of food structure is the overall list of determinable taxa (mostly species and genera). The quantitative analysis comprises the assesment of particular nutritional categories by nutritional indices and coefficients.

Bio-identification and numeric data processing can have numerous drawbacks such as effect of regurgitation or the degree of digestion of the prey. The analyses of those effects proceed through statistical data processing in order to include spatial distribution of certain prey categories as well.

The importance of this data is to determine the nutritional needs of potential species for culture as well as to come up with new insights on a particular aquatic ecosystem.

Key words: freshwater fish, natural nutrition, qualitative analysis, quantitative analysis

* Marina Piria, dipl. ing.; prof. dr. sc. Tomislav Treer, dr. sc. Roman Safner, dr. sc. Ivica Aničić, Tea Odak, dipl. ing., Agronomski fakultet, Zavod za pčelarstvo i specijalnu zoologiju, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

LITERATURA

- Almeida P. R., Moreira, F., Costa, J. L., Asis, C. A. i Costa, M. J. (1993.): The feeding strategies of *Liza ramada* (Risso, 1826) in fresh and brackish water in the River Tagus, Portugal. *Journal of Fish Biology*, 42, 95–107.
- Avsar D. (1994.): Diel diet and feeding behavior of scaldfish (*Arnoglossus laterna*) Walbaum, 1972) in the Bay of Mersin. *Acta Adriatica*, 34, (1/2), 89–101.
- Carausu, S., Dobreanu, E., Manolache, C. (1955.): Fauna Republicii Populare Romine. Crustacea, Volumul IV. Fascicula 4. Editura Acedemiei Republicii Populare Romine.
- Collares-Pereira, M. J., Martins, M. J., Pires, A. M., Geraldés, A. M., Coelho, M. M. (1996.): Feeding behavior of *Barbus bocagei* assessed under a spatio-temporal approach. *Folia Zoologica*, 45, (1), 65–76.
- Encina, L. i Granado-Lorencio, C. (1977): Food habits and food resource partitioning in three coexisting *Barbus* species. *Folia Zoologica*, 46, (4), 325–336.
- Godinho, N. F. i Ferreira, T. M. (1998): Spatial variation in diet composition of pumpkinseed sunfish, *Lepomis gibosus*, and largemouth bass, *Micropterus salmoides*, from Portugese stream, *Folia Zoologica*, 47, (3), 205–213.
- Harrell, R. M., Loyacano, H. A. Jr, Bayless, J. D. (1977): Zooplankton Availability and Feeding Selectivity of Fingerling Striped Bass. *Georgia Journal of Science*, 35, 129–135.
- Hodgson, J. R. i Kitchell, J. F. (1978): Opportunistic Foraging by Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*). *The American Midland Naturalist*, 118, (2), 323–335.
- Hodgson, J. R., Carpenter, S. R., Gripenrog, A. P. (1989): Effect of Sampling Frequency on Intersample Variance and Food Consumption Estimates of Nonpiscivorous Largemouth Bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 118, 11–19.
- Hodgson J. R., Hodgson, C. J., Brooks, S. M. (1991): Trophic interaction and competition between largemouth bas (*Micropterus salmoides*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in a manipulated lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48, (9), 1704–1712.
- Holden, M. J., Raitt, D. F. S. (1974): *Methods of Resource Investigation and their Application*. Manual of fisheries science. FAO, Rim.
- Jamet, J. L., Gres, P., Lair, N. i Lasserre, G. (1990): Diel feeding cycle of roach (*Rutilus rutilus* L.) in eutrophic Lake Aydat (Massif Central, France). *Arch. Hydrobiol.*, 118, (3), 371–382.
- Kaćanski, D., Jerković, L., Hafner, D., Aganović, M. (1978): O ishrani nekih vrsta riba iz Buškog Blata. *Ichthyologia*, 10, (1), 67–75.
- Karny, H. H. (1934): *Biologie der Wasserinsekten*. Verlag von Fritz Wagner, Wien.
- Kerovac, M. (1986): Priručnik za upoznavanje beskralježnjaka naših potoka i rijeka. Sveučilišna naklada Liber.
- Kokeš, J. (1993): Food of 0+ juvenile Zander (*Stizostedion lucioperca*) in the Nove Milny impoundments (Moravia, Czech Republic). *Folia zoologica*, 42, (4), 373–380.

- Kovačić, M. (1998): Vrsta *Gobius roulei* De Buen, 1928. u Jadranskom moru. Magistarski rad, Prirodoslovno–matematički fakultet, Zagreb.
- Larimore W. R. (1957): Ecological life history of the warmouth (*Centrarchidae*). Bull. III. St. nat. Hist. Sur. 27, (1), 81–82.
- Martyniak, A., Girtler, K. i Adamek, Z. (1991): Food biology of roach (*Rutilus rutilus*) in the Pierzchaly reservoir (Poland). Folia Zoologica, 40, (4), 377–384.
- Palloro, A. i Jardas, I. (1991): Food and feeding habits of black scorpionfish (*Scorpaena porcus*, L. 1758) (*Pisces, Scorpaenidae*) along the adriatic coast. Acta Adriatica, 32, (2), 885–898.
- Popović, J., Šurmanović, D., Mišetić, S. i Tomašković, N. (1992): Prirodna ishrana Ilirskog klena — *Leuciscus illyricus* (Hecket et Kner, 1858) iz rijeke Cetine. Poljoprivredna znanstvena smotra, 57, (3/4), 425–434.
- Ravera, O., I Jamet, J. L. (1991): The diet of rudd (*Scardinius erythrophthalmus*, L.) in relation to the possible consequences for the rumoval of this species from an eutrophic lake. Arch Hydrobiolo., 123, (1), 99–109.
- Reyes–Marchant, P., Cravinho, A., Lair, N. (1992): Food and feeding behaviour of roach (*Rutilus rutilus*, Linne 1758) juveniles in relation to morphological change. J. Appl. Ichthyol., 8, 77–89.
- Spataru, P. (1977): Gut contents of silver carp — *Hypophthalmichthys molitris* (Val.) — and some trophic relations to other fish species in a polyculture system. Aquaculture, 11, 137–146.
- Spataru, P. i Gophen, M. (1985): Feeding behaviour of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* Val. And its impact on the food web in Lake Kinneret, Israel. Hydrobiologia, 120, 53–61.
- Spataru, P., Wohlfarth, G. W., Hulata, G. (1983): Studies on the natural food of different fish species in intensively manured polyculture ponds. Aquaculture, 35, 283–298.
- Stefansson, G. i Palson, O. K. (1996): Statistical evaluatiomn and modelling of the stomach content of Icelandic cod (*Gadus morhua*), Can. J. Fish. Aquat. Sci.
- Tomec, M., Glavić, N., Teskeredžić, Z., Skaramuca, B. (1998): Ishrana i hranidbene vrijednosti salpi *Sarpa salpa* L., u južnom Jadranu. Zbornik radova Veterinarski dani, 98', Rovinj, 13.–17. listopada 1998., 339–342.
- Tomec, M., Teskeredžić, Z., Teskeredžić, E., Hacmnanjek, M. (1999): Ishrana i hranidbene vrijednosti crijevnog sadržaja crvenperke (*Scardinius erythrophthalmus* L.) Vranskog jezera (otok Cres). XXXV Znanstveni skup Hrvatskih agronoma, Zbornik sažetaka, Opatija, 22.–25. veljače, 208.
- Windell, J. T. (1971): Food analysis and Rate of Digestion. IBP Handbook No. 3

Primljeno 10. 2. 2001.
Prihvaćeno 13. 2. 2001.