

## ZAVOD ZA RIBIŠTVO LJUBLJANA

# ICHTHYOS



## VSEBINA

Suzana ŠUMER	Prehrana 15-36 mm dolgih lipanskih zarodnic ( <i>Thymallus thymallus</i> L., 1758) v reki Unici in Obrhu (Slovenija) .....	01
Anđjelko OPAČAK Tomislav TREER	Hranjenje dvoletnih krapov ( <i>Cyprinus carpio</i> ) samo z briketirano hrano v drugem delu rastnega obdobja .....	18
Tatjana SIMČIČ Anton BRANCELJ	Vpliv različnih vrst hrane na rast, razvoj in reprodukcijo vodne bolhe <i>Daphnia pulex</i> Leydig (Cladocera) .....	26
	Poročila .....	41
	Kongresi, simpoziji, konference .....	45

## CONTENTS

Suzana ŠUMER	Nutrition of 15-36 mm Grayling Fry ( <i>Thymallus thymallus</i> L., 1758) in the Unica and the Obrh (Slovenija) .....	01
Anđjelko OPAČAK Tomislav TREER	Feeding the Two-Year-Old Common Carp ( <i>Cyprinus carpio</i> ) on Pelleted Food only in the Second part of the Growing Season .....	18
Tatjana SIMČIČ Anton BRANCELJ	The Impact of Different Food on the Growth, Development and Reproduction of <i>Daphnia pulex</i> Leydig (Cladocera) .....	26
	Reports .....	41
	Meetings, Congresses; Simposiums, Conferences .....	45

## ICHTHYOS

### GLASILO ZAVODA ZA RIBIŠTVO LJUBLJANA

Izdajateljski svet: dr. Stanko Červek (predsednik), dr. Jure Pohar, Baldomir Svetličič, Miran Svetina, Ivan Nečemar, Ljubica Štrukelj, dr. Tomo Korošec, dr. Danijel Vrhovšek, Joža Vovk

Uredniški odbor: dr. Tomo Korošec (predsednik), dr. Danijel Vrhovšek, Joža Vovk (glavni in odgovorni urednik), Jurij Koščak (tehnični urednik), mag. Natalija Budihna, mag. Jože Ocvirk, dr. Jure Pohar

Lektorji: dr. Tomo Korošec (slovenščina, srb. in hrv. jezik)  
dr. Darja Žgur-Bertok (angleščina)

Naslov uredništva: Zavod za ribištvo, Župančičeva 9, 61000 Ljubljana, Slovenija  
Izideta dve številki letno, naklada 800 izvodov

Cena posamezne številke:  
za posameznike: 430,00 SIT  
za ustanove: 860,00 SIT

Tekoči račun: LB št. 50100-603-41635

Tiskarna: Požgaj, Kranj

*Journal of the Fisheries Research Institute, Ljubljana*

*Edited by the Fisheries Research Institute from Ljubljana, Slovenia*

*Editorial Board: Stanko Červek, D.Sc. (President), Jure Pohar, D.Sc., Baldomir Svetličič, Miran Svetina, Ivan Nečemar, Ljubica Štrukelj, Tomo Korošec, D.Sc., Daniel Vrhovšek, D.Sc., Joža Vovk (Editor)*

*Editorial Staff: Tomo Korošec, D.Sc. (President), Daniel Vrhovšek, D.Sc., Joža Vovk (Editor), Jurij Koščak, M.Sc Natalija Budihna, M.Sc Jože Ocvirk, M.Sc., Jure Pohar, D.Sc.*

*Readers: Tomo Korošec, D.Sc. (for Slovene, Serbian, Croatian)  
Darja Žgur-Bertok, D.Sc. (for English)*

*Address of the Editorial Office: Zavod za ribištvo, Župančičeva 9, 61000 Ljubljana, Slovenija  
The Journal appears twice a year, 800 copies per issue*

*Issue price:  
430,00 SIT for individuals  
860,00 SIT for institutions and establishments*

*Bank account No. 50100-603-41635, Ljubljanska banka, 61000 Ljubljana, Slovenija*

*Printed by Požgaj, Kranj*

## Prehrana 15-36 mm dolgih lipanskih zarodnic (*Thymallus thymallus* L., 1758) v reki Unici in Obrhu (Slovenija)

### Nutrition of 15-36 mm grayling fry (*Thymallus thymallus* L., 1758) in the Unica and the Obrh (Slovenia)

Suzana ŠUMER, Zavod za ribištvo, Župančičeva 9, Ljubljana, R Slovenija

Sprejeto: 1994-06-16

**Ključne besede:** *naravna prehrana, lipanov zarod, velikost hrane*

#### Izvleček

Raziskovali smo vrsto in velikost hrane v prebavilih lipanskih zarodnic iz narave do velikosti 36 mm. Med rastlinsko hrano so se najpogosteje pojavljale alge Diatomea, najbolj številne so bile v prebavilu 15-19.5 mm dolgega zaroda. Z velikostjo zaroda je pogostost alg padala, naraščal pa je odstotek živalske hrane. V prebavilu 15-36 mm dolgega zaroda smo našli 56-76 % ličink Chironomid, 13 % ličink Ephemeropter in 0.5-8.9 % ostalih živalskih organizmov. Razlika v velikosti ličink Chironomid je bila značilna ( $P < 0.05$ ) med naslednjimi dolžinskimi kategorijami zaroda: 15-19.5 mm, 20-28.5 mm in 29-36 mm. Korelacija med minimalnim premerom požiralnika in velikostjo ličink Chironomid je bila nizka ( $r = 0.24$  oz.  $r = 0.42$ ;  $P < 0.001$ ), z velikostjo ostale hrane pa visoka ( $r = 0.67$ ). 15-36 mm dolgi lipanski zarod sprejema tisto velikost hrane, ki se v vodi najpogosteje pojavlja, čeprav je sposoben sprejemati tudi večjo.

**Keywords:** *natural food, grayling fry, size of food particles*

#### Abstract

The investigation included an analysis of food particles as stated in up to 36 mm grayling fry obtained from nature. The contents of the digestive tract of a 15-36 mm grayling fry is composed of 56-76% of Chironomidae larvae, 13% of Ephemeroptera larvae, and 0.5-8.9% of other animal organisms. The largest part of the vegetal food consist of Diatomeae algae, and appear most often in the 15-19.5 mm fry. With the increasing length of the fry, the quantity of algae declines, while an increase is observed in the percentage of animal food. The size of natural food particles shows characteristic differences ( $P < 0.05$ ) between the following length categories of the fry: 15-19.5 mm, 20-28.5 mm, and 29-36 mm. Correlation between the minimal diameter of oesophagus and the size of Chironomidae is low ( $r = 0.24$ ,  $r = 0.42$ ;  $P < 0.001$ ), while high with respect to the size of other types of food ( $r = 0.67$ ). The 15-36 mm grayling fry accepts food particles of the size that is most common in water, even though it is capable of consuming larger particles.

#### 1. Uvod

V Sloveniji poteka vzreja lipana na Zavodu za ribištvo že od leta 1960. Plemenke smukajo na naravnih drstiščih, oplojene ikre pa valijo v ribogojnicah do izvalitve zaroda in dolžine do 13.5 mm. Nadaljnja vzreja lipanskega zaroda poteka v rotacijskih bazenih ob Bohinjskem jezeru. 13.5-17 mm dolg zarod hrani s planktonom iz jezera, nato pa do dolžine 4-6 cm s kombinacijo

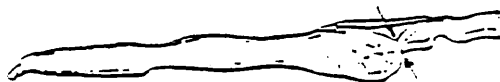
planktona in suhe krme za zarod postrvi. Občasno v določenih časovnih obdobjih primanjkuje ustrezno velik plankton (Vovk, 1984). V takem primeru je treba uporabiti suho krmo ustrezne kakovosti in granulacije. Luczynski s sod. (1986) in Witkowski s sod. (1984) so v laboratorijskih poskusih prehrane lipanskega zaroda ugotovili, da je glavna težava pri vzreji, predvsem v prvih razvojnih fazah, neustrezna suha krma. Znani so številni poskusi z uporabo različne, tako suhe kot žive hrane. Poudarek teh raziskav je le na kakovosti hrane. Luczynski s sod. (1986) je v svojem poskusu vzreje lipana uporabil enako kakovost in granulacijo suhe hrane kot Dabrowski s sod. (1984) pri vzreji ozimice (*Coregonus* sp.). Prvih 14 dni, do dolžine zaroda 20 mm, je uporabljal 100-200 $\mu$ , nato pa, do dolžine zaroda 30 mm, 200-400 $\mu$  granulacijo suhe krme.

V literaturi je podatkov o naravni prehrani 15-40 mm dolgega lipanskega zaroda malo (Scott, 1985; Witkowski s sod., 1984). Avtorji proučujejo predvsem, s čim se hrani, ne analizirajo pa velikosti hrane, ki jo je zarod sposoben sprejemati. Scott (1985) je raziskoval prehrano 15-28 mm dolgega zaroda in ugotovil, da 80-90 % hrane predstavljajo ličinke Chironomid, le občasno pa se, kljub temu da so v vodi zelo pogoste, pojavljajo ličinke Ephemeropter. Domneva, da zato, ker so prevelike.

V literaturi torej podatkov o velikosti hrane, ki jo sprejema 15-40 mm dolg zarod, nismo zasledili, zato smo se odločili, da proučimo vrsto in velikost hrane, ki jo sprejema lipanski zarod v naravi.

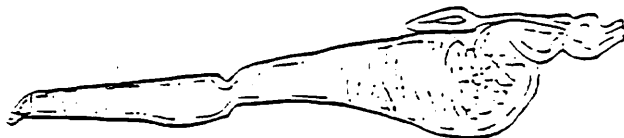
## 2. Material in metoda dela

Lipanski zarod smo izlavljali od aprila do junija 1992 v dopoldanskem času (okrog 11. ure) v reki Unici in Obrhu (kraški reki) z akvarijsko mrežo velikosti okenc 1 mm<sup>2</sup> in z elektroagregatom. Ulovljeni zarod smo takoj fiksirali v 1 % raztopini formalina in shranili pri 4°C, da bi preprečili razkroj hrane v prebavilu. V laboratoriju smo osebkom izmerili totalno telesno dolžino (od vrha ust do konca repne plavuti) do 0.5 mm natančno in jih stehali do 1 mg natančno. Nato smo izrezali prebavilo in na mikroskopskem preparatu analizirali njegovo vsebino. Prebavilo je pri do 20 mm dolgem zarodu ravno, kasneje pa se začne postopoma zavijati in je pri osebkih, daljših od 28 mm, že močno zavito (Luczynski s sod., 1986). Pri do 25 mm dolgih zarodnicah smo prebavilo položili na objektno steklo v kapljico destilirane vode in ga pokrili s krovnim stekelcem. Pod mikroskopom smo z okularnim merilcem do mikrona ( $\mu$ ) natančno izmerili velikost delcev hrane oziroma njihove maksimalne premere (glave žuželk, oprsja planktonskih rakov, itd.), minimalni premer požiralnika in določili vrstni sestav organizmov. Pri zarodnicah, dolgih nad 25 mm, ki imajo že delno zavito požiralnik, smo pod 40-kratno povečavo prebavilo najprej raztegnili, požiralnik na prehodu v želodec odrezali, in pod mikroskopom izmerili minimalni premer požiralnika. V prebavilu teh zarodnic so že večji delci hrane, zato smo prebavilo najprej prerezali in pod mikroskopom izmerili velikost delcev hrane. Na sliki 1, 2 in 3 je prikazano prebavilo 20, 25 in 35 mm dolge lipanske zarodnice (Luczynski s sod., 1986).



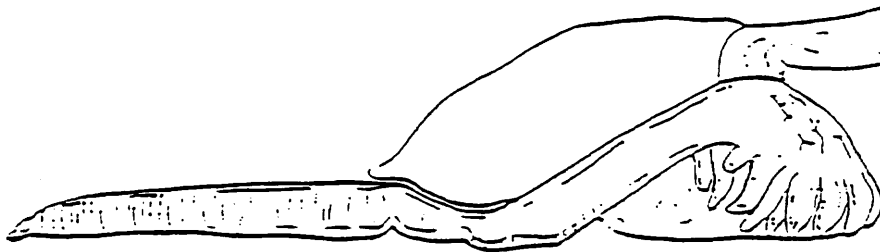
**Slika 1:** Predel meritve minimalnega premera požiralnika pri 20 mm dolgi zarodnici

*Figure 1: Measurement region of the minimal oesophagus diameter in 20 mm fry*



**Slika 2:** Prebavilo z delno zavitim požiralnikom pri 25 mm dolgi zarodnici

*Figure 2: Digestive tract with a partially curved oesophagus in 25 mm fry*



**Slika 3:** Prebavilo z zavitim požiralnikom pri 35 mm dolgi zarodnici

*Figure 3: Digestive tract with a curved oesophagus in 35 mm fry*

Organizme v prebavilu smo šteli in jih določali do družine, številčno pojavljanje alg pa smo ocenjevali s faktorji 1, 2 in 3:

- faktor 1 .... posamič .... štev. alg 1-5
- faktor 2 .... srednje .... štev. alg 6-10
- faktor 3 .... pogosto .... štev. alg > 10

#### **4 • PREHRANA 15-36 MM DOLGIH LIPANSKIH ZARODNIC V REKI UNICI IN OBRHU**

---

Podatke smo statistično obdelali s SPSS programom in uporabili naslednje metode: Kolmogor-Smirnov test normalnosti distribucije, ANOVA, Wilksonov test diskriminantne analize, t-test, Pearsonov koeficient korelacije in kontingenčne tabele (SPSS Incorporation, 1988).

Za statistično obdelavo smo zarod razdelili v dve skupini: v skupino A1 - zarod iz reke Obrh in v skupino A2 - zarod iz reke Unice.

Na osnovi podatkov o živalskih organizmih in algah v prebavilu smo osebke razdelili v naslednje velikostne razrede:

- razred 1: 15-16.5 mm
- razred 2: 17-19.5 mm
- razred 3: 20-23.5 mm
- razred 4: 24-28.5 mm
- razred 5: 29-36.0 mm

Vse parametre smo medsebojno primerjali, najprej med skupinama A1 in A2, nato pa še med razredi znotraj posamezne skupine ter iste razrede med skupinama.

Zaradi največjega pojavljanja ličink Chironomid v prebavilu, kot tudi zaradi večjega števila ličink Ephemeropter (glede na ostale živalske organizme), smo pri analizi hrane ti dve skupini obravnavali ločeno, vse ostale živalske organizme pa smo združili (v nadaljevanju "ostali organizmi").

Pri analizi velikosti delcev hrane smo posebej obravnavali ličinke Chironomid, število meritev ličink Ephemeropter pa je bilo malo, zato smo jih združili z ostalimi živalskimi organizmi v "ostalo hrano".

### **3. Rezultati**

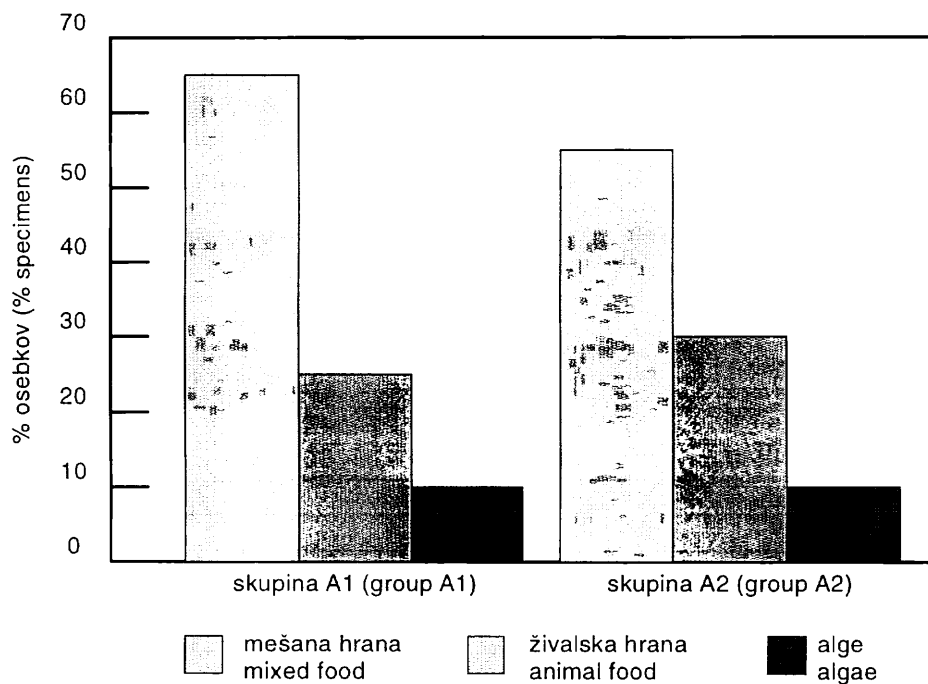
V reki Unici (skupina A2) smo izlovili 172 osebkov od 15 do 35.5 mm, v Obrhu (skupina A1) pa 167 osebkov od 15 do 36 mm.

#### **3.1. Analiza skupin (A1 - Obrh, A2 - Unica)**

##### **3.1.1. Analiza vsebine prebavila**

Ugotovili smo, da je bilo osebkov s praznim prebavilom zelo malo - 3 % v A1 (Obrh) in 4.1 % v A2 (Unica).

V histogramu (Slika 4) navajamo odstotek osebkov v skupini A1 in A2 z mešano hrano (alge in živalska hrana) v prebavilu in odstotek osebkov, pri katerih smo našli samo alge oziroma živalsko hrano.



**Slika 4:** Odstotek osebkov v A1 - Obrh in A2 - Unica glede na hrano v prebavilu

**Figure 4:** Percentage of specimens in A1 - the Obrh and A2 group - the Unica with regard to the food in the digestive tract

Iz histograma je razvidno, da je bilo v obeh skupinah največ osebkov z mešano hrano, najmanj pa jih je imelo samo alge.

V tabeli 1 je še odstotek osebkov v obeh skupinah z določenimi organizmi v prebavilu.

**Tabela 1:** Odstotek (%) osebkov v skupini A1 - Obrh in A2 - Unica z določenimi organizmi v prebavilu. (l) = ličinka

**Table 1:** Percentage (%) of specimens in group A1 - the Obrh and A2 - the Unica with determined organisms in the digestive tract. (l) = larvae

vrsta hrane <i>type of food</i>	A1 - OBRH	A2 - UNICA
	% osebkov <i>% specimens</i>	% osebkov <i>% specimens</i>
Diatomeae	75.31	64.07
Chlorophyta	17.90	21.56
Nemathomorpha	2.47	3.59
Oligochaeta	3.10	1.79
Cladocera	13.00	17.96
Copepoda	6.17	12.60
Amphipoda	14.80	11.97
Hydracarina	11.11	7.78
Ephemeroptera (l)	48.76	23.35
Chironomidae (l)	75.00	59.28
Insecta (l) - ostalo <i>Insecta (l) - others</i>	14.20	19.76

Iz tabele je razvidno, da so bile med rastlinsko hrano zastopane alge. V obeh skupinah (A1, A2) je bil odstotek osebkov z algami Diatomej največji. Med živalsko hrano je imelo največ osebkov v prebavilu ličinke Chironomid in Ephemeropter, vendar jih je bilo več v skupini A1 - Obrh. Ostali živalski organizmi so se pojavljali pri manjšem odstotku osebkov približno enako v obeh skupinah (A1 in A2).

Pri analizi pogostosti alg smo ugotovili, da so bile Diatomeje pogostejše pri zarodu iz A1 - Obrh, medtem ko so bile Chlorophyta nekoliko pogostejše pri zarodu iz skupine A2 (Tabela 2).

**Tabela 2:** Odstotek osebkov glede na faktorje (f.) pojavljanja Diatomej in Chlorophyt v prebavilu zaroda iz skupine A1 - Obrh in A2 - Unica. V oklepaju ( ) je navedeno število alg.

**Table 2:** Percentage of specimens with regard to the factors (f.) of presence of Diatomeae and Chlorophyta algae in group A1 - the Obrh and A2 - the Unica. The number of algae is given in brackets ( ).

	A1 - OBRH			A2 - UNICA		
	f.1 (1-5)	f.2 (6-15)	f.3 (> 15)	f.1 (1-5)	f.2 (6-15)	f.3 (> 15)
Diatomeae	33.33	37.40	29.27	53.21	32.11	14.68
Chlorophyta	62.10	37.93	-	74.28	14.28	11.44

S kontingenčno tabelo smo ugotovili, da je bila značilna razlika med skupinama le v številu Diatomej, ki so se pogosteje pojavljale v prebavilu zaroda iz Obrha - A1 (Hi-kvadrat = 12.13;  $P < 0.05$ ).

Med živalsko hrano so bile najpogostejše ličinke Chironomid (76 % oziroma 56 %), ličink Ephemeropter je bilo manj - 13 %, ostali organizmi (ličinke Insecta, Hydracarina, Amphipoda, Copepoda, Cladocera, Oligochaeta in Nemathomorpha) pa so predstavljali le 0.5-8.9 % živalske hrane (Tabela 3).

**Tabela 3:** Odstotek (%) živalskih organizmov v prebavilu zaroda skupine A1 - Obrh in A2 - Unica glede na skupno število vseh živalskih organizmov v prebavilu. (l) = ličinke

**Table 3:** Percentage (%) of animal organisms in the digestive tract of fry in group A1 - the Obrh and A2 - the Unica with regard to all animal organisms in the digestive tract. (l) = larvae

organizmi organisms	A1 - OBRH	A2 - UNICA
	% hrane % of food	% hrane % of food
Nemathomorpha	0.75	1.57
Oligochaeta	0.50	0.62
Cladocera	2.32	3.44
Copepoda	1.24	2.12
Amphipoda	2.32	8.86
Hydracarina	1.58	7.35
Ephemeroptera (l)	12.54	14.34
Chironomidae (l)	75.83	55.75
Insecta (l) - ostalo Insecta (l) - others	2.91	5.95

Glede na pojavljanje živalske hrane v prebavilu je bila značilna razlika med skupinama le v številu ličink Chironomid (Hi-kvadrat = 43.55;  $P < 0,05$ ). Več jih je bilo v skupini A1 - Obrh.

### 3.1.2. Velikost živalske hrane

Skupini (A1 in A2) se značilno razlikujeta ( $P < 0.05$ ) v velikosti ličink Chironomid, v velikosti ostale hrane (ličinke Ephemeropter in ostali živalski organizmi) pa ne ( $P > 0.05$ )

## 8 • PREHRANA 15-36 MM DOLGIH LIPANSKIH ZARODNIC V REKI UNICI IN OBRHU

- Tabela 4 in 5. Velikost ostale hrane je bila do dvakrat večja od ličink Chironomid, pogostost pa nižja.

**Tabela 4:** Velikost ličink Chironomid ( $\mu$ ) v prebavilu zaroda iz skupine A1 - Obrh in A2 - Unica.  $n$  = velikost vzorca,  $\bar{x}$  = povprečna vrednost,  $\sigma$  = standardna deviacija, min. = minimum, max. = maksimum.

*Table 4: The size of Chironomidae larvae ( $\mu$ ) in the digestive tract of the fry from group A1 - the Obrh and A2 - the Unica.  $n$  = sample size,  $\bar{x}$  = mean,  $s$  = standard deviation, min. = minimum, max. = maximum.*

	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	min.	max.
A1 - OBRH	786	212.89	98.59	58	1000
A2 - UNICA	300	243.35	128.04	26	980

**Tabela 5:** Velikost ( $\mu$ ) ostale hrane (ličinke Ephemeropter in ostali živalski organizmi) v prebavilu zaroda iz skupine A1 - Obrh in skupine A2 - Unica.  $n$  = velikost vzorca,  $\bar{x}$  = povprečna vrednost,  $\sigma$  = standardna deviacija, min. = minimum, max. = maksimum.

*Table 5: The size ( $\mu$ ) of other food type (Ephemeroptera larvae and other animal organisms) in the digestive tract of the fry from group A1 - the Obrh and A2 - the Unica.  $n$  = sample size,  $\bar{x}$  = mean,  $\sigma$  = standard deviation, min. = minimum, max. = maximum.*

	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	min.	max.
A1 - OBRH	153	480.62	205.76	105	1000
A2 - UNICA	134	504.68	224.46	98	1000

### 3.1.3. Pearsonov koeficient korelacije ( $r$ )

Odnos med minimalnim premerom požiralnika in velikostjo delcev hrane smo analizirali s Pearsonovim koeficientom korelacije, ki je tako v skupini A1 - Obrh kot v A2 - Unica pokazal visoko stopnjo povezave med minimalnim premerom požiralnika in velikostjo ostale hrane ( $r = 0.67$ ;  $P < 0.001$ ). Korelacija med minimalnim premerom požiralnika in velikostjo ličink Chironomid je bila nižja in sicer v skupini A1 -  $r = 0.24$ ;  $P < 0.001$ , v skupini A2 pa -  $r = 0.42$ ;  $P < 0.001$ .

## 3.2. Analiza razredov

### 3.2.1. Analiza vsebine prebavila

Omenili smo že, da so se med rastlinsko hrano pri velikem številu osebkov najpogosteje pojavljale alge Diatomeje. Chlorophyta so se pojavljale pri bistveno manjšem številu osebkov, zato jih pri analizi razredov nismo upoštevali.

Pri osebkih z algami v prebavilu so se pri 92 % - 100 % osebkov iz skupine A1 (Obrh) in pri 80-100 % osebkov iz A2 (Unica), pojavljale Diatomeje. Pogosto so se pojavljale v prebavilu 15-19.5 mm dolgega zaroda (razred 1 in 2) znotraj skupine A1 - Obrh, redkeje pa v istih razredih znotraj skupine A2 - Unica. Z velikostjo zaroda je število

alg pri zarodu iz obeh skupin padalo. Pri 29-36 mm (razred 5) dolgem zarodu so se pojavljale le posamič (Tabela 6).

**Tabela 6:** Odstotek osebkov v razredih znotraj skupine A1 - Obrh in A2 - Unica glede na pojavljanje alg Diatomea. V oklepaju ( ) je navedena telesna dolžina zaroda v mm.

**Table 6:** Percentage of specimens in the classes within group A1 - the Obrh and A2 - the Unica with regard to the number of Diatomeae. Given in the brackets ( ) is the total body length of the fry in mm.

razredi classes	A1 - OBRH				A2 - UNICA			
	število alg number of algae				število alg number of algae			
	1-5	6-15	> 15	skupno together	1-5	6-15	> 15	skupno together
1(15-16.5)	-	37.50	62.50	100	5.26	47.37	47.37	100
2(17-19.5)	17.07	37.71	51.22	100	44.19	39.53	16.28	100
3(20-23.5)	50	50	-	100	76.47	23.53	-	100
4(24-28.5)	54.54	45.45	-	100	87.50	12.50	-	100
5(29-36.0)	100	-	-	100	100	-	-	100

Pri analizi živalske hrane smo ugotovili, da so znotraj istih razredov v obeh skupinah prevladovale ličinke Chironomid, vendar se je njihov delež pri 24-28.5 mm dolgem zarodu (razred 4) zmanjšal. V skupini A1 - Obrh je bil odstotek ličink Chironomid višji kot v A2 - Unica, odstotek ostalih organizmov pa nižji (Tabela 7).

**Tabela 7:** Odstotek živalskih organizmov v razredih znotraj skupine A1 - Obrh in A2 - Unica. Razredi: 1 = 15-16.5 mm; 2 = 17-19.5 mm; 3 = 20-23.5 mm; 4 = 24-28.5 mm; 5 = 29-36.0 mm.

**Table 7:** Percentage of animal organisms classes within group A1 - the Obrh and A2 - the Unica. Classes: 1 = 15.-16.5mm; 2 = 17-19.5 mm; 3 = 20-23.5 mm; 4 = 24-28.5 mm; 5 = 29-36.0 mm.

razredi classes	A1 - OBRH				A2 - UNICA			
	Chiron.	Ephemer.	ostali or- ganizmi other or- ganisms	hrana skupno food together	Chiron.	Ephemer.	ostali or- ganizmi other or- ganisms	hrana skupno food together
1	84	4	12	100	66.66	6.66	26.66	100
2	85	7.50	7.50	100	77.91	3.49	18.60	100
3	82.60	9.50	7.90	100	72.15	10.13	17.52	100
4	69.55	15.04	15.41	100	60.28	16.31	23.40	100
5	64.10	17.52	18.38	100	44.95	17.43	37.61	100

S kontingenčno tabelo smo ugotavljali, ali obstaja povezava med številom ličink Chironomid in razredi znotraj obeh skupin, med številom ličink Ephemeropter in razredi

znotraj skupin ter med številom ostalih organizmov in razredi. Izkazalo se je, da je bila statistično značilna povezava ( $P_{\text{Hi-kvadrat}} < 0.05$ ) le med številom ličink Chironomid in razredi znotraj obeh skupin (A1 in A2), medtem ko ostale povezave niso bile statistično značilne.

### 3.2.2. Velikost živalske hrane

Glede velikosti hrane lahko z možnostjo 5 % napake trdimo, da se razreda 1 (15-16.5 mm dolg zarod) in 2 (17-19.5 mm) ter razreda 3 (20-23.5 mm) in 4 (24-28.5 mm) v velikosti ličink Chironomid znotraj obeh skupin (A1, A2) ne razlikujeta (Tabela 8).

**Tabela 8:** Analiza velikosti ličink Chironomid ( $\mu$ ) med razredi znotraj skupine A1 - Obrh in A2 - Unica. V oklepaju ( ) je navedena telesna dolžina zaroda v mm.  $n$  = velikost vzorca,  $\bar{x}$  = povprečna vrednost,  $\sigma$  = standardna deviacija, min. = minimum, max. = maksimum.

**Table 8:** Analysis of the size of Chironomidae larvae ( $\mu$ ) between classes within group A1 - the Obrh in A2 - the Unica. Given in the brackets ( ) is the total body length of the fry in mm.  $n$  = sample size,  $\bar{x}$  = mean,  $\sigma$  = standard deviation, min. = minimum, max. = maximum.

razredi classes	A1 - OBRH					A2 - UNICA				
	n	$\bar{x}$	$\sigma$	min.	max.	n	$\bar{x}$	$\sigma$	min.	max.
1(15-16.5)	42	172.04	65.65	58	291	12	146.5	71.58	26	291
2(17-19.5)	191	183.21	80.18	67	383	62	184.52	72.52	83	400
3(20-23.5)	218	206.82	87.83	67	483	101	232.65	91.91	100	458
4(24-28.5)	185	210.73	91.52	67	733	77	252.26	99.66	108	674
5(29-36.0)	150	276.38	98.55	83	1000	48	331.73	150.36	100	980

S t-testom smo ugotavljali razlike v velikosti ličink Chironomid znotraj istih razredov med skupinama. Izkazalo se je, da je bila statistično značilna razlika ( $P < 0.05$ ) znotraj razredov 3 (20-23.5 mm), 4(24-28.5 mm) in 5(29-36 mm dolg zarod). Večja povprečna in minimalna velikost ličink Chironomid je bila v skupini A2 - Unica, maksimalna velikost pa je bila približno enaka.

Glede velikosti ostale hrane (ličinke Ephemeropter in ostali živalski organizmi) lahko z možnostjo 5 % napake trdimo, da so se vsi razredi tako znotraj skupine A1 kot A2 razlikovali. Ker je bilo v obeh skupinah število analiziranih delcev ( $n$ ) v razredu 1 (15-16.5 mm dolg zarod) zelo majhno, smo razred 1 pri nadaljnji obdelavi združili z razredom 2. Povprečna in maksimalna velikost ostale hrane je bila tudi v okviru razredov do 2 krat, minimalna pa tudi do 3 krat večja od ličink Chironomid (Tabela 9).

**Tabela 9:** Analiza velikosti ostale hrane ( $\mu$ ) med razredi znotraj skupine A1 - Obrh in A2 - Unica. V oklepaju ( ) je navedena telesna dolžina zaroda v mm. n = velikost vzorca,  $\bar{x}$  = povprečna vrednost,  $\sigma$  = standardna deviacija, min. = minimum, max. = maksimum.

**Table 9:** Analysis of other types of food size ( $\mu$ ) between classes within group A1 - the Obrh and A2 - the Unica. Given in the brackets ( ) is the body length of the fry in mm. n = sample size,  $\bar{x}$  = mean,  $\sigma$  = standard deviation, min. = minimum, max. = maximum.

razredi classes	A1 - OBRH					A2 - UNICA				
	n	$\bar{x}$	$\sigma$	min.	max.	n	$\bar{x}$	$\sigma$	min.	max.
1(15-16.5)	3	247	29.61	216	275	1	120	-	-	-
2(17-19.5)	24	310.83	72.70	208	500	13	290.47	105.47	98	358
3(20-23.5)	39	407.94	111.48	208	765	46	406.75	158.58	125	666
4(24-28.5)	53	536.69	181.29	208	998	44	566.37	220.55	275	980
5(29-36.0)	34	631.52	211.95	267	1000	30	659.17	225.04	192	1000

Velikost ostale hrane se med skupinama (znotraj istih razredov) ni razlikovala značilno - t-test ( $P > 0.05$ ).

### 3.2.3. Analiza teže

Statistično značilna razlika ( $P < 0.05$ ) znotraj istih razredov med skupinama se je pojavila tudi pri analizi teže, in sicer znotraj razredov 1 (15-16.5 mm dolg zarod) in 2 (17-19.5 mm). Težji je bil zarod iz skupine A1 - Obrh. Razlika se je pojavila torej znotraj razredov, kjer značilne razlike v velikosti ličink Chironomid nismo odkrili (Tabela 10).

**Tabela 10:** Razlika v teži osebkov (mg) in velikosti ličink Chironomid ( $\mu$ ) znotraj istih razredov med skupino A1 - Obrh in A2 - Unica. \* = teža osebkov; \*\* = velikost ličink Chironomid

**Table 10:** Weight difference (mg) of specimens and difference in the Chironomidae larvae size ( $\mu$ ) within the same classes between group A1 - the Obrh in A2 - the Unica. \* = weight of the specimens; \*\* = Chironomidae larvae size

		A1 - OBRH				
razredi (mm) classes (mm)		1(15-16.5)	2(17-19.5)	3(20-23.5)	4(24-28.5)	5(29-36.0)
A2 - UNICA	1(15-16.5)	*				
	2(17-19.5)		*			
	3(20-23.5)			**		
	4(24-28.5)				**	
	5(29-36.0)					**

## 4. Diskusija

### 4.1. Analiza skupin

#### 4.1.1. Analiza vsebine prebavila

Rastlinsko hrano so v prebavilih zarodnic najpogosteje zastopale alge Diatomea. Pri zarodu iz Obrha so se pojavljale pogosteje kot pri zarodu iz Unice. Domnevamo, da je ta razlika posledica večje pogostosti Diatomej v Obrhu. Ker obstaja med številom teh alg v prebavilu in skupinama statistično značilna povezava, ki je značilna tudi na nivoju razredov znotraj obeh skupin (Obrh, Unica), domnevamo, da imajo pomembno vlogo v prehrani lipanskega zaroda. V prebavilih zarodnic so se pojavljale tudi Chlorophyta, vendar je bilo njihovo število zanemarljivo majhno. Vprašanje je, ali lipanski zarod sprejema alge aktivno ali posredno z živalskimi organizmi in ali je večje pojavljanje Diatomej v primerjavi s Chlorophyta v prebavilu, posledica večje pogostosti Diatomej v obeh rekah ali pa posledica izbora določene vrste hrane?

Med živalsko hrano so v prebavilu 15-36 mm dolgih zarodnic iz obeh rek prevladovali ličinke Chironomid, največji odstotek teh organizmov je bil pri 15 do 23.5 mm (razred 1, 2 in 3) dolgih zarodnicah. Ker obstaja med številom teh ličink in skupinama značilna povezava, značilna pa je tudi povezava med številom teh ličink in razredi znotraj obeh skupin (Obrh, Unica) domnevamo, da imajo ličinke Chironomid, tako kot alge Diatomea, pomembno vlogo v prehrani lipanskega zaroda. Scott (1985) je ugotovil, da v prehrani 15-28 mm dolgega lipanskega zaroda prevladujejo ličinke Chironomid (80% - 90%). Tudi v naši raziskavi smo ugotovili, da so v prebavilu lipanskega zaroda prevladovali ličinke Chironomid, pri 15-23.5 mm dolgem zarodu so predstavljale 83-85 % živalske hrane (Obrh) oziroma 67-78 % (Unica), pri zarodu večjem od 24 mm pa je bil odstotek nižji - 60 %.

Glede na večji odstotek ličink Chironomid pri zarodu iz Obrha - A1 domnevamo, da je bila velikost teh ličink ustrežnejša kot v Unici, hkrati pa jih je bilo dovolj. Mogoče je, da je bil manjši odstotek teh ličink pri zarodu iz Unice - A2 zaradi pomanjkanja ustreznih velikih organizmov oziroma zaradi prisotnosti večjih organizmov, kar nam lahko potrdi višji koeficient korelacije med minimalnim premerom požiralnika in velikostjo ličink

Chironomid ( $r_{A2} = 0.42$ ) in prisotnost večjih organizmov pri 20-36 mm dolgih zarodnicah v skupini A2.

Ličink Ephemeropter je bilo v obeh skupinah (Obrh, Unica) približno enako. Scott (1985) navaja, da se ličinke Ephemeropter v prebavilu 15-28 mm dolgih zarodnic pojavljajo redko, kljub temu da so v vodi pogoste. Domneva, da zato, ker so prevelike. Tudi v naši raziskavi smo ugotovili, da se ti organizmi v prebavilih zarodnic iz obeh rek pojavljajo redko. Ker so bile večje od ličink Chironomid, domnevamo, da so za 15-36 mm dolge zarodnice prevelike.

#### 4.1.2. Velikost živalske hrane

Ugotovili smo, da je bila velikost ostale hrane do dvakrat večja od ličink Chironomid, delež pa bistveno nižji. Glede na to in na večjo korelacijo med minimalnim premerom požiralnika in velikostjo ostale hrane ( $r = 0.67$ ) domnevamo, da lipanski zarod sprejema, če je na razpolago, več manjše hrane, čeprav je sposoben sprejemati tudi večjo. Ponton in Muller (1990) sta pri raziskavi 10-16 mm dolgih zarodnic ozimic (*Coregonus sp.*) ugotovila, da sprejemajo tisto ustrezno velikost hrane, ki se v vodi najpogosteje pojavlja, čeprav so sposobne sprejemati tudi večjo. Z njunimi rezultati sovpadajo tudi rezultati naše raziskave lipanskega zaroda.

### 4.2. Analiza razredov

#### 4.2.1. Analiza vsebine prebavila

Tudi v okviru razredov se je pokazala visoka in značilna stopnja povezave s številom Diatomej. Ker so se najpogosteje pojavljale pri manjših osebkih (15-19.5 mm), domnevamo, da so za zarod te dolžine pomembne. To smo potrdili tudi v nadaljevanju z analizo teže. Z velikostjo zaroda je delež alg padal, v prehrani 29-36 mm dolgih zarodnic so se pojavljale izključno posamič, zaradi česar sklepamo, da alge za zarod te velikosti niso več tako pomembne.

Med živalsko hrano so se ostali živalski organizmi pogosteje pojavljali pri 15-23.5 mm dolgih zarodnicah (razred 1, 2 in 3) iz skupine A2 - Unice. Ličink Ephemeropter je bilo v obeh skupinah približno enako, redkeje pa smo pri zarodu iz Unice zasledili ličinke Chironomid. Mogoče je, da je ta razlika med skupinama posledica večje pogostosti in ustrezne velikosti ostalih živalskih organizmov v vodi.

Pri 24-28.5 mm dolgih zarodnicah (razred 4) je v obeh skupinah (Obrh, Unica) narastlo število ostalih živalskih organizmov in ličink Ephemeropter v prebavilu. Domnevamo, da tako velik zarod že potrebuje večjo hrano.

Pri 29-36 mm dolgih zarodnicah (razred 5) iz Unice - A2 je močno padel delež ličink Chironomid v prebavilu, opazen pa je bil porast ostale hrane. Ker so se ličinke Ephemeropter tudi pri tej velikosti zaroda pojavljale v obeh skupinah enako, vendar manj v primerjavi z ostalo hrano in ličinkami Chironomid, sklepamo, da so tudi za zarod te dolžine prevelike.

Domnevamo, da so ličinke Chironomid za 29-36 mm dolge zarodnice premajhne in da tako dolg zarod že izbira večjo hrano, kar dokazuje naraščanje ostalih živalskih organizmov in ličink Ephemeropter v prebavilu.

#### 4.2.2. Velikost živalske hrane in analiza teže zaroda

Domnevamo, da se podobna velikost ličink Chironomid pojavlja v okviru naslednjih telesnih dolžin zaroda: 15-19.5 mm; 20-28.5 mm in 29-36 mm. V prebavilu 15-16.5 mm in 17-19.5 mm dolgih zarodnic, kjer so se najpogosteje pojavljale ličinke Chironomid, je bila velikost teh organizmov enaka. Z velikostjo zaroda je povprečna velikost ličink Chironomid počasi naraščala, večje naraščanje pa se je pojavljalo v velikostnem razponu (min./maks. vrednosti). Velike razlike so se med posameznimi razredi pojavljale v velikosti ostale hrane (ličinke Ephemeropter in ostali organizmi). Ker je bila ostala hrana večja in pri zarodu dolgem 20-23.5 mm še redka, smatramo, da je bolje, če pri izbiri suhe krme za vzrejo 15-23.5 mm dolgih lipanskih zarodnic upoštevamo dobljene velikosti ličink Chironomid. Pri zarodu od 24-36 mm, kjer je odstotek ostale hrane že večji in predstavlja najmanj polovico celotne hrane zaroda, pa menimo, da lahko zarodu nudimo obe velikosti v približno enakem razmerju.

Pri testiranju razlik med skupinama (znotraj istih razredov) smo ugotovili, da se pojavi značilna razlika v teži zarodnic in v velikosti ličink Chironomid. 15-19.5 mm dolge zarodnice (razred 1 in 2) iz Obrha - A1 so bile težje od enako dolgih zarodnic iz Unice, čeprav znotraj teh razredov ni bilo razlike v velikosti ličink Chironomid in ostale hrane. Pri 20-36 mm dolgih zarodnicah (razred 3, 4, 5) se je pojavilo izenačenje v teži. Pri isti dolžini je teža zarodnic v obeh skupinah enaka. Razlika se je pojavila v velikosti ličink Chironomid - večje so bile v prebavilih zarodnic iz Unice - A2. Domnevamo, da je do izenačenja v teži prišlo zaradi prisotnosti večjih ličink Chironomid v prebavilih zarodnic iz Unice. V velikosti ostale hrane se skupini (znotraj istih razredov) nista značilno razlikovali.

Večjo težo 15-19.5 mm dolgih zarodnic iz Obrha - A1 lahko razložimo z analizo hrane. V razredu 1 (15-16.5 mm) in 2 (17-19.5 mm) znotraj skupine A1 (Obrh) je bil večji odstotek ličink Chironomid ter več osebkov z algami Diatomej, ki so se pojavljale srednje in pogosto. Odstotek ostalih organizmov je bil znotraj razreda 1 (15-16.5 mm) in razreda 2 (17-19.5 mm) večji v skupini A2 - Unica, odstotek ličink Ephemeropter pa je bil v obeh skupinah približno enak. Domnevamo, da so bile 15-16.5 mm in 17-19.5 mm dolge zarodnice iz Obrha težje zaradi večjega odstotka ličink Chironomid v prebavilih in zaradi večje prisotnosti alg Diatomej. Omenjena razlika v teži še dodatno potrjuje velik pomen Chironomid in Diatomej.

#### 5. Zaključki

1. V prehrani 15-36 mm dolgih lipanskih zarodnic iz reke Obrh in Unice se med rastlinsko hrano najpogosteje pojavljajo alge Diatomea. 56 % do 76 % živalske hrane predstavljajo ličinke Chironomid, 13 % ličinke Ephemeropter, 0.5-8.9 % pa ostali živalski organizmi (ličinke Insecta, Copepoda, Cladocera, Amphipoda, Hydracarina, Oligochaeta in Nematomorpha).

2. Diatomeje se v prebavilu 15-36 mm dolgih zarodnic pojavijo pri 94-98 % osebkov, Chlorophyta pa le pri 23-30 % osebkov.

3. Diatomeje se najpogosteje pojavljajo pri 15-19.5 mm dolgih zarodnicah, ličinke Chironomid pa pri 15-23.5 mm dolgih zarodnicah predstavljajo kar 83-85 % živalske hrane. Z velikostjo zaroda število ličink Chironomid v prebavilu zaroda pada, narašča pa delež ostale hrane in ličink Ephemeropter.

4. Razlika v velikosti ličink Chironomid je značilna ( $P < 0.05$ ) med naslednjimi velikostnimi razredi zaroda: 15-19.5 mm; 20-28.5 mm in 29-36 mm.

5. 15-19.5 mm dolg zarod iz narave se hrani z ličinkami Chironomid povprečne velikosti 180 $\mu$  in razpona 26-400 $\mu$ . Zarodnice, dolge 20-28.5 mm, sprejemajo hrano

povprečne velikosti 215 $\mu$  in razpona 67-730 $\mu$ . Zarodnice dolžine 29-36 mm pa sprejemajo hrano povprečne velikosti 273 $\mu$  in razpona 100-1000 $\mu$ .

6. Velikost ostale hrane se razlikuje med naslednjimi velikostnimi razredi zaroda: 15-19.5 mm; 20-23.5 mm; 24-28.5 mm in 29-36 mm.

7. Velikost ostale hrane je v prebavilih 15-36 mm dolgih zarodnic do dvakrat večja od ličink Chironomid, njen delež pa bistveno nižji. V prebavilih zarodnic velikosti 15-19.5 mm se pojavi povprečna velikost ostale hrane 303 $\mu$  in razpona 208-500 $\mu$ . Pri 20-23.5 mm dolgih zarodnicah je povprečna velikost ostale hrane 406 $\mu$  in razpona 208-765 $\mu$ . Zarodnice, dolge 24-28.5 mm, lahko sprejmejo delce hrane povprečne velikosti 550 $\mu$  in razpona 208-998 $\mu$ , zarodnice dolžine 29-36 mm pa povprečno velikost 644 $\mu$  in razpona 267-1000 $\mu$ .

8. Zarod sprejema tisto ustrezno velikost hrane, ki se v vodi najpogosteje pojavlja, čeprav je sposoben sprejeti tudi večjo.

## 6. Povzetek

V Sloveniji poteka vzreja lipana na Zavodu za ribištvo že od leta 1960. Vzreja zaroda od 13 mm do velikosti 6 cm poteka v rotacijskih bazenih ob Bohinjskem jezeru. Zarodnice do velikosti 17 mm na začetku hranijo z zooplanktonom iz jezera, do dolžine 6 cm pa uporabljajo kombinacijo planktona in suhe krme. Ker prihaja v določenih časovnih obdobjih do pomanjkanja planktona ustrezne velikosti, je treba uporabiti suho krmo ustrezne kakovosti in granulacije.

V literaturi nismo zasledili podatkov o velikosti hrane, ki jo lahko sprejemajo 15-40 mm dolge zarodnice, zato smo se odločili, da preučimo vrsto in velikost hrane, ki jo sprejema lipanski zarod v naravi.

Zarodnice smo lovili v reki Unici in Obrhu z akvarijsko mrežo in elektroagregatom. Fiksirali smo jih v 1 % raztopini formalina in na mikroskopskih preparatih prebavil analizirali njihovo vsebino. Z okularnim merilcem smo na mikron ( $\mu$ ) natančno izmerili minimalni premer požiralnika in velikost delcev hrane. Vse prisotne organizme v prebavilu smo določali do družine in jim ocenili pogostost pojavljanja.

Ugotovili smo, da so v prehrani 15-23.5 mm dolgih zarodnic pomembne Diatomeje in ličinke Chironomid. Diatomeje se najpogosteje pojavljajo predvsem pri 15-19.5 mm dolgih zarodnicah, ličinke Chironomid pa pri 15-23.5 mm dolgih zarodnicah predstavljajo 83-85 % živalske hrane. V prebavilih 24-36 mm dolgih zarodnic se pojavljajo že večji delci hrane, alge se pojavljajo čedalje redkeje. Delež ličink Chironomid pada, narašča pa delež ličink Ephemeropter in ostale hrane. Sklepamo, da se 15-19.5 mm dolge zarodnice iz narave hranijo z ličinkami Chironomid povprečne velikosti 180 $\mu$  in razpona 26-400 $\mu$ , 20-28.5 mm dolge zarodnice s povprečno velikostjo 215 $\mu$ , razpona 67-730 $\mu$ , 29-36 mm dolge zarodnice pa s povprečno velikostjo 273 $\mu$  in razpona 100-1000 $\mu$ .

Velikost ostale hrane v prebavilu je bila do dvakrat večja, njen delež pa v primerjavi z ličinkami Chironomid bistveno nižji. V prebavilih 15-19.5 mm dolgih zarodnic je bila tudi hrana povprečne velikosti 303 $\mu$ , razpona 208-500 $\mu$ , pri 20-23.5 mm dolgih zarodnicah 406 $\mu$  in razpona 208-765 $\mu$ , pri 24-28.5 mm dolgih zarodnicah smo zasledili hrano povprečne velikosti 550 $\mu$ , razpona 208-998 $\mu$ , pri 29-36 mm dolgih pa je bila ostala hrana povprečne velikosti 644 $\mu$  in razpona 267-1000 $\mu$ .

## 7. Literatura

- Dabrowski, K., Charlon, N., Bergot, P., Kaushik, S. 1984. Rearing of Coregonid (*Coregonus schinzi pallea* Cuv. et Val.) larvae using dry and live food. *Aquaculture* 41 (1), 11-20
- Luczynski, M., Zaporowski, R. R., Golonka, J. S. 1986. Rearing of European grayling *Thymallus thymallus* L., larvae using dry and live food. *Aquaculture and Fisheries Management* 17 (5), 275-280
- Ponton, D., Muller, R. 1990. Size of prey ingested by whitefish *Coregonus* sp. larvae. Are *Coregonus* larvae gape-limited predators? *Journal of Fish Biology* 36, (1), 67-72
- Scott, A. 1985. Distribution, Growth and Feeding of Postemergent Grayling *Thymallus thymallus* in an English River. *Transactions of the American Fisheries Society* 114, 535-531
- SPSS Incorporation, 1988. SPSS-X, User's Guide, 3rd ed., Chichago, Illinois, 1072 s.
- Vovk, J., 1984. Problem prehrane z zooplanktonom pri umetni vzreji mladice lipana (*Thymallus thymallus* L.). *Ichthyos* (1), 2-6
- Witkowski, A., Kowalewski, M., Kokurewicz, B. 1984: Grayling. PWRiL Warsaw, 214 s.

## Nutrition of 15-36 mm grayling fry (*Thymallus thymallus* L., 1758) in the Unica and the Obrh (Slovenia)

Suzana ŠUMER, Zavod za ribištvo, Župančičeva 9, Ljubljana, R Slovenija

### Summary

In Slovenia, grayling has been artificially propagated by the Fisheries Research Institute ever since 1960. The propagation from 13 mm up to 6 cm long fry is performed in rotational flow tanks by the side of Bohinj Lake. Up to 17 mm long fry feed on lake zooplankton, and the one of up to 6 cm on a combination of zooplankton and dry diet. The problem is that at certain times of the year there is a shortage of suitable plankton in the lake. This is when dry diet, appropriate quality and in suitably granulation, has to be added.

No data seem to be available on the size of food particles that the grayling fry of 15 to 40 mm are able to consume. Therefore we decided to investigate the size of food particles and the kind of diet acceptable to the grayling fry with respect to its length in its natural environment.

Catching from the rivers Unica and Obrh was performed by using a aquarium net and electroaggregate. The fry were fixed in a 1 % formalin solution. On a microscopic preparation of a digestive tract we analyzed the size of food particles - up to micron precision, and measured minimal oesophageal diameter. The organisms found in the digestive tract were counted and determined as far as the family.

Diatoms and Chironomidae larvae seem to play an important role in the diet of 15-23.5 mm grayling fry. Diatoms appear very frequently in 15-19.5 mm long fry, while Chironomidae larvae represent 83-85 % of animal food in the diet of 15-23.5 mm long fry.

With an increasing length of the fry, the number of Chironomidae in the digestive tract goes down; algae appear isolately, while the percentage of Ephemeroptera and other types of food is on the increase. As the size of the Ephemeroptera larvae and other food exceeded that of the Chironomidae, it may be concluded that a higher percentage of larger food particles in growing fry results from the drive for larger and richer food.

Our conclusion is that 15-19.5 mm fry from nature feeds on Chironomidae larvae of 180 $\mu$  on the average, ranging from 26 $\mu$  to 400 $\mu$ , 20-28.5 mm fry on larvae of 215 $\mu$  on the average, ranging between 67 $\mu$  and 730 $\mu$ , 29-36 mm fry on larvae of 273 $\mu$  on the average, ranging from 100 $\mu$  to 1000 $\mu$ .

The size of other food particles was twice as big as Chironomidae larvae. In 15-19.5 mm fry, the average size amounted to 303 $\mu$ , in the range between 208 $\mu$  and 500 $\mu$ . In 20-23.5 mm fry the average size was 406 $\mu$  ranging from 208 $\mu$  to 765 $\mu$ , in 24-28.5 mm fry the average size being 550 $\mu$ , ranging from 208 $\mu$  to 998 $\mu$ , and in 29-36 mm fry an average size of 644 $\mu$  in the range from 267 $\mu$  to 1000 $\mu$ .

## Feeding the Two-Year-Old Common Carp (*Cyprinus carpio*) on Pelleted Food only in the Second Part of the Growing Season

Hranjenje dvoletnih krapov (*Cyprinus carpio*) samo z briketirano hrano v drugem delu ravnega obdobja

Andjelko Opačak<sup>1</sup> and Tomislav Treer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture, University of Osijek, Croatia

<sup>2</sup> Department for Fisheries, Beekeeping and Special Zoology, Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Svetošimunska 25, Croatia\*

Sprejeto: 1994-06-16

**Keywords:** *common carp, pelleted food, automatic feeders, water quality, Croatia*

### Abstract

Two-year-old common carps (2<sup>+</sup>) by the mean mass of 330 g, were stocked together with two-year-old grass carps (2<sup>+</sup>) and one-year-old silver carps (1<sup>+</sup>) and European catfish (1<sup>+</sup>) with 1250 ind.ha<sup>-1</sup>, 61 ind.ha<sup>-1</sup>, 1050 ind.ha<sup>-1</sup> and 77 ind.ha<sup>-1</sup> respectively, in nine 650 m<sup>2</sup> ponds and cultured from May 28<sup>th</sup> to October 3<sup>rd</sup> 1987. Up to July 25<sup>th</sup> maize was administered in all the ponds and since that day only three ponds remained as a control group (C). In other two groups maize was exchanged for pelleted food, containing 24 % protein. Group A was fed twice a day and group B ad libitum, by automatic feeders. Group A and B achieved significantly (p 0,05) better production results than the controlled one and water quality in group B was significantly better than the one in group A. On the other hand, group C showed somewhat better water quality than the other two groups.

**Ključne besede:** *krap, briketirana hrana, avtomatski starterji, kakovost vode, Hrvaška*

### Izvlaček

Dvoletni krapji s povprečno težo 330 g, so bili gojeni skupaj z dvoletnimi belimi amurji, enoletnimi srebrnimi tolstolobiki in somi. Gostota nasada je bila 1250 krapov/ha, 1050 belih amurjev/ha, 61 srebrnih tolstolobikov/ha in 77 somov/ha. Vsak od devetih ribnikov je bil velik 650 m<sup>2</sup>. Poizkus je trajal od 28. maja do 3. oktobra 1987. Do 25. julija smo v vseh ribnikih ribe hranili s koruzo, nato pa samo še v treh ribnikih - kontrolna skupina (C). V drugih dveh skupinah smo namesto s koruzo ribe hranili z briketirano hrano, ki je vsebovala 24 % beljakovin. Ribe iz skupine A so hranili dvakrat dnevno, iz skupine B pa "ad libitum", to je z avtomatskimi krmilniki. Prirast rib iz skupine A in B je bil značilno boljši (p < 0,05) kakor pri ribah v kontrolni skupini. Poleg tega pa je bil hektarski donos v skupini B značilno boljši kakor v skupini A. Na drugi strani pa je bila kakovost vode v ribnikih skupine C nekoliko boljša kakor v preostalih dveh skupinah.

---

\* To whom correspondence should be addressed

## Introduction

The prevailing technology of the warm water fish culture in Croatia, and in Middle Europe is based on the semi-intensive polyculture in the fish ponds reaching several tens of hectares. This method ensures maximal use of the natural food in the pond, while the cereals, mainly maize, are used as additional food. Enlargement of the ichthyomass in the pond during the second part of the growing season (from mid July on), changes the relation between the natural and additional food. The quantity and the structure of the natural food at a certain point can not satisfy the needs of fish to grow and develop. Sticking to the cereals in fish feeding during such a state in the pond negatively influences the production results and the economy of production. The feeding coefficient grows rapidly, the water quality as well as the health state of the fish devaluates (Fijan, 1978).

The production in so large ponds could be intensified by more dense fish stocking. In order to reach certain individual mass at harvesting in such conditions, feeding is done in roughly equal proportions of cereals and balanced food containing about 30 % proteins (Horvath et al., 1985). Such use of expensive balanced food during the whole season, misses the point of relatively cheap semi-intensive culture where the most expensive components in food (mainly proteins and vitamins) come from the natural food. Taking into consideration that the price of the common carp (*Cyprinus carpio*) in many countries is relatively low in comparison to the price of some other species (e.g. catfish, trout) to intensify its production in ponds or cages is often not a very good choice from economical point of view (Safner et al., 1989).

Therefore, efforts have been made by this experiment to determine the increase in carp production which is bound to happen if pelleted balanced food is used only during the second part of the growing season, when natural food becomes scarce and therefore insufficient. Another purpose of this experiment was to find out how much such feeding affects the water quality.

## Materials and Methods

This study was conducted at "Grudnjak" fish-farm, near Osijek, Croatia. Nine ponds of 650 m<sup>2</sup> each were used, the average water depth being 1,5 m. The aeration and water-flow were not used. The ponds were temporarily filled with water to renew the losses caused by evaporation and drainage. Before filling with water they were limed with 1000 kg.ha<sup>-1</sup> of lime. When water reached 60 cm, ponds were fertilized by 400 kg.ha<sup>-1</sup> of chicken manure. Fish were stocked when water level reached 1,5 m.

During the season liming and fertilizing were not performed. Plankton and benthic organisms were not checked, as well, because the fish were stocked in

structure and density governed by the hypothesis. The mean production values of supplement fish are presented in table 6.

**Table 6:** The mean production values of supplement fish**Tabela 6:** Povprečna vrednost proizvodnje dodatnih vrst rib

Species Vrste rib	Parameter	Group		
		C	A	B
Silver carp srebrni tolstobik	ind.ha <sup>-1</sup>	971	946	989
	g.ind <sup>-1</sup>	527	508	516
	kg.ha <sup>-1</sup>	512	480	510
	mortality (%)	7,5	9,9	5,8
Grasscarp beli amur	ind.ha <sup>-1</sup>	56	54	55
	g.ind <sup>-1</sup>	1700	1690	1700
	kg.ha <sup>-1</sup>	95,2	90,1	93,5
	mortality (%)	9,0	12,0	11,0
European catfish som	ind.ha <sup>-1</sup>	72	74	71
	g.ind <sup>-1</sup>	960	940	935
	kg.ha <sup>-1</sup>	69,1	69,5	66,4
	mortality (%)	6,2	4,3	8,7

Two-year-old common carps with a mean mass of 330 g were stocked together with two-year-old grass carps (*Ctenopharingodon idella*) and one-year-old silver carps (*Hypophthalmichthys molitrix*) and European catfish (*Silurus glanis*) on May 28<sup>th</sup> 1987 (Table 1).

**Table 1:** Number and structure of fish stocked into each pond**Tabela 1:** Število in struktura rib, vloženih v vsak ribnik

Species Vrste rib	Age Starost	Mean mass (g) Povpr. teža (g)	Ind.ha <sup>-1</sup>	kg.ha <sup>-1</sup>	%
Common carp Krap	2 <sup>+</sup>	330	1250	412,5	51,1
Silver carp Srebrni tolstobik	1 <sup>+</sup>	30	1050	31,5	43,1
Grasscarp Beli amur	2 <sup>+</sup>	360	61	22,0	2,5
European catfish Som	1 <sup>+</sup>	100	77	7,7	3,3
Total			2438	473,7	100,0

Three groups, consisting of three ponds each, were established. The first one was control (C), where only maize was given, to the end of the experiment on October 3<sup>rd</sup> of the same year. In the other two groups maize was exchanged for the pelleted food

containing 24 % protein, from July 25<sup>th</sup> (Table 2). Group A was fed twice a day (at 9 AM and 2 PM) and group B ad libitum, by self feeders. They were made by "Belje" and contained 50 kg of food. Each pond was supplied by one self-feeder and feeding was performed on the way established by Fijan (1975). The self-feeders in group B were filled twice a day, while in groups A and C whenever they became empty.

**Table 2:** The composition of food used, containing 24% proteins. The price was 0,61 DEM.kg<sup>-1</sup>

*Tabela 2: Sestava uporabljene hrane, vsebujoče 24 % proteinov. Cena je bila 0,61 DEM.kg<sup>-1</sup>*

Component <i>Sestavine</i>	%
Fish meal <i>Ribja moka</i>	5
Soya cake <i>Sojina pogača</i>	29
Maize meal <i>Koruzna moka</i>	33
Alfalfa <i>Lucerna</i>	6
Wheat particles <i>Pšenični delci</i>	20
Whey <i>Sirotko</i>	4
Binder <i>Veživo</i>	2
Mineral vitamin	1

The water for physical and chemical analysis was taken every two weeks, ten times in all during the experiment. Water and air temperatures were taken every day. The transparency was checked by Secchi disc, while chemical analyses were done according to APHA (1975). All the results were statistically analyzed.

## Results and Discussion

The production results (Table 3) confirm the usefulness of the introduction of pelleted food in the second part of the growing season (Fijan, 1973, Lukowicz, 1973). The average yield in groups A and B was 40,2 % and 46,0 % respectively, greater than in the control group C ( $p < 0,05$ ). Significantly better were the other production performances, as well: individual harvesting mass, growth per day and feed conversion. It is necessary to point out that feed conversion in control group owes its results to maize only, while in the other two groups it includes more expensive pellets from July 25<sup>th</sup> on. The chemical analysis of fish meat, after the experiment, proved the significant influence ( $p < 0,05$ ) of the different way of feeding on the meat quality (Petričević et al., 1988).

Comparing the groups A and B it is obvious that feeding by self-feeders showed significantly better results ( $p < 0,05$ ) in reaching individual mass and yield than feeding by twice a day ration. This fact is also proved by the researches of Bohl (1972), Berka (1973), Fijan (1975), Seidlitz (1985) and Schoppe (1987). There are however, draw-

backs in using self-feeders. First of all, it is difficult to regulate food-giving during bad water chemical conditions. Secondly, they are suitable only for small ponds, because bigger ponds require much more time and labour for refillment. Perhaps the best choice would be to use big automatic feeders that are used in Germany and Russia and are capable of holding 2,5 - 5 t, covering the pond area of 10 ha each (Rakke, 1988, Zobel, 1989).

At the beginning of the experiment the water was transparent almost to the bottom, down to 120 cm. As the experiment went on, the transparency was more or less reduced to 25-40 cm. The transparency was somewhat lower in A and B ponds where pelleted food was given, it was also strongly correlated with the food intake and fish mass ( $p < 0,01$ ). Similarly, food intake in the experimental ponds correlated positively with COD ( $p < 0,01$ ) and  $\text{NH}_4^+$  ( $p < 0,05$ ) showing evidently higher values than in the control ponds (Table 4). However, the maxima of COD ( $20,5 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ ) and  $\text{NH}_4^+$  ( $0,610 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) still did not jeopardise the health state of the fish. The other water chemical performances were also suitable for fish production, so the dissolved oxygen concentration never fell under  $5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (Table 5, Fig. 1).

Although there are advantages in introducing pelleted food in the second part of the growing season there are also limits of such production, if applied to the cultural conditions existing in Croatia, where there is no water flow and aeration in the ponds covering an area of tens or more hectares, the benefits are to be expected only up to  $2\text{-}3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

## Summary

The aim of this research was to study the possibilities of how to improve the growth rate of common carp in the final part of the growing season. Nine  $650 \text{ m}^2$  ponds were used. Each of them was stocked with  $1250 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$  of two-year-old common carps with the mean mass of 330 g. Added to each pond were  $1050 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$  two-year-old grass carps,  $61 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$  one-year-old silver carps and  $77 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$  one-year-old European catfish. All the ponds were similarly treated from May 28<sup>th</sup> to July 25<sup>th</sup>, meaning maize only was the supplementary food. From that day on to the end of the experiment on October 3<sup>rd</sup> three experimental groups, each including three ponds were established. The fish in the control group (C) was administered maize only while in the other two groups maize was exchanged for pelleted food, containing 24 % of protein. Group A was fed twice a day and group B ad libitum, by means of automatic feeders.

By the end of the experiment groups A and B achieved significantly ( $P < 0,05$ ) better production results than the control one. The yield in group B was significantly better than the one in group A, proving the usefulness of automatic feeders. However the pelleted food had somewhat more negative influence on the water quality which in group C, receiving maize only proved to be slightly better.

## Literature

- American Public Health Association (APHA)*, 1975: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14<sup>th</sup> ed. APHA, Washington D.C., 1193 pp
- Berka, R.*, 1973: A review of feeding equipment in fish culture. EIFAC/OP 9
- Bohl, M.*, 1972: Futterungstechnik und Futterunsfehler, *Peovlwmw swe Wenoheunf uns Haltung von Susswasserfischen im Intensivbetrieb*, Verlag R. Oldenbourg, Munchen-Wien, 23:42-68
- Fijan, N.*, 1973: Symposium on Fish Nutrition and Production. *Ribarstvo Jugoslavije*, 28:19-21 (In Croatian)

- Fijan, N.*, 1975: Fish feeding. Ognjen Prica, Daruvar, 50 pp. (In Croatian)
- Horvath, L., Tamas, G. and Coche, A.G.*, 1985: Common Carp 2. FAO Training Series 9. FAO, Rome, 85 pp
- Lukowicz, M.*, 1973: Die Aufnahme von Trockenfutter im intensiv bewirtschafteten Karpfenteich. *Der Fischwirt*, 23:80-83
- Petričević, A., Opačak, A. and Komendanović, V.* (1988): The influence of feeding on the meat quality of common carp. Proceedings of the 38<sup>th</sup> Conference of Yugoslav industry, Sarajevo (in Croatian).
- Rakke, H.* (1988): Probleme der Fütterung in der Teichwirtschaft. *Zft. Binnenfischerei DDR*, 35:22-26
- Safner, R., Treer, T. and Aničić, I.*, 1989: Some economic aspects of the cage culture of European catfish and common carp. Proceedings of the Conference on the Reservoir Fisheries, Mostar, pp. 221-223 (In Croatian)
- Schoppe, P.*, 1987: Der Zeitplangesteuerte Selbst-bedenfutterspender. *Zft. Binnenfischerei DDR*, 34:21-26
- Seidlitz, U.*, 1985: Ergebnisse und Erfahrungen beim Bau und dem Einsatz von Selbstfütterern. *Zft. Binnenfischerei DDR*, 32:345-350
- Zobel, H.* (1989): Die Ausstellung der Binnenfischer auf der Agra. *Zft. Binnenfischerei DDR*, 36:22-26

### **Povzetek**

Cilj raziskave je bilo proučevanje možnosti izboljšanja prirasta krapov v zadnjem delu rastnega obdobja. Uporabljali smo devet ribnikov površine 650 m<sup>2</sup>. V vsakega smo vnesli 1250 dvoletnih krapov/ha s povprečno težo 330 g. Vsakemu ribniku smo dodali 1050 dvoletnih belih amurjev/ha, 61 enoletnih srebrnih tolstolobikov/ha in 77 enoletnih somov/ha. Od 28. maja do 25. julija so bili vsi ribniki obravnavani enako - kot dodatek je bila uporabljena samo koruza. Od tistega dne naprej do zaključka poskusa 3. oktobra smo ribnike razporedili v tri poskusne skupine. Ribe v kontrolni skupini (C) so bile hranjene samo s koruzo, medtem ko smo v drugih dveh skupinah ribe hranili z briketirano hrano, ki je vsebovala 24 % beljakovin. Skupino A smo hranili dvakrat dnevno, skupino B pa "ad libitum" z avtomatskimi krmilniki.

Ob koncu poskusa sta skupini A in B dosegli bistveno boljše ( $P < 0,05$ ) rezultate vzreje kakor kontrolna skupina C. Prirast v skupini B je bil bistveno boljši kakor v skupini A, kar dokazuje uporabnost avtomatskih krmilnikov. Vendar pa je imela briketirana hrana nekoliko večji negativni vpliv na kakovost vode, zato je bila le-ta pri skupini C, kjer smo ribe hranili samo s koruzo, nekoliko boljša.

24 • FEEDING THE TWO-YEAR-OLD COMMON CARP ON PELLETTED FOOD ONLY...

**Table 3:** Mean  $\pm$  s.d. of production performances for common carp (*Cyprinus carpio*) fed for 126 days. Group C was a control one, fed only maize. From, July 25<sup>th</sup> on the other two groups were getting 24% protein pellets - group A twice a day and group ad libitum. Values in any row with the same letter are not significantly different ( $p < 0,05$ )

**Tabela 3:** Povprečna  $\pm$  s.d. navadnega krapa (*Cyprinus carpio*), hranjenega 126 dni. Skupina C je bila kontrolna skupina, hranjena samo s koruzo. Od 25. julija naprej sta ostali dve skupini dobivali 24 % beljakovinskih briketov - skupina A dvakrat dnevno in skupina B ad libitum.

Performance measure Vzrejni parametri	Group Skupina		
	C	A	B
Individual stocking mass (g) Povprečna teža rib (g)	328 $\pm$ 7 <sup>a</sup>	335 $\pm$ 8 <sup>a</sup>	326 $\pm$ 8 <sup>a</sup>
Total stocking mass (kg.ha <sup>-1</sup> ) Skupna teža vloženi rib (kg/ha)	411 $\pm$ 8 <sup>a</sup>	419 $\pm$ 5 <sup>a</sup>	409 $\pm$ 9 <sup>a</sup>
Individual mass on July 25th (g) Povprečna teža rib 25. julija (g)	724 $\pm$ 8 <sup>a</sup>	726 $\pm$ 6 <sup>a</sup>	726 $\pm$ 7 <sup>a</sup>
Individual harvesting mass (g) Prirast posameznih rib (g)	1114 $\pm$ 14 <sup>b</sup>	1434 $\pm$ 5 <sup>b</sup>	1472 $\pm$ 5 <sup>c</sup>
Total harvesting mass (kg.ha <sup>-1</sup> ) Skupni prirast (kg/ha)	1392 $\pm$ 17 <sup>a</sup>	1793 $\pm$ 5 <sup>b</sup>	1840 $\pm$ 6 <sup>c</sup>
Yield (kg.ha <sup>-1</sup> ) Hektarski donos (kg/ha)	981 $\pm$ 11 <sup>a</sup>	1374 $\pm$ 11 <sup>b</sup>	1432 $\pm$ 14 <sup>c</sup>
Growth (g.day <sup>-1</sup> ) Dnevni prirast (g/dan)	6,2 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>	8,7 $\pm$ 2,3 <sup>b</sup>	9,1 $\pm$ 2,6 <sup>b</sup>
Feed conversion Pretvorba hrane	2,9 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	2,2 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	2,3 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>

**Table 4:** Correlation (r) between food intake and water physical and chemical performances  
+ ( $p < 0,05$ ); ++ ( $p < 0,01$ )

**Tabela 4:** Razmerje (r) med prevzemom (intake) hrane in fizikalno kemičnimi parametri vode

Performance measure	Group		
	C	A	B
Temperature	-0,693 <sup>++</sup>	0,705 <sup>++</sup>	-0,727 <sup>++</sup>
Transparency Proznost	-0,620 <sup>++</sup>	-0,703 <sup>++</sup>	-0,702 <sup>++</sup>
O <sub>2</sub>	-0,589 <sup>++</sup>	-0,146	-0,157
CO <sub>2</sub>	0,419 <sup>+</sup>	-0,039	0,025
pH	-0,306	0,130	0,181
Alkalinity Bazičnost	0,471 <sup>+</sup>	0,037	0,180
COD	0,247	0,840 <sup>++</sup>	0,857 <sup>++</sup>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,197	0,398 <sup>+</sup>	0,444 <sup>+</sup>

Table 5: Mean +- s.d. of Secchi disc transparency and water chemical performances

Tabela 5: Srednje vrednosti +- s.d. transparence Secchijeve ploščice in kemični parametri vode

Performance measure	Group		
	C	A	B
Transparency (m) <i>Prozornost</i>	0,48 ± 0,30	0,48 ± 0,31	0,47 ± 0,27
O <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	8,45 ± 2,34	8,14 ± 2,25	8,09 ± 1,77
CO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	5,54 ± 4,02	4,50 ± 3,24	5,10 ± 2,97
pH	08 ± 0,35	8,10 ± 0,33	02 ± 0,22
Alkalinity (mval.l <sup>-1</sup> ) <i>Bazičnost</i>	3,10 ± 0,64	3,47 ± 0,74	3,33 ± 0,75
COD (mgO <sub>2</sub> .l <sup>-1</sup> )	11,77 ± 2,41	14,33 ± 3,18	14,67 ± 3,75
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	0,30 ± 0,09	0,35 ± 0,09	0,35 ± 0,13

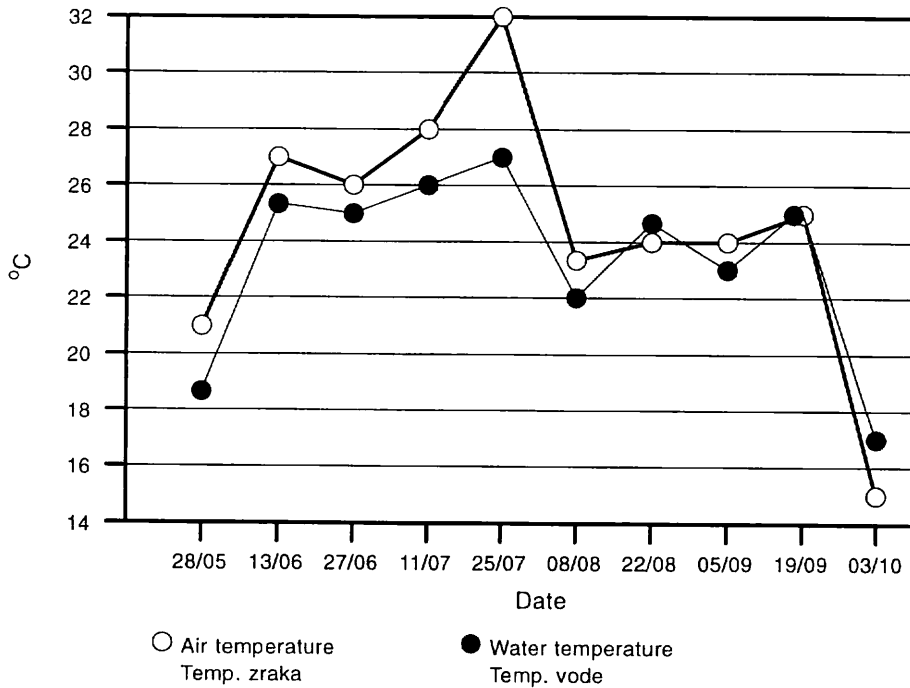


Fig 1: Air and water temperature during the experiment

Fig. 1: Temperatura zraka in vode med poskusom

## Vpliv različnih vrst hrane na rast, razvoj in reprodukcijo vodne bolhe *Daphnia pulex* Leydig (Cladocera)

The impact of different food types on the growth, development and reproduction of *Daphnia pulex* Leydig (Cladocera)

Tatjana SIMČIČ, Anton BRANCELJ

Inštitut za biologijo, Karlovska 19, 61000 Ljubljana, Slovenija

Sprejeto: 1994-06-16

**Ključne besede:** *prehranjevanje / Daphnia pulex / kvaliteta hrane*

### Izvleček

V laboratorijskih razmerah smo proučevali vpliv različnih vrst alg kot vira hrane (modrozeleni cepljivki *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Born et Flah in *Oscillatoria rubescens* (DC) Gom., diatomejo *Asterionella formosa* Hass in zeleno algo *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Berb) na rast, razvoj in reprodukcijo pri vodni bolhi *Daphnia pulex* Leydig. Izkazalo se je, da sta modrozeleni cepljivki najmanj primerni vrsti hrane za *Daphnia pulex*, medtem ko je *Scenedesmus quadricauda* predstavljal najkvalitetnejšo vrsto alg kot vira hrane.

**Keywords:** *feeding / Daphnia pulex / food quality*

### Abstract

The impact of different species of algae as a food source (blue-greens *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Born et Flah and *Oscillatoria rubescens* (DC) Gom., diatomeae *Asterionella formosa* Hass and green alga *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Berb) on the growth, development and reproduction of *Daphnia pulex* was examined in the laboratory. It was indicated that the blue-greens were the last suitable food for *Daphnia pulex*, while *Scenedesmus quadricauda* was the highest quality species of algae as a food source.

### Uvod

Zaradi problema evtrofizacije in cvetenja jezer veliko raziskovalcev proučuje prehrano vodnih bolh. Predvsem raziskujejo, ali vodne bolhe lahko obvladujejo vodni cvet. Ugotovitve si pogosto nasprotujejo, saj nekateri menijo, da imajo vodne bolhe pomembno vlogo pri zmanjševanju ali celo preprečitvi cvetenja. Medtem ko drugi trdijo, da je prevladovanje predvsem modrozelenih cepljivk v evtrofnih jezerih posledica njihove neprimernosti kot hrane za zooplanktonske organizme (Lynch in Shapiro, 1981; Knisley in Geller, 1986; Fulton, 1988; Fulton in Paerl, 1988; Hawkins in Lampert, 1989; de Bernardi in Giussani, 1990; Carrillo s sod., 1990; Christofferson s sod., 1990; Dawidowicz, 1990; Elser s sod., 1990; Gilbert in Durand, 1990; Gliwicz, 1990 a,b; Gulati, 1990; Theiss s sod., 1990; Balseiro s sod., 1991; Elser in Goldman, 1991; Moss s sod., 1991; Arts s sod., 1992; Matveev s sod., 1992; Pechar, 1992; Christofferson s sod., 1993; Hannson in Carpenter, 1993). Raziskave potekajo tako na terenu kot v laboratoriju.

Oblika in velikost alg pogosto prepreči njihov vstop v prebavilo živali, ker pride do motenj že pri samem zbiranju hrane. To je eden od razlogov za neustreznost modrozelenih cepljivk kot hrane za zooplanktonske organizme. Holm s sod. (1983) je ugotovil, da se *Daphnia pulex* ne more prehranjevati z velikimi kosmi *Aphanizomenon flos-aquae*. Posamezne nitaste kolonije, krajše od 1,5 mm, pa živali lahko izkoriščajo kot hrano. Dafnije se učinkoviteje prehranjujejo s krajšimi in ožjimi nitkami (Lampert, 1987; Gilbert in Durand, 1990).

Na zmožnost prehranjevanja z velikimi delci vpliva poleg oblike alg tudi telesna dolžina živali, toda ugotovitve avtorjev si nasprotujejo: nekateri trdijo, da je stopnja izmetavanja velikih delcev iz žleba v filtrirni košari s pomočjo kavljcev na koncu postabdomna višja pri večjih vrstah vodnih bolh (Porter in McDonought, 1984), saj manjše vrste bolj učinkovito izključujejo večje delce, ker imajo ožjo odprtino med robovoma karapaksa, medtem ko drugi menijo, da se večje vrste vodnih bolh lahko uspešno prehranjujejo tudi z večjimi delci hrane (Gliwicz, 1977; Geller in Müller, 1981; G.-Toth, 1987). Zato so *Daphnia magna* Straus, *D. pulex* in *D. pulicaria* Forbes najbolj uspešne v obvladovanju fitoplanktona (Gliwicz, 1990 b; Gulati, 1990). Podobno so ugotovili tudi de Bernardi s sod. (1985), Dawidowicz (1990) in Theiss s sod. (1990). Gilbert in Durand (1990) menita, da je inhibitorni vpliv nitastih kolonij izrazitejši pri večjih osebkih znotraj iste vrste, saj sta opazila, da je prehranjevanje novorojenih osebkov vrste *Daphnia pulex* v prisotnosti nitk anabene manj moteno kot pri odraslih osebkih. Moss s sod. (1991) je iz raziskav na jezeru s prevladujočimi modrozelenimi cepljivkami ugotovil, da *Daphnia hyalina* Leydig proizvaja v takšnih razmerah manjša jajca, iz katerih se razvijejo manjši novorojenci, ki so verjetno bolj sposobni preživeti neugodne razmere v jezeru.

Na zmožnost prehranjevanja z nitastimi kolonijami vpliva tudi fiziološko stanje nitk. V kulturi *Aphanizomenon*, razredčeni s filtrirano vodo, zaradi pomanjkanja dušika ali dviga ozmotskega tlaka občutljivost nitk naraste. Kolonije tako lažje razpadejo in hitreje potonejo, kar je verjetno povezano z znižanjem števila plinskih vakuol in naraščajočim številom heterocist na dolžinsko enoto nitke (Gliwicz, 1990 b). Tako razpadle modrozeleno cepljivke pa so lahko zadosten vir hrane za zooplanktonske organizme, predvsem ko so preraščene z bakterijami (Gliwicz, 1990 b). Podobno je ugotovil tudi George (1983) za vrsto iz rodu *Fragilaria*.

Modrozeleno cepljivke so pogosto neprimerna hrana za dafnije tudi zaradi slabe prebavljivosti, nizke hranilne vrednosti ali strupenosti (Lampert, 1981; Holm in Shapiro, 1984; Infante in Abella, 1985; de Bernardi in Giussani, 1990; Lair, 1991; Moss s sod., 1991; Arts s sod., 1992).

Zelene alge *Scenedesmus acutus* Meyen, *S. dimorphus* Kutz., *S. obliquus* Kutz. in *Ankistrodesmus falcatus* Ralfs predstavljajo kakovostno hrano za vodne bolhe in posamezne zadostujejo kot edini vir hrane (Vijverberg, 1989). Vanni in Lampert (1992) pa sta ugotovila, da je *Oocystis lacustris* Chodat. manj kakovostna vrsta hrane za dafnije kot *Scenedesmus acutus* le pri nizkih koncentracijah hrane, medtem ko pri višjih koncentracijah med njima ni razlike v kakovosti.

### Material in metode dela

Osebkke, uporabljene v poskusih, smo dobili iz laboratorijske kulture *Daphnia pulex* Inštituta za biologijo, izolirane spomladi 1990. Živali so bile pred poskusom hranjene vsak drugi dan z mešano suspenzijo glive kvasovke *Saccharomyces sp.* in zelene alge *Scenedesmus quadricauda*, ki smo jo poimenovali standardna hrana in smo jo kot vrsto hrane uporabili tudi med samim poskusom. Kultura vodnih bolh je uspevala pri sobni temperaturi in na dnevni svetlobi, ki sta nihali v skladu z zunanji pogoji. Akvariji so bili pred neposrednim soncem zaščiteni z zaslonom.

Monokulture alg so izvirale iz banke kultur Inštituta za biologijo: *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Berb, *Asterionella formosa* Hass, *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Born et Flah, *Oscillatoria rubescens* (DC) Gom.

Podatki o velikosti ter suhi teži celic in nitk so v tabeli 1, število celic v kolonijah *Scenedesmus quadricauda* in *Asterionella formosa* pa je predstavljeno v tabeli 2.

Aksenične monokulture *Scenedesmus quadricauda*, *Aphanizomenon flos-aquae* in *Oscillatoria rubescens* so bile gojene v JM (medij po Jaworskem), *Asterionella formosa* pa v diatomejskem mediju DM (Culture Collection of Algae and Protozoa, 1988).

Kulture alg smo gojili v 2000 ml erlenmajericah v termostatirani komori s temperaturo 21°C podnevi in 18°C ponoči ter v fotoperiodi (svetloba : tema = 16:8) z vgrajeno fluorescenčno osvetlitvijo, ki je dajala 40 µEi.

### Določanje suhe teže alg

Suho težo posamezne algne celice oziroma nitke smo izračunali po formuli:

$$a = \frac{b - c}{d * e}$$

a - suha teža posamezne celice oz. nitke (µg)

b - suha teža vseh prefiltriranih celic oz. nitk in filtra (µg)

c - suha teža filtra (µg)

d - koncentracija prefiltrirane kulture (celic oz. nitk/ml)

e - volumen prefiltrirane kulture (ml)

Podatke smo potrebovali za izračun biomase alg, ki je bila dodana v 14 oziroma 28 dneh v posamezno gojišče.

### Izvedba poskusa

Za vsako vrsto hrane smo pripravili štiri paralelke. V steklene posode smo nalili prefiltrirano vodo iz Blejskega jezera in dodali monokulturo, tako da je bila koncentracija hrane v gojiščih z alga *Asterionella formosa* in *Scenedesmus quadricauda*  $1 \cdot 10^4$  celic  $\text{ml}^{-1}$ , v gojiščih z *Aphanizomenon flos-aquae* in *Oscillatoria rubescens* pa  $1 \cdot 10^4$  nitk  $\text{ml}^{-1}$ . V gojišča s standardno hrano smo dodali posebej pripravljeno suspenzijo kvasovk in alge *Scenedesmus*, tako da je bila končna koncentracija alg v mediju od  $1 \cdot 10^4$  do  $2 \cdot 10^4$  celic  $\text{ml}^{-1}$ , kvasovk pa od  $5 \cdot 10^4$  do  $6 \cdot 10^4$  celic  $\text{ml}^{-1}$ . Kot gojitveni medij smo uporabili tudi prefiltrirano vodo (9 µm filter) brez dodane hrane.

V vsako gojišče smo prenesli 15 dafnij z jajci, telesne dolžine  $2,00 \pm 0,23$  mm in s povprečno 2,2 jajci na samico. Vsak dan smo kontrolirali koncentracijo hrane v gojiščih in jo vzdrževali tako, da je bila koncentracija  $1 \cdot 10^4$  celic oz. nitk  $\text{ml}^{-1}$ . Vsak tretji dan smo v vseh gojiščih zamenjali polovico medija s prefiltrirano vodo (9 µm filter) iz Blejskega jezera.

Dve paralelki z vsako vrsto hrane smo prekinili po 14 dneh in dve po 28 dneh trajanja ravnega poskusa, razen pri gojišču z modrozeleno cepiljivko *Aphanizomenon flos-aquae*, kjer so živali poginile že po nekaj dneh, in to v dveh poskusih.

Temperatura medija v gojiščih je bila med poskusom  $24,3 \pm 0,5^\circ\text{C}$ . Koncentracije raztopljenega kisika v gojiščih so znašale med 4,0 in 8,1 mg/l. pH vrednosti so se med poskusom gibale od 7,8 do 8,6.

V vseh gojiščih so bile bakterije, ki jih nismo kvantitativno ovrednotili.

### **Biomasa populacije**

Biomasa populacije vodnih bolh smo izrazili v suhi teži, ki smo jo dobili s pomočjo formule za izračun suhe teže posamezne živali glede na njeno telesno dolžino (Botrell s sod., 1976):

$$\ln W = \ln A + b \ln L$$

W - suha teža ( $\mu\text{g}$ )

$\ln A = 2,46$

$b = 2,52$

L - telesna dolžina (mm)

Kot suho težo jajca smo uporabili suho težo najmanjšega osebka, ki smo ji odšteli 10 % suhe teže (Brancelj, 1991). Eno jajce naj bi tehtalo 2,637  $\mu\text{g}$  suhe teže. Biomasa začetne populacije je znašala 1,1 mg suhe teže.

### **Rezultati**

#### **Struktura populacije**

Grafa 1 in 2 prikazujeta velikostno strukturo populacije *Daphnia pulex*, hranjene z različno hrano, po 14 in 28 dneh.

V tabeli 3 je prikazano povprečno število jajc na celotno populacijo *Daphnia pulex* v posamezni vrsti gojišča po 14 in 28 dneh.

#### **Biomasa populacije**

Po 14 dneh rastnega poskusa z različnimi vrstami hrane (tabela 4) je bilo največ osebkov v gojišču z mešano suspenzijo *Saccharomyces* in *Scenedesmus*, najmanj pa v gojišču z modrozeleno cepljivko *Oscillatoria* kot virom hrane, če izvzamemo gojišče z modrozeleno cepljivko *Aphanizomenon*, v katerem je prišlo do pogina živali že po šestih dneh.

Po 28-dnevem poskusu (tabela 5) je bilo največ osebkov pri gojenju z mešano suspenzijo *Saccharomyces* in *Scenedesmus*, najmanj pa v gojiščih z modrozeleno cepljivko *Oscillatoria*, če ne upoštevamo gojišč z modrozeleno cepljivko *Aphanizomenon*, v katerih je populacija propadla že po petih dneh.

### **Diskusija**

Poskus smo zastavili tako, da smo imeli v vseh gojiščih ves čas približno enako število delcev. Pri vrstah *Asterionella formosa* in *Scenedesmus quadricauda* smo upoštevali število celic, pri nitastih vrstah modrozelenih cepljivk *Aphanizomenon flos-aquae* in *Oscillatoria rubescens* pa število nitk, kar je nekoliko drugačen pristop, kot so ga imeli drugi avtorji (Hawkins in Lampert, 1989; Gilbert in Durand, 1990), ki so upoštevali biomasa alg. Tako smo pri vzdrževanju konstantne koncentracije hrane po potrebi dodajali določeno število celic oz. nitk in zato je bila biomasa dodane hrane v posamezno gojišče na koncu poskusa različna.

Rastne poskuse z monokulturami kot virom hrane smo izvajali pri koncentraciji  $1 \cdot 10^4$  celic oz. nitk  $\text{ml}^{-1}$  in nekoliko višji koncentraciji mešane suspenzije *Saccharomyces* in *Scenedesmus*. To koncentracijo smo izbrali na podlagi mnenja številnih avtorjev (De Mott, 1982; Porter s sod., 1982; cit. v Gilbert in Durand, 1990), da znaša

kritična koncentracija hranilnih deležev (incipient limiting concentration) za vodne bolhe okrog  $1 \cdot 10^4$  celic  $\text{ml}^{-1}$ , po drugi strani pa bi višja koncentracija nitk (*Oscillatoria*, *Aphanizomenon*) in velikih kolonijskih alg (*Asterionella*) povzročila motnje pri filtriranju ter zbiranju hrane.

Kljub temu, da je na rast in reprodukcijo živali vplivala tudi velika gostota lastne populacije (npr. bolj izražena intraspecifična kompeticija za hrano), lahko iz rezultatov razberemo primernost posamezne vrste hrane za prehrano dafnij.

V vseh gojiščih so bili poleg dodane hrane prisotni hranilni delci, manjši od 9  $\mu\text{m}$ , ki s filtriranjem vode niso bili odstranjeni (detrit, bakterije, majhne alge). Količine teh delcev nismo merili, so pa bile v vseh gojiščih približno enake.

Najmanj ugoden vir hrane je predstavljal *Aphanizomenon flos-aquae*, saj so populacije vodnih bolh, ki so se hranile z njim, propadle že po petih oz. šestih dneh. Ti rezultati so v skladu z ugotovitvami drugih avtorjev (Lampert, 1981; Holm in Shapiro, 1984), ki so neprimernost modrozelenih cepljivke *Aphanizomenon* kot edinega vira hrane pripisali nizki hranilni vrednosti in nizki asimilaciji zaužite hrane. V našem primeru pa so bile kot dodaten vir hrane v gojiščih prisotne bakterije, detrit in majhne alge. Zaradi krajše življenjske dobe osebkov *Daphnia pulex* v gojiščih z *Aphanizomenon* kot v gojiščih brez dodane hrane ter razlike med gojiščema z modrozelenima cepljivkama *Aphanizomenon* in *Oscillatoria* (v gojišču z *Oscillatoria* so živali preživele ves čas poskusa kljub prisotnosti daljših in širših nitk), domnevamo, da je bil uporabljeni sev *Aphanizomenon flos-aquae* strupen zaradi prisotnosti afanotoksinov. Holm in Shapiro (1984) nasprotno trdita, da *Aphanizomenon* tudi po vstopu v prebavilo ni strupen. Razlika med gojiščema z modrozelenima cepljivkama bi bila lahko tudi posledica za polovico nižje asimilacijske učinkovitosti za *Aphanizomenon* (cit. v Lampert, 1987).

*Oscillatoria* je lahko neprimeren vir hrane zaradi strupenosti (Infante in Abella, 1985), nezadostne hranilne vrednosti in nizke stopnje asimilacije zaužitih nitk (de Bernardi in Giussani, 1990) ter povečane frekvence izmetavanja nitk s pomočjo kavljcev na koncu postabdorna, kar se odraža v večji energetske potrebi (Porter in McDonough, 1984). Brancelj (1991) je opazil, da deluje oscilatorija pri nižjih koncentracijah (pod 150000 celic  $\text{l}^{-1}$ ) v Blejskem jezeru nevtrarno ali celo stimulatívno na rast populacije, medtem ko začne pri višjih koncentracijah biomasa vodnih bolh naglo upadati.

Številčnost in biomasa boljše populacije v gojiščih z *Oscillatoria rubescens* sta bila v primerjavi z ostalimi vrstami gojišč najnižja, čeprav je bila suha teža dodane hrane v gojiščih z oscilatorijo najvišja (tabeli 4 in 5). Struktura populacije (graf 2) in število jajc (tabela 3) v gojiščih z oscilatorijo po 28 dneh kažeta, da so imele živali dovolj energije za produkcijo jajc. Živali so v tem primeru lahko kot dodaten vir hrane uporabljale tudi fiziološko oslabele nitke, prerasle z bakterijami (Gliwicz, 1990 b). Največji osebki *Daphnia pulex* v gojiščih z oscilatorijo so bili veliki 2,0 mm. To se sklada s trditvami, da so večji osebki bolj inhibirani s prisotnimi nitkami (Porter in McDonough, 1984; Lampert, 1987; Hawkins in Lampert, 1989; Gilbert in Durand, 1990; Gliwicz, 1990 b; Brancelj, 1991), tako da niso preživele. Verjetno je manjša telesna velikost živali pri hranjenju z oscilatorijo tudi posledica naložbe večjega deleža snovi in energije v jajca, tako da samice spolno dozorijo pri manjši telesni velikosti.

V gojiščih brez dodane hrane so vir hrane za živali predstavljali detrit, bakterije in majhne alge, ki s filtracijo vode niso bili odstranjeni. Ker je velikost bakterijskih celic v naravnih vodah med 0,2 in 2  $\mu\text{m}$  (Geller in Müller, 1981), jih osebki *D. pulex* glede na gostoto filtrov na 3. in 4. paru nog lahko filtrirajo (Brendelberger in Geller, 1985), saj so najmanjši delci, ki so lahko filtrirani iz medija, nekoliko večji, kot je gostota filtrov (Gophen in Geller, 1984). Ker vodne bolhe izkoriščajo bakterije in detrit le kot dodatni vir hrane (Theiss s sod., 1990; Lair, 1991), je bila majhna telesna velikost osebkov v gojiščih brez dodane hrane tudi posledica slabše kakovosti hrane in ne le nizke količine

(grafa 1 in 2). Manca in de Bernardi (1987) sta ugotovila pri *Daphnia obtusa* Kurz, da je manjša telesna velikost posledica naložbe večjega deleža energije za reprodukcijo pri zmanjšani količini hrane. Bradley s sod. (1991) ter Glazier in Calow (1992) pa so ugotovili, da imata dihanje in izgradnja karapaksa prednost pred rastjo in razmnoževanjem. Verjetno je tudi to razlog za manjšo telesno velikost osebkov *Daphnia pulex* v gojišču brez dodane hrane.

Primerjava med gojišči brez dodane hrane in gojišči z oscilatorijo kaže na ugodnejše pogoje v prvem tipu gojišč (tabeli 4 in 5). Višje število jajc na populacijo v gojišču z *Oscillatoria* po 28 dneh (tabela 3) bi lahko bilo posledica adaptacije na to vrsto hrane ali pa posledica prehranjevanja s fiziološko oslabeledimi nitkami, preraslimi z bakterijami. Na zmožnost prehranjevanja z nitastimi kolonijami pa vpliva tudi prehranjevalna aktivnost dafnij samih, saj le-ta povzroči predhodno skrajšanje nitk in s tem bolj uspešno zbiranje delcev (Gliwicz, 1990 b). Hawkins in Lampert (1989) ter Gilbert in Durand (1990) so ugotovili, da so pogoji nekoliko boljši v gojiščih z modrozelenimi cepljivkami kot edinim virom hrane v primerjavi z gojenjem v filtrirani vodi, kar se razlikuje od naših rezultatov. Odstopenje je verjetno posledica prisotnosti višje koncentracije nitk v našem primeru, ker pride do povečane stopnje izmetavanja hrane iz žleba v filtrirni košari, ki povzroči visoko stopnjo dihanja in zmanjša stopnjo asimilacije (Porter s sod., 1982), ter prisotnosti hranilnih delcev v filtrirani vodi. Ti so v prisotnosti nitk izmetani skupaj z nitkami (Porter in McDonough, 1984), medtem ko so v gojišču brez dodane hrane lahko uspešno izkoriščeni.

Visok delež osebkov v 5. velikostnem razredu in dokaj visoko število jajc na populacijo v gojiščih s kremenasto algo *Asterionella formosa* po 14 dneh (graf 1, tabela 4) bi lahko potrjevala ugotovitve Schwartz in Ballingerja (cit. v Lampert, 1987), da imajo dafnije, ki se hranijo s kremenastimi algami, višjo starost pri prvi reprodukciji in manjšo velikost zaroda. Obenem imajo daljšo življenjsko dobo in več zaroda kot živali, ki so se prehranjevale z bolj kakovostno hrano. Novorojeni osebki samic, ki so se hranile z visoko kakovostno hrano, dosežejo zrelost prej kot novorojenci samic, ki so se hranile z manj kakovostno hrano (Brett, neobjavljen podatek; cit. v Lundstet in Brett, 1991). Vodne bolhe imajo nižjo asimilacijsko učinkovitost za algo *Asterionella* kot *Scenedesmus* (cit. v Lampert, 1987). Te trditve lahko pojasnijo višje število osebkov v gojiščih za algo *Scenedesmus* v primerjavi z gojišči z algo *Asterionella* po 14 dneh in nižje število po 28 dneh, ko je v gojiščih s *Scenedesmus* že prišlo do zmanjšanja populacije (tabeli 4, 5). Osebki so bili pri hranjenju z algo *Asterionella* pričakovano daljši od osebkov v gojiščih z oscilatorijo in brez dodane hrane, saj je bila za algo *Asterionella* ugotovljena višja asimilacijska učinkovitost v primerjavi z *Oscillatoria* (cit. v Lampert, 1987). Podobno je ugotovil tudi Moss s sod. (1991).

Suha teža dodane hrane v gojišča z algo *Scenedesmus* je bila v primerjavi z ostalimi vrstami gojišč najnižja (izjema mešana suspenzija *Saccharomyces* in *Scenedesmus*), toda število osebkov in biomasa populacije sta bila po 14 dneh najvišja (tabeli 4 in 5). Živali, ki so bile hranjene z algo *Scenedesmus*, so dosegle tudi večjo telesno dolžino v primerjavi z živalmi iz gojišč z drugimi vrstami alg (grafa 1 in 2). Ti rezultati so v skladu z ugotovitvami drugih avtorjev, da zelena alga *Scenedesmus* predstavlja visoko kakovostno hrano za vodne bolhe (Hawkins in Lampert, 1989; Vijverberg, 1989), saj je zaradi svoje velikosti primerna hrana za vse življenjske stadije živali in tako zadostuje kot edini vir hrane (Vijverberg, 1989). Večji delež velikih osebkov in nekoliko nižje število živali po 28 dneh v primerjavi z rezultati po 14 dneh ter nizko število jajc na celotno populacijo (tabela 3) pa kažejo na pomanjkanje hrane, saj je bila zaradi velike gostote populacije in zato bolj izražene intraspecifične kompeticije rast populacije omejena (Hessen, 1990) kljub stalnemu vzdrževanju konstantne koncentracije hrane.

Velika razlika v številu osebkov oz. biomasi populacije med gojiščema z alga *Scenedesmus* in mešano suspenzijo *Saccharomyces* in *Scenedesmus* po 14 dneh (tabela 4) bi bila lahko posledica prisotnosti kvasovk ali pa le višje koncentracije hrane. Nižje število in biomaso osebkov v gojiščih z mešano suspenzijo po 28 dneh (tabela 5) lahko pripišemo podobno kot v primeru z alga *Scenedesmus* pomanjkanju hrane. Nizko je bilo tudi število jajc na celotno populacijo (tabela 3).

### Povzetek

V poskusu smo proučevali vpliv različnih vrst hrane na rast, razvoj ter reprodukcijo pri *Daphnia pulex* v laboratorijskih razmerah. Rastne poskuse smo izvedli pri koncentraciji  $1 \cdot 10^4$  celic oz. nitk  $\text{ml}^{-1}$  za monokulture *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria rubescens*, *Asterionella formosa*, *Scenedesmus quadricauda*. Pri mešani suspenziji *Saccharomyces* in *Scenedesmus* je bila koncentracija hrane višje ( $1 \cdot 10^4$  do  $2 \cdot 10^4$  celic  $\text{ml}^{-1}$  pri *Scenedesmus quadricauda* in  $5 \cdot 10^4$  do  $6 \cdot 10^4$  kvasovk  $\text{ml}^{-1}$ ).

Rezultati gojitev kažejo, da je najmanj primeren vir hrane *Aphanizomenon*, saj so populacije *Daphnia pulex*, ki so se hranile z njim, propadle že po petih oziroma šestih dneh.

Tudi *Oscillatoria* je predstavljala neprimeren vir hrane za to vrsto vodnih bolh, saj so osebkovi v tej vrsti gojišča dosegli dolžine telesa do 2,0 mm in na koncu poskusa je imela populacija manjšo biomaso v primerjavi z začetno populacijo 15 samic z jajci.

*Asterionella* je bila v primerjavi z oscilatorijo bolj kakovosten vir hrane, saj so živali pri hranjenju s kremenasto alga dosegle večjo telesno dolžino (do 2,3 mm) in biomasa populacije na koncu poskusa (po 28 dneh) je bila višja od biomase začetne populacije.

Zelena alga *Scenedesmus* je bila v primerjavi z drugimi vrstami alg oz. modrozelenih cepljivk najbolj primerna hrana, saj so živali pri hranjenju z njo dosegle največjo telesno dolžino (2,6 mm) in samo pri tej vrsti je bila biomasa populacije že po 14 dneh večja od biomase začetne populacije.

Mešana suspenzija *Saccharomyces* in *Scenedesmus* je bila glede na ostale vrste hrane najbolj kakovosten vir, saj sta bila število osebkov in biomasa populacije vodnih bolh v tej vrsti gojišča najvišja.

Če naše raziskave prenesemo na razmere v naravi, lahko zaključimo, da je izmed tukaj obravnavanih monokultur *Scenedesmus quadricauda* najbolj primeren kot hrana za vodne bolhe, medtem ko je cvetenje modrozelenih cepljivk v eutrofnih jezerih verjetno tudi posledica njihove neprimernosti kot hrane za zooplanktonske organizme. Verjetno pa je za dafnije najbolj ugodna mešana hrana, ki jim omogoča uspešno razmnoževanje in hitro rast.

### Reference

- Arts, M. T., Evans, M. S., Robarts, R. D. 1992; Seasonal patterns of total and energy reserve lipids of dominant zooplanktonic crustaceans from a hyper-eutrophic lakes. *Oecologia* (Heidelberg), 90, 4, s. 560 - 571
- Balseiro, E. G., Queimalinos, C. P., Modenutti, B. E. 1991; Evidence of interference of *Asterionella formosa* with the feeding of *Bosmina longirostris*: A field study in a south Andes lake. *Hydrobiologia*, 224, 2, s. 111 - 116
- Botrell, H. H., Ducan, A., Gliwicz, Z. M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbericht-Ilkowska, A., Kurasava, H., Larsson, P., Weglenska, T. 1976; A review of some problem in zooplankton production studies. *Norweg. J. Zool.*, 24, s. 419 - 456
- Bradley, M. C., Perrin, N., Calow, P. 1991; Energy allocation in the cladoceran *Daphnia magna* Straus, under starvation and refeeding. *Oecologia* (Heidelberg), 86, 3, s. 414 - 418

- Brancelj, A. 1991; Model sekundarne produkcije zooplanktona Blejskega jezera na primeru *Daphnia hyalina* (Crustacea: Cladocera). Doktorska disertacija. Ljubljana, BF, Oddelek za biologijo, 144 s.
- Brendelberger, H., Geller, W. 1985; Variability of filter structures in eight *Daphnia* species: mesh-size and filter areas. Journal of Plankton Research, 7, 4, s. 473 - 486
- Carrillo, P., Curz- Pizarro, L., Sanchez- Castillo, P. 1990; Analysis of phytoplankton-zooplankton relationships in an oligotrophic lake under natural and manipulated conditions. Hydrobiologia, 200/201, s. 49 - 58
- Christoffersen, K., Riemann, B., Hansen, L. R., Klynsner, A., Sorensen, H. B. 1990; Qualitative importance of the microbial loop and plankton community structure in eutrophic lake during a bloom of cyanobacteria. Microbial Ecology, 20, 3, s. 253 - 272
- Christoffersen, K., Riemann, B., Klynsner, A., Sondergaard, M. 1993; Potential role of fish predation and natural populations of zooplankton in structuring a plankton community in eutrophic lake water. Limnol.Oceanogr.38 (3): s. 561 - 573
- Culture Collection of Algae and Protozoa, Catalogue of Strains. 1988; Natural Environmental Research Council, s. 18 - 22
- Dawidowicz, P. 1990; Effectiveness of phytoplankton control by large - bodied zooplankton. Hydrobiologia, 200/201, s. 43 - 47
- de Bernardi, R., Giussani, G., Manca, M., Ruffoni, T., Savia, A. 1985; Laboratory effects of three species of *Daphnia* fed on *Scenedesmus* population growth and on selected environmental parameters. Verh.Internat.Verin.Limnol., 22, s. 3030 - 3034
- de Bernardi, R., Giussani, G. 1990; Are blue-green algae a suitable food for zooplankton? An overview. Hydrobiologia, 200/201, s. 29 - 41
- DeMott, W. R. 1982.; Feeding selectivities and relative ingestion rates of *Daphnia* and *Bosmina*. Limnol.Oceanogr., 27, s. 518 - 527
- Elser, J. J., Carney, H. J., Goldman, C. R. 1990; The zooplankton-phytoplankton interface in lakes of contrasting trophic status: an experimental comparison. Hydrobiologia, 200/201, s. 69 - 82
- Elser, J. J., Goldman, C. R. 1991; Zooplankton effects on phytoplankton in lakes of contrasting trophic status. Limnol.Oceanogr., 36, 1, s. 64 - 90
- Fulton, R. S. III. 1988; Grazing on filamentous algae by herbivorous zooplankton. Freshwater Biol, 20, s. 263 - 271
- Fulton, R. S. III, Paerl, H. W. 1988; Effects of the blue green alga *Microcystis aeruginosa* on zooplankton competitive relations. Oecologia 76: s. 383 - 389
- Geller, W., Müller, H. 1981; The filtration apparatus of Cladocera: filter mesh-sizes and their implications of food selectivity. Oecologia (Berlin), 49, s. 317 - 321
- George, D. G. 1983; Interrelations between the vertical distribution of *Daphnia* and chlorophyll a in two large limnetic enclosures. Journal of Plankton Research 5, 4: s. 457 - 475
- Gilbert, J. J., Durand, M. W. 1990; Effect of *Anabaena flos-aquae* on the abilities of *Daphnia* and *Keratella* to feed and reproduce on unicellular algae. Freshwater Biol., s. 577 - 596
- Glazier, D. S., Calow, P. 1992; Energy allocation rules in *Daphnia magna*: Clonal and age differences in effects of food limitation. Oecologia (Heidelberg), 90, 4, s. 540 - 549
- Gliwicz, Z. M. 1977; Food size selection and seasonal succession of filter-feeding zooplankton in an eutrophic lake. Ekol.Pol., 25, s. 179 - 225
- Gliwicz, Z. M. 1990 a; *Daphnia* growth at different concentrations of blue-green filaments. Archiv fuer Hydrobiologie, 120, 1, s. 51 - 66
- Gliwicz, Z. M. 1990 b; Why do cladocerans fail to control algal blooms? Hydrobiologia, 200/201, s. 83 - 97
- Gophen, M., Geller, W. 1984; Filter mesh size and food particle uptake by *Daphnia*. Oecologia, (Berlin), 64, s. 408 - 412
- G.-Toth, L., Zankai, N. P., Messner, O. M. 1987; Alga consumption of four dominant planktonic crustaceans in Lake Balaton. Hydrobiologia, 145, s. 323 - 333
- Gulati, R. D. 1990; Structural and grazing responses of zooplankton community to biomanipulation of same Dutch water bodies. Hydrobiologia. 200/201, s. 99 - 11
- Hansson, L. H., Carpenter, S. R. 1993; Relative importance of nutrient availability and food chain for size and community composition in phytoplankton. Oikos 67, s. 257 - 263

- Hawkins, P. R., Lampert, W. 1989; The effects of *Daphnia* body size on filtering rate inhibition in presence of a filamentous cyanobacterium. *Limnol. Oceanogr.* 34: 1034 - 1089
- Hessen, D. O. 1990; Niche overlap between herbivorous cladocerans; the role of food quality and habitat homogeneity. *Hydrobiologia*, 190, s. 61 - 78
- Holm, N. P., Ganf, G. G., Shapiro, J. 1983; Feeding in assimilation rates of *Daphnia pulex* fed *Aphanizomenon flos-aquae*. *Limnol. Oceanogr.*, 28, s. 677 - 687
- Holm, N. P., Shapiro, J. 1984; Examination of lipid reserves and nutritional status of *Daphnia pulex* fed *Aphanizomenon flos-aquae*. *Limnol. Oceanogr.*, 29, s. 1137 - 1140
- Infante, A., Abella, E. B. 1985; Inhibition of *Daphnia* by *Oscillatoria* in Lake Washington. *Limnol. Oceanogr.*, 30, s. 1046 - 1052
- Knisley, K., Geller, W. 1986; Selective feeding of four zooplankton species on natural lake phytoplankton. *Oecologia (Berlin)*, 69, s. 86 - 94
- Lair, N. 1991; Grazing and assimilation rates of natural populations of planctonic cladocerans in eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 231, s. 197 - 207
- Lampert, W. 1981; Inhibitory and toxic effects of blue - green algae on *Daphnia*. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 66, s. 285 - 298
- Lampert, W. 1987; Feeding in nutrition in *Daphnia*. V Peters, R.H./de Bernardi, R. (Eds.) "*Daphnia*". *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 45, s. 143 - 192
- Lundstedt, L., Brett, M. T. 1991; Differential growth rates of three cladoceran species in response to mono- and mixed-algal cultures. *Limnol. Oceanogr.*, 36, 1, s. 159 - 165
- Lynch, M., Shapiro, J. 1981; Predation, enrichment and phytoplankton community structure. *Limnol. Oceanogr.*, 26, 86 - 102
- Manca, M., de Bernardi, R. 1987; Feeding in energy budget estimations in *Daphnia obtusa*. *Hydrobiologia*, 145, s. 269 - 274
- Matveev, V., Martinez, C. C., Frutos, S. M., Zalocar de Domitrovic, Y. 1992; Population control in planktonic crustaceans of a subtropical lake during seasonal succession. *Archiv fuer Hydrobiologie*, 124, 1, s. 1 - 18
- Moss, B., Stansfield, J., Irvine, K. 1991; Development of daphnid communities in diatom-dominated and cyanophyte-dominated lakes and their relevance to lake restoration by biomanipulation. *Journal of Applied Ecology*, 28, 2, s. 586 - 602
- Pechar, L. 1992; Water blooms of *Aphanizomenon flos-aquae* an ecological study of fish pond populations. *Arch. Hydrobiol. Supplem.* 90 (3): 339 - 418
- Porter, K., Gerritsen, J., Orcutt, J. D. 1984; The effect of food concentration on swimming patterns, feeding behaviour, ingestion, assimilation and respiration by *Daphnia*. *Limnol. Oceanogr.*, 27, s. 932 - 949
- Porter, K. G., McDonough, R. 1984; The energetic cost of response to blue-green algal filaments by Cladocerans. *Limnol. Oceanogr.*, 29, 365 - 369
- Theiss, J., Zielinski, K., Lang, H. 1990; Biomanipulation by introduction of herbivorous zooplankton. A helpful shock for eutrophic lakes? *Hydrobiologia*, 200/201, s. 59 - 68.
- Vanni, M. J., Lampert, W. 1992; Food quality effects of life history traits and fitness in the generalist herbivore *Daphnia*. *Oecologia (Heidelberg)* 92 (1): 48 - 57
- Vijverberg, J. 1989; Culture techniques for studies on growth, development and reproduction of copepods and cladocerans under laboratory and *in situ* conditions - a review. *Freshwater Biol.*, 21, s. 317 - 373

## Summary

The impact of different food types on growth, development and reproduction of *Daphnia pulex* was examined in the laboratory. The growth experiments were done at concentration  $1 \cdot 10^4$  cells or filaments  $\text{ml}^{-1}$  of monocultures of *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria rubescens*, *Asterionella formosa*, *Scenedesmus quadricauda*. The concentration of mixture *Saccharomyces* and *Scenedesmus* was higher ( $1 \cdot 10^4$  to  $2 \cdot 10^4$  cells  $\text{ml}^{-1}$  for *Scenedesmus* and  $5 \cdot 10^4$  to  $6 \cdot 10^4$  cells  $\text{ml}^{-1}$  for yeast).

The results of growth experiments indicated that the least suitable food source was *Aphanizomenon* because the populations of *Daphnia pulex*, which used it as a primary food source, collapsed after five or six days.

*Oscillatoria* was also unsuitable source of food for this species of Cladocera. *Daphnia* specimens in this type of culture had body length up to 2.0 mm and population at the end of the experiment had lower biomass in comparison with initial population of 15 females with eggs.

*Asterionella* was in comparison with *Oscillatoria* a better food source. Animals fed with diatoms as food had higher body length (up to 2.3 mm) and biomass of population at the end of the experiment (after 28 days) was higher than biomass of the initial population.

The green alga *Scenedesmus quadricauda* was the most suitable food. *Daphnia* specimens had the highest body length (2.6 mm) and only at this food type was the biomass of population already after 14 days higher than biomass of the initial population.

The mixture of *Saccharomyces* and *Scenedesmus* was in comparison with other food types the most quality food source. The number of animals and biomass of population were the highest.

If the results of our study are reflected into natural conditions, we can conclude that in comparison with other algae and blue-greens used in our experiment, *Scenedesmus quadricauda* is the most suitable food for *Daphnia*. Probably the dominance of blue-greens in eutrophic lakes is also the result of being an unsuitable food for zooplankton. The most quality food for *Daphnia* seems to be a mixed food type. Individuals consumed it reproduce and grow quickly.

**Tabela 1:** Vrsta hrane, uporabljene v poskusih, širina in dolžina celic, povprečna dolžina kolonij in suha teža posamezne celice oz. nitke;  $\bar{x} \pm 1SD$  (število podatkov)

**Table 1:** Food types used in experiments, width and length of cells, average length of colonies and dry weight of cells or filaments;  $\bar{x} \pm 1SD$  (number of data)

	širina celic width of cells ( $\mu\text{m}$ )	dolžina celic length of cells ( $\mu\text{m}$ )	povprečna dolžina kolonij average length of colonies ( $\mu\text{m}$ )	suha teža celice oz. nitke dry weight of cell or filament (g)
<i>Scenedesmus</i>	$5,17 \pm 0,59$ (20)	$8,70 \pm 1,1$ (20)	$12,6 \pm 3,51$ (20)	$6,834 \cdot 10^{-5}$
<i>Asterionella</i>	$3,98 \pm 0,67$ (37)	$46,96 \pm 14,4$ (43)	$88,45 \pm 25,1$ (20)	$2,361 \cdot 10^{-4}$
<i>Aphanizomenon</i>	$3,54 \pm 0,73$ (25)	$6,40 \pm 0,3$ (30)	$42,47 \pm 25,9$ (64)	$5,329 \cdot 10^{-4}$
<i>Oscillatoria</i>	$4,96 \pm 0,53$ (31)	$7,26 \pm 0,25$ (25)	$103,96 \pm 52,75$ (31)	$1,069 \cdot 10^{-3}$
<i>Saccharomyces</i>	$5,11 \pm 0,92$ (31)	$6,92 \pm 1,04$ (31)	-	$2,667 \cdot 10^{-5}$

**Tabela 2:** Število celic v kolonijah *Scenedesmus quadricauda* in *Asterionella formosa*

**Table 2:** The number of cells in colonies of *Scenedesmus quadricauda* and *Asterionella formosa*

število celic v koloniji number of cells in colony	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Asterionella formosa</i>
1	20,7%	9,0%
2	58,6%	17,8%
3	0,0%	7,1%
4	20,7%	58,9%
5	-	1,8%
6	-	0,0%
7	-	3,6%
8	-	1,8%

**Tabela 3:** Povprečno število jajc na celotno populacijo *Daphnia pulex* v posamezni vrsti gojišča po 14 in 28 dneh

**Table 3:** The average number of eggs in the population of *Daphnia pulex* in different food regimes after 14 and 28 days

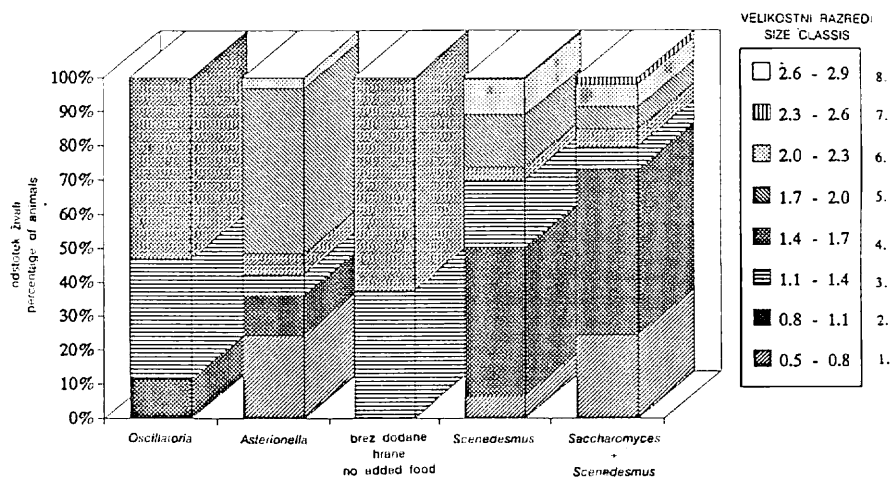
	<i>Oscillatoria</i>	<i>Asterionella</i>	brez dodane hrane no added food	<i>Scenedesmus</i>	<i>Sac-</i> <i>charomyces +</i> <i>Scenedesmus</i>
14 dni 14 days	1	23	0	2	177
28 dni 28 days	17	4	2	1	3

Tabela 4: Populacije *Daphnia pulex* v različnih rastnih pogojih po 14 dneh  
 Table 4: Populations of *Daphnia pulex* in different food regimes after 14 days

	<i>Oscil- latoria</i>	<i>Asterio- nella</i>	brez dodane hrane no added food	<i>Scenedes- mus</i>	<i>Saccha- romyces + Scene- desmus</i>	<i>Apha- nizomenon</i>
št. dni gojitve <i>days of growth experiment</i>	14	14	14	14	14	6
povpr. št. osebkov v populaciji <i>average number of individums in population</i>	8,5	16,5	20,0	77,5	772,0	0
suha teža populacije <i>dry weight of population (mg)</i>	0,223	0,648	0,581	2,075	15,756	0
št. dodanih celic oz. nitk hrane <i>number of added cells or filaments (*10<sup>7</sup>)</i>	4,044	7,430	0	8,050	8,400 <i>Scenede- smus</i> 22,400 kvas yeast	3,450
suha teža dodane hrane <i>dry weight of added food (mg)</i>	43,245	17,545	0	5,501	5,740 <i>Scenede- smus</i> 5,976 kvas yeast	18,386

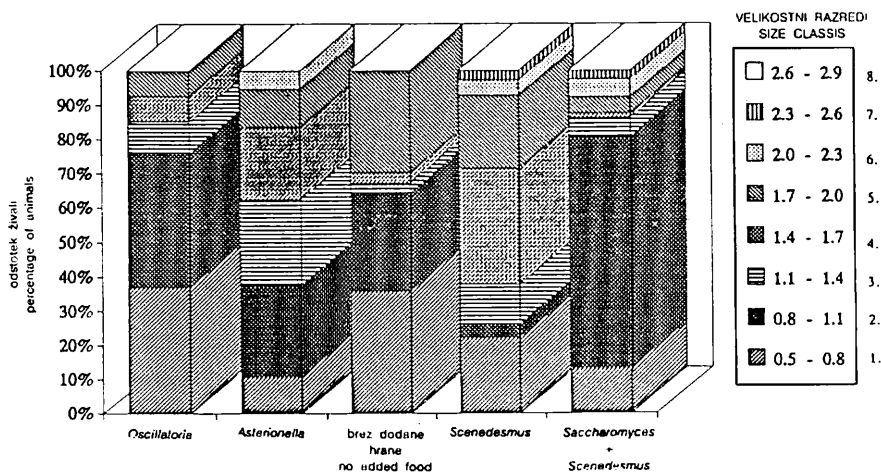
Tabela 5: Populacije *Daphnia pulex* v različnih rastnih pogojih po 28 dnehTable 5: Populations of *Daphnia pulex* in different food regimes after 28 days

	<i>Oscil- latoria</i>	<i>Asterio- nella</i>	brez dodane hrane no added food	<i>Scenede- smus</i>	<i>Saccha- romyces</i> + <i>Scene- desmus</i>	<i>Aphani- zome- non</i>
št. dni gojitve <i>days of growth experiment</i>	28	28	28	28	28	5
povpr. št. osebkov v populaciji <i>average number of individums in population</i>	27,0	142,5	33,5	70,0	235,5	0
suha teža populacije <i>dry weight of population (mg)</i>	0,418	3,021	0,763	2,685	4,134	0
št. dodanih celic oz. nitk hrane <i>number of added cells or filaments (*10<sup>7</sup>)</i>	5,872	14,310	0	15,050	15,600 <i>Scenede- smus</i> 41,600 kvas yeast	2,100
suha teža dodane hrane <i>dry weight of added food (mg)</i>	62,792	33,791	0	10,285	10,661 <i>Scenede- smus</i> 11,098 kvas yeast	11,192



Graf 1: Velikostna struktura populacije *Daphnia pulex* po 14 dneh rastnega poskusa z različnimi vrstami monokultur kot virom hrane pri koncentraciji  $1 \cdot 10^4$  celic oz. nitk  $\text{ml}^{-1}$  ter mešano suspenzijo ( $1 \cdot 10^4$  do  $2 \cdot 10^4$  celic  $\text{ml}^{-1}$  za *Scenedesmus quadricauda* in  $5 \cdot 10^4$  do  $6 \cdot 10^4$  kvasovk  $\text{ml}^{-1}$ )

**Graph 1:** Population size structure of *Daphnia pulex* after 14 days of growth experiment in different monocultures as food source at concentration  $1 \cdot 10^4$  cells or filaments  $\text{ml}^{-1}$  and mixture ( $1 \cdot 10^4$  to  $2 \cdot 10^4$  cells  $\text{ml}^{-1}$  for *Scenedesmus quadricauda* and  $5 \cdot 10^4$  to  $6 \cdot 10^4$  cells of yeast  $\text{ml}^{-1}$ )



**Graf 2:** Velikostna struktura populacije *Daphnia pulex* po 28 dneh rastnega poskusa z različnimi vrstami monokultur kot virom hrane pri koncentraciji  $1 \cdot 10^4$  celic oz. nitk  $\text{ml}^{-1}$  ter mešano suspenzijo ( $1 \cdot 10^4$  do  $2 \cdot 10^4$  celic  $\text{ml}^{-1}$  za *Scenedesmus quadricauda* in  $5 \cdot 10^4$  do  $6 \cdot 10^4$  kvasovk  $\text{ml}^{-1}$ )

**Graph 2:** Population size structure of *Daphnia pulex* after 28 days of growth experiment in different monocultures as food source at concentration  $1 \cdot 10^4$  cells or filaments  $\text{ml}^{-1}$  and mixture ( $1 \cdot 10^4$  to  $2 \cdot 10^4$  cells  $\text{ml}^{-1}$  for *Scenedesmus quadricauda* and  $5 \cdot 10^4$  to  $6 \cdot 10^4$  cells of yeast  $\text{ml}^{-1}$ )

## Poročila • Reports

### Prvi mednarodni simpozij o hidrauliki habitatov

Marko BERTOK

Zavod za ribištvo Ljubljana

Konec avgusta je Norveški inštitut za tehnologijo iz Trondheima organiziral prvi mednarodni simpozij o hidravliki vodnih habitatov. Kongresa se je udeležila cela vrsta strokovnjakov iz vsega sveta, ki se pri svojem delu srečujejo s problematiko odnosov med lastnostmi vodnega okolja in življenjskimi združbami tega okolja. Prisotni so bili tako hidroinženirji, ki so po naravi dela bolj vezani na poznavanje fizikalnih parametrov okolja in hidrologije, kot tudi biologi in ihtiologi, ki se posvečajo proučevanju življenjskih združb in posameznih vrst oziroma njihovi odvisnosti od fizikalnih parametrov habitatov.

Delo simpozija je bilo organizirano v dveh sekcijah, prva je bila usmerjena bolj tehnično, druga pa bolj biološko. Posamezna predavanja so bila izredno zanimiva. Različni avtorji so podali svoje ugotovitve o posrednih in neposrednih vplivih hidrologije in hidravlike pri izboru habitatov posameznih ribjih vrst v različnih letnih časih, vplivu fizikalnih lastnosti habitata na biodiverzitetu sladkovodnih ekosistemov, vplivu transporta plavnin na dolvodne ekosisteme, modelih za simulacijo različnih fizikalnih parametrov habitata (PHABSIM) in njihovi praktični uporabi pri projektiranju in izvajanju hidrogradenj, kot so mostovi, pregrade in drugih objektih, ki lahko spremenijo fizikalne parametre vodnega okolja.

Zanimiva je bila predstavitev japonskega avtorja S. Nakamure o modeliranju hrapave drče v funkciji prehoda za ribe ali M. Leclerca s sodelavci o izračunavanju posameznih fizikalnih parametrov drstišča lososov in večji oziroma manjši učinkovitosti posameznih rečnih odsekov za njihovo drst. G.A. Janauer je predstavil MaB (Človek in biosfera) program UNESCO o vodno-kopenskih ekotonih, njihovem pomenu ter odvisnosti od vodnega režima, s posebnim poudarkom na študiju o Donavi na avstrijskem ozemlju.

Nekaj avtorjev je v svojih predavanjih pojasnjevalo vlogo vodnih rastlin na koeficient trenja oziroma upor vode in sploh vodni režim. Nekateri so se osredotočili na vpliv odmiranja obvodnih dreves, plavljenje hlodovine in vplivih tega procesa na vodni režim ter življenjske združbe.

Skupina avtorjev iz Italije je pojasnjevala probleme pri določanju ekološko sprejemljivega pretoka v povezavi z varstvom vodnih združb v predalpskem svetu Italije.

Izmed ribjih vrst oziroma njihovih habitatov je bilo največ pozornosti posvečene lososu, potočni postrvi in lipanu.

Posamezni prispevki so bili posvečeni tudi ukrepom za izboljšanje življenjskih pogojev v vodnem okolju, ki je bilo degradirano zaradi nekakovostno izvedenih hidrogradenj, tako imenovanih trdih regulacij. V tem sklopu je bil predstavljen tudi referat avtorjev M. Bertoka in F. Rojnika z naslovom Revitalizacija Glinščice. V nadaljevanju podajamo povzetek referata.

#### Revitalizacija Glinščice

Glinščica je majhen potok v bližini Ljubljane, izvira nad Glincami in se v Ljubljani izliva v Gradaščico (porečje Save). Do druge svetovne vojne je imela Glinščica naravno strugo, po koncu vojne pa so jo pričeli urejati. Zaradi zemeljskih brežin so se pri reguliranju korita stalno pojavljale težave in dela niso bila izvedena sistematično. Leta 1974 so Glinščico obložili z betonskimi ploščami in jo spremenili v kanal. Posekali so obrežno vegetacijo, njene brežine pa se odtlej redno kosijo.

V sklopu projekta Voda in prostor je bil na podlagi predhodnih hidroloških, bioloških in ihtioloških raziskav pripravljen idejni projekt revitalizacije.

Na podlagi rezultatov ihtioloških raziskav lahko ugotovimo, da živijo v Glinščici naslednje ribje vrste:

CYPRINIDAE	<i>Leuciscus cephalus cephalus</i> - klen <i>Leuciscus souffia agassizi</i> - blistavec <i>Phoxinus phoxinus</i> - pisanec <i>Barbus meridionalis petenyi</i> - pohra <i>Gobio gobio obtusirostris</i> - globoček <i>Alburnoides bipunctatus</i> - pisanka <i>Rhodeus sericeus amarus</i> - pezdirk
COBITIDAE	<i>Noemacheilus barbatulus</i> - babica

Vodilna ribja vrsta je klen. Primerjava naseljenosti v zgornjem delu, ki je urejen z zemeljskimi brežinami in obraščen z grmovjem, ter spodnjim betonskim delom kaže na veliko razliko. Spodnji del je namreč mnogo bolj reven, ribja populacija je tu manj številna.

Biološke analize kažejo, da je onesnaženje nizko, saj lahko za vsa tri odzemna mesta ugotovimo drugi kakovostni razred. Sredi poletja izmerjene temperature vode kažejo, da temperatura ni previsoka za naselitev potočne postrvi in koščaka (*Austropotamobius torrentium*), ki sta potok pred izvedbo regulacije naseljevala.

Program revitalizacije predvideva izvedbo pilotnih projektov na nekaj mestih v spodnjem delu Glinščice, s katerimi bi izboljšali tiste fizikalne parametre vodnega okolja (globina vode, pokrovnost, struktura vode in hitrost vode), ki so bistveni za naselitev potočne postrvi, obenem pa poplavna varnost in stabilnost brežin ne bi bila zmanjšana.

## Rastlinske čistilne naprave (RČN) kot sistemi za zaščito ogroženih voda v Sloveniji

Prof.dr. Dani Vrhovšek,

zasebni raziskovalec, Požarnice 41, 61357 Notranje Gorice

Mag. Tjaša Bulc,

Vodnogospodarski inštitut, Hajdrihova 28, 61000 Ljubljana

Rastlinske čistilne naprave predstavljajo relativno nov način čiščenja, čeprav je vloga rastlin pri čiščenju poznana že zelo dolgo. Gre namreč za sistem čiščenja, ki posnema samočistilno sposobnost narave, kjer so v proces čiščenja vključeni aerobni in anaerobni mikroorganizmi, različne vrste močvirskih rastlin in mešanice substrata.

Čiščenje poteka v mikroekosistemih substrata, v katerih predstavljajo celoto močvirske rastline skupaj s svojimi koreninskimi in rizomskimi sistemi ter mikroorganizmi. Tako s procesi asimilacije v biomaso, razgradnje s pomočjo mikroorganizmov in adsorpcije, filtracije ter sedimentacije odstranjemo iz odpadne vode nitrata, fosfate, amoniak, težke kovine in druge strupene snovi.

Prednosti rastlinskih čistilnih naprav se kažejo predvsem v visoki učinkovitosti čiščenja odpadnih voda, v nizkih stroških izgradnje, enostavnemu vzdrževanju in v tem, da za delovanje nista potrebni niti energija niti strojna oprema in da so okolju prijazne.

Zaradi naštetih značilnosti in zato, ker je za velike obremenitve potrebna večja površina zemljišča, se rastlinske čistilne naprave najpogosteje uporabljajo za:

- čiščenje voda iz skupnih hiš, kmetij, farm, kampov in manjših naselij do 1000 PE,
- za večje obremenitve do 5000 PE, če je prostor na razpolago,
- za izcedne vode iz deponij in druge odplake, ki vsebujejo strupene snovi (težke kovine, pesticide, fenole),
- za terciarno čiščenje pri obstoječih čistilnih napravah,
- za vode, ki so obarvane,
- za onesnažene vode na vodovarstvenih območjih (viri pitne vode, zaščita talnice, zaščita jezer),
- povsod tam, kjer je ekonomsko-ekološka gradnja upravičena,
- za individualne hiše, še zlasti, če je priklop na kanalizacijo oddaljen.

Triletna študija o možnostih čiščenja odpadnih voda z rastlinskimi čistilnimi napravami v Sloveniji, ki sta jo omogočili MZT in MOP, je pokazala, da je uporaba rastlinskih čistilnih naprav možna in smiselna.

V tem času smo v Sloveniji postavili osem rastlinskih čistilnih naprav ter izdelali nad 30 projektov. Prav tako smo v sodelovanju z IND - ECO postavili rastlinsko čistilno napravo v Italiji.

Za bazične raziskave smo izgradili dve pilotni napravi.

Naša ekipa strokovnjakov, ki je sodelovala pri postavljanju rastlinskih čistilnih naprav, si je tako pridobila veliko praktičnih in teoretičnih izkušenj, dodatne izkušnje pa so si pridobili z izmenjavo informacij in izpopolnjevanjem v tujini. Za vse bazične raziskave in monitoring obstoječih rastlinskih čistilnih naprav smo usposobili kemijski laboratorij s terensko opremo z namenom razširjanja v ekološko-razvojni center za tovrstno čiščenje.

Vse dosedanje raziskave kažejo, da so rastlinske čistilne naprave najpomembnejše za čiščenje komunalnih odpadnih voda iz naselij, za izcedne vode iz komunalnih deponij ter odpadne vode iz manjših obratov, za katere je postavljanje klasičnih čistilnih naprav predrago. Na ta način bi bilo možno preprečevati nenadzorovano onesnaženje talnice, pitnih virov, jezer, vodotokov in čistiti onesnažene vode pri spiranju iz avtocest.

Zaradi turistične usmerjenosti Slovenije pa se bodo gotovo pojavile še večje zahteve za čiščenje odpadnih voda tudi le sezonsko obremenjenih področij (planinske koče, kampi, turistična naselja) in nekaterih turistično zanimivih jezer, s čemer bo uporaba rastlinskih čistilnih naprav še smiselnejša.

S stališča ribištva oziroma ribogojstva pa so RČN zanimive zato, ker:

- preprečujejo onesnaževanje zaščitenih vodotokov,
- čistijo onesnažene vode iz ribogojnic,
- kondicionirajo dotočno vodo v ribogojnice,
- zaščitijo stoječe vode (ribnike, bajerje, jezera itd.) pred onesnaženim dotokom.

Izjemno zanimivo in v Ameriki že uporabljeno pa je izkoriščanje očiščene vode (prek RČN) za gojenje rib.

V Ajdovščini smo na pilotni napravi postavili dva takšna sistema, ko prečiščena voda teče v ribnik. Rezultati so spodbudni.

Menimo, da je sistem RČN, kjer prečiščena voda teče v ribnik, posebno zanimiv tam, kjer je voda malo in je z njo treba ravnati skrajno racionalno.

Glede na izkušnje doma in po svetu ter izjemno hiter razvoj rastlinskih čistilnih naprav smo mnenja, da imajo ti sistemi tudi v ribištvu in ribogojstvu veliko prihodnost.



**Srečanja, kongresi, simpoziji, konference**  
**Meetings, Congresses, Symposiums, Conferences**

**Aquaculture Europe '95 - Aquanor '95**

Trondheim, Norway, 9.-12.8.1995

Naslov:

EAS secretariat

Aquaculture Europe '95

Coupure Rechts 168

B-9000 Gent, Belgium

Tel: +32-9-223 77 22

Fax: +32-9-223 76 04

**First European Aquaculture Society Regional Symposium on Aquaculture**  
**in Conjunction with the Society for Experimental Biology (SEB)**

University of St Andrews, Scotland 6.-7.4.1995

Naslov:

Dr N. Hazon, Gatty Marine Laboratory

University of St Andrews

Fife KY16 8LB, Scotland

### Navodila sodelavcem

Rokopis je treba poslati v dveh izvodih na naslov: Uredništvo revije ICHTHYOS, Zavod za ribištvo, Ljubljana, Župančičeva 9, Slovenija.

Vsebina mora biti tipkana le na eni strani lista velikosti A 4, z dvojnimi razmikom med vrsticami, stranski rob mora biti širok 5 cm.

Dela so lahko pisana v slovenščini ali v angleščini.

Naslovna stran članka:

Na naslovni strani morajo biti po naslednjem vrstnem redu tile podatki:

Naslov - v slovenščini

Naslov - v angleščini

Ime in priimek avtorja, ustanova

Sprejeto: (izpolni uredništvo)

Deskriptorji

Izvleček (v slovenščini)

Vsebovati sme največ 300 znakov.

Descriptors

Abstract (v angleščini)

Ostala vsebina mora biti razdeljena po naslednjih poglavjih:

Uvod: Vsebovati mora kratko razlago, zakaj je bila raziskava, ki jo vsebina članka zajema. V uvodu ne smejo biti podani rezultati, ugotovitve itd., ampak predvsem namen in cilj raziskave. V uvodu morajo biti splošno znana dejstva raziskovanega področja.

Material in metode dela: Ta del mora biti kratek, jedrnat, vsebovati pa mora taka navodila, da je poskus možno ponoviti.

Rezultati in diskusija: V tem delu so razloženi rezultati raziskave, njihov pomen.

Obsežnejši povzetek (v slovenščini).

Literatura: Najprej je avtorjev priimek, ime in letnica izdaje. Če je avtorjev več, se pišejo imena z začetnico. Kadar je za enega avtorja navedenih več del v istem letu, postavimo pred letnico črke a, b, c itd. Literatura mora biti pisana po abecednem vrstnem redu avtorjev.

Primer: Horvat, M. 1980: Vodni makrofilni kot limnološki indikatorji. Ribarstvo Jugoslavije 22 (6), 155-156, Zagreb.

Obsežnejši povzetek v tujem jeziku.

Ta mora imeti naslov v tujem jeziku in ime in naslov avtorja.

### Ostala priporočila

Znanstvena imena morajo biti izpisana za vsak organizem v celoti (rod, vrsta, avtor), ko so prvič omenjena v vsebini. Kadar je domače ime organizma (če se v vsebini uporablja) omenjeno prvič, ga mora spremljati pravilno znanstveno ime. Latinska imena organizmov morajo biti podčrtana.

### Tabele, slike, grafikoni itd.

Vsaka tabela mora biti na posebnem listu, v tabeli mora biti ves tekst. Tabele morajo biti oštevilčene z arabskimi številkami.

Enako morajo biti oštevilčene tudi slike in fotografije. Besedilo k fotografijam mora biti na posebnem listu. Na hrbtini strani vsake slike in fotografije mora biti ime avtorja in zaporedna številka v tekstu, napisana z navadnim svinčnikom. Položaj slike, fotografije, grafikona v vsebini članka naj bo označen na robu prispevka.

Tekst k slikam, grafikonom, fotografijam mora biti v slovenščini in v angleškem jeziku.

Lektoriranje besedil v slovenščini in v angleškem jeziku prevzema izdajatelj revije.

## Instructions concerning manuscripts

Two copies of a manuscript should be sent to: ICHTHYOS editorial office, Fisheries Institute, Ljubljana, Župančičeva 9, Slovenia. The manuscript should be typed on only one side of paper size A4 with double spacing and a 5 cm wide margin.

Contributions may be written in Slovene or in English.

The title page of the manuscript:

The title page should have in the following order:

Title - in Slovene

Title - in English

Name and surname of the author(s), institution

Accepted: (completed by the editorial office)

Descriptors in Slovene

Abstract in Slovene (not more than 300 signs)

Descriptors in English

Abstract in English

The remaining manuscript should be divided into the following sections:

**Introduction:** The introduction should contain the purpose and aim of the research work. Generally known facts concerning the studied field should be included.

**Material and methods:** This part should be short, concise and should contain instructions written in such a manner that the experiment can be repeated.

**Results and discussion:** The results of the research and their significance should be explained in this section.

An extensive summary in Slovene

**Literature:** Authors surname, name and year of publication. If there are several authors the names are written with initials. When more than one article published in the same year is cited for an author the letters a, b, c, etc., should be placed in front of the year of publication. Literature must be written in alphabetical order of the authors.

For example: Horvat, M. 1980: Vodni makrofili kot limnološki indikatorji. *Ribarstvo Jugoslavije* 22 (6), 155-156, Zagreb.

An extensive summary in English.

It must contain the title in English as well as the name and address of the author(s).

### Other recommendations

Scientific names must be written out entirely for each organism (genus, species, author), when they are mentioned for the first time. When a familiar name of an organism (if used in the text) is mentioned for the first time, the correct scientific name should also be stated. Latin names of organisms should be underlined.

### Tables, illustrations, graphs, etc.

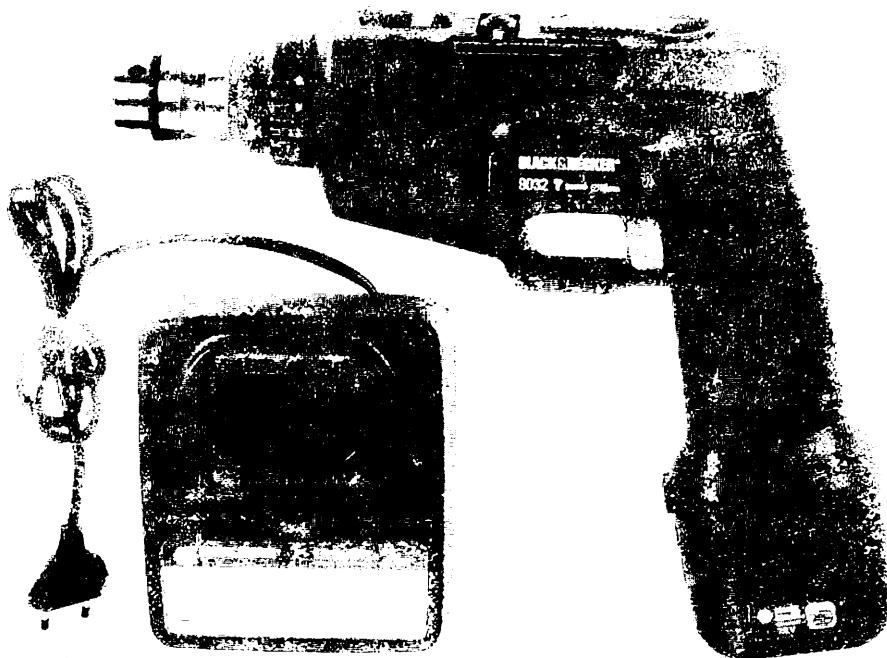
Each table should be on a separate list of paper, the entire text should be included in the table. Tables must be numbered with arabic letters.

Illustrations and photographs should be numbered in the same manner. Text pertaining to photographs must be on a separate list. On the back side of each illustration and photograph the name of the author and the successive number in the text should be written with a pencil. The site of the illustration, photograph or graph in the article should be marked at the margin of the contribution. Texts to the illustrations, graphs, photographs must be in Slovene and English.

Reading of the texts in Slovene and English will be carried out by the editor of the journal.



## AKUMULATORSKI VRTALNIK 9032 BLACK & DECKER



### AKUMULATORSKI VRTALNIK TUDI ZA BETON

Vrhunska kakovost, najmodernejša tehnologija in inovativnost so odlike izdelkov vodilnega proizvajalca električnega ročnega orodja na svetu.

Black & Decker nudi bogato izbiro električnega orodja za vsakogar, in sicer za delo v industriji, obrtnih delavnicah, doma in na vrtu.

Akumulatorski vrtalnik 9032 napaja zamenljivi 9,6-voltni baterijski komplet, nameščen v ročaju. Vrtalnik omogoča enostavno vrtenje v vse vrste materiala - les, kovino in beton, pa tudi vijachenje v najtežje dostopnih mestih. Dvostopenjski nastavitvi vrtljajev in hitrosti udarjanja je dodana elektronska brezstopenjska nastavitve vrtljajev z vklopnim stikalom in preklopnik za levo/desno smer vrtenja pri vijachenju. Vrtalnik tehta le 1,9 kg, doseže

največji vrtilni moment 10 NM in ima vpenjalno glavo  $\varnothing$  10 mm.

Z vrtalnikom dobite polnilnik baterijskega kompleta, poleg tega pa lahko dokupite še dodatni baterijski komplet in hitri polnilnik. Ko se baterijski komplet izprazni, ga lahko hitro zamenjate z novim, že napolnjenim. Tako lahko z vrtalnikom v kombinaciji s hitrim polnilnikom tako rekoč nenehno delamo.

Dodatne informacije o proizvodnem programu vam bomo z veseljem posredovali.

Naš naslov je:



G-M&M, d.o.o.  
61290 Grosuplje, Brvace 11  
tel. n.c.: (061) 763-511  
faks: (061) 763-023

*proizvodnja, zastopanje in distribucija*

BLACK & DECKER - ZANESLJIVO ORODJE ZA ZAHTEVNA DELA

# ZAVOD ZA RIBIŠTVO

LJUBLJANA, ŽUPANČIČEVA 9  
\* Z RIBOGOJSTVI: BOHINJ, OBRH, SAVA IN SOČA \*  
TEL.: CENTRALA (061) 214-934, DIREKTOR (061) 212-392

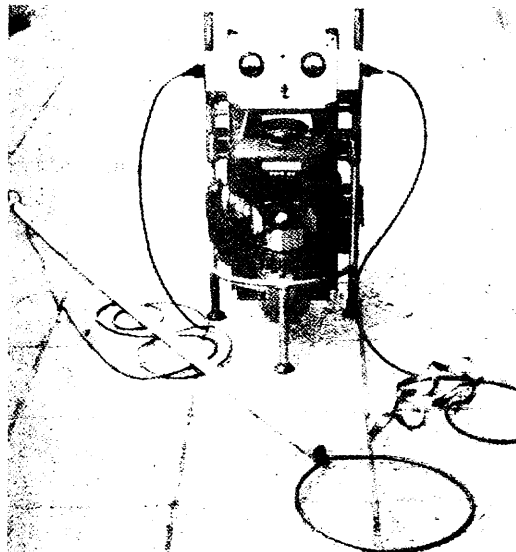


## ELEKTRO AGREGAT ZA ODLOV RIB "POTOK 1200"

Nahrtni elektro agregat POTOK 1200 je primeren za odlov rib v potokih in manjših rekah. Je lahek (aluminijasta konstrukcija) in priročen za delo. Primeren je za odlov mladice kot tudi za odrasle ribe.

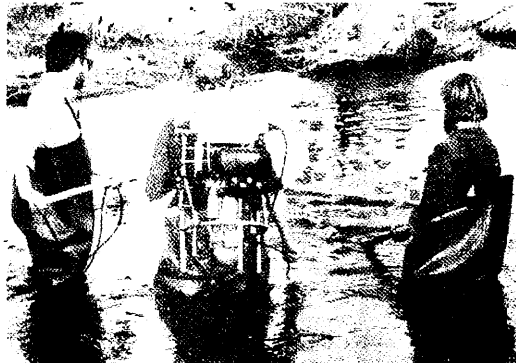
### TEHNIČNI PODATKI:

- izhodna napetost 300/500 V
- tok 2/4 A
- maks moč 1200 W
- kratkostično zavarovan
- 2-taktni motor z direktno spojenim generatorjem s sklopko
- teža 25 kg
- zaščitni razred 2



### SEZNAM PRIBORA:

- anoda z loparjem in 10 m kabla
- katoda s pletenico in 3 m kabla
- orodje



Načrtovanje, izdelava, prodaja in servis: Zavod za ribištvo  
Ljubljana, 61000 Ljubljana, Župančičeva 9.

# ZAVOD ZA RIBIŠTVO



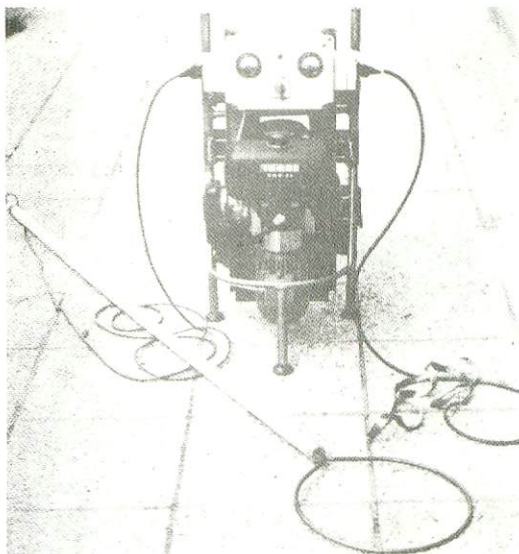
LJUBLJANA, ŽUPANČIČEVA 9  
\* Z RIBOGOJSTVI: BOHINJ, OBRH, SAVA IN SOČA \*  
TEL.: CENTRALA (061) 214-934, DIREKTOR (061) 212-392

## ELECTRICAL GENERATOR SET FOR CATCHING FISH 2 POTOK 1200

The electrical generator set "POTOK 1200" which is carried on the back is suitable for catching fish in brooks and smaller rivers. As it is constructed of aluminum its weight is reduced to minimum making it easy to handle. It is suitable for catching young as well as adult fish.

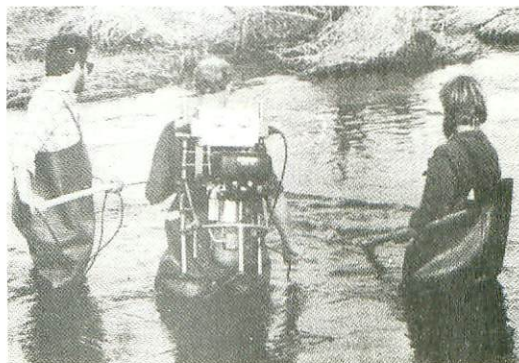
### TECHNICAL DATA:

- output voltage 300/500 V
- current 2/4 A
- max power 1200 W
- short circuit protected
- 2-measure motor, directly connected with the cogwheel
- weight 25 kg
- grade of protection 2



### LIST OF STANDARD EQUIPMENT:

- anode with catcher and 10 m cable
- cathode with 3 m cable
- maintenance tools
- instructions manual



Planing, construction, sales and service: Research Institute of Fisheries,  
Ljubljana, 61000 Ljubljana, Župančičeva 9.