



Naučni i stručni radovi

UDK 639.31:546.212:597.553.2(285.3:497.13)

Izvorni znanstveni članak

Utjecaj osciliranja koncentracije kisika u vodi na njegovu potrošnju kod mlađa dužičaste pastrve (*Salmo gairdneri* Rich.)

B. Kulišić

Izvod

Radi maksimalnog iskorištavanja raspoloživog slobodno otopljenog kisika redovitim je ispitivanjem određena prosječna vrijednost njegove koncentracije u dolaznoj vodi. Jednako tako redovito je ispitivana njegova količina što ga iskorsite ribe i sve uspoređivano s postojećim definiranim vrijednostima kisika što ga potroše pastrve različitih masa pri različitim temperaturama.

UVOD

Jedan od osnovnih parametara koji primarno utječe na higijensko stanje u uzgojnom prostoru jest koncentracija slobodno otopljenog kisika.

Sve dosad u svijetu objavljene metode za definiranje kapaciteta nosivosti uzgojnih jedinica izravno ili posredno osnivaju se na količini raspoloživog kisika za ribe.

Određivanje kapaciteta nosivosti u nekom ribnjaku osnovna je pretpostavka optimalnih mogućnosti eksploatacije prirodnog resursa, a to pridonosi najrentabilnijem načinu proizvodnje, jer se uz jednak protok vode, bazenski prostor i radnu snagu postiže optimalna proizvodnja.

Upotrebom jednadžbi za definiranje ravnoteže slobodno otopljenog kisika u vodi s atmosferskom fazom određena je prosječna vrijednost zasićenosti vode kisikom kojom se opskrbljuju bazeni na ribogojilištu u Kninu. S pomoću spomenutih jednadžbi kojima se određuje potrošnja kisika po ribi uspoređivana je stvarna potrošnja s obzirom na stanje uhranjenosti i osciliranje koncentracije kisika u dolaznoj vodi.

Dr. Božidar Kulišić, PZ »Orlić-Markovac«, Pastrvsko ribogojilište, Knin. Referirano na Savjetovanju o selekciji, introdukciji i novim saznanjima o hranidbi pastrva, održanom od 24. do 26. maja 1989. u Peruću.

Svrha je ovog rada bila da se odredi mogućnost da ribe optimalno iskoriste vodu izvora rijeke i da se time s obzirom na raspoloživi kisik i definira nosivost bazena u kojima se uzgaja riblji mlađ. Obavljeni pokusi služili su i za rutinsku obuku osoblja za laboratorijske pretrage, a izneseni matematički izražaji u SI (međunarodni sustav) sustavu mogu poslužiti tehnolozima na svakom ribnjaku i stoga ovaj rad ima i praktični karakter.

MATERIJAL I METODE

U pokusu sam se služio dužičastim pastrvama *Salmo gairdneri* Rich., u dobi od mjesec dana (Vuković i Ivanović, 1971), proizvedenim u pastrvskom ribogojilištu u Kninu. Sva je riba bila iz mrijesta od istog dana. Početna pojedinačna dužina ribe bila je oko 3,2 cm s najvećom razlikom od 0,33 cm. Pokusom je bilo obuhvaćeno 158 238 riba koje su bile raspoređene u tri skupine s različitim gustoćama nasada. Mlađ u skupini III. smješten je u najgušćem, a u skupini I. u najrjeđem nasadu. Naime, druga je skupina brojčano smanjena za 30% od treće, a prva za isto toliko od druge. Za svaku skupinu postavio sam po dva ponavljanja. Broj riba u skupinama i bazenima prikazan je u tablici 1.

Ribu za pokus smjestio sam u bazene zgrade mrestilišta Ribogojilišta u Kninu koji imaju dimenzije 700 × 100 × 80 cm, ili 5,6 m³. Za provođenje pokusa zapreminu vode u bazenima podesio sam na 2,4 m³, a ulaz vode na 2 l/s, odnosno na 72 izmjene vode u 24 sata.

Za sve vrijeme ribu sam hranio švedskom hranom Ewos, koja je sadržavala 52% bjelančevina, 17,5% masnoća i 12% ugljikohidrata. Kalorijska vrijednost te hrane ispitana je u Centru za peradarstvo Veterinarskog fakulteta u Zagrebu i iznosila je 4 831 Kcal/kg.

Tablica 1. Broj pastrva u skupinama i bazenima

Skupina	bazen	broj riba
I.	a	17 702
	b	17 702
II.	c	25 289
	d	25 289
III.	e	36 128
	f	36 128

Koncentraciju kisika određivao sam standardnom metodom po Winkleru (Đukanović, — urednik, 1961). Sve potrebne kemikalije sam nabavio od Jugohospitalije iz Zagreba. Kemikalije su vagane, a otopine su pripravljane u biokemijskom laboratoriju Opće bolnice u Kninu. Sva sam ispitivanja obavio u laboratoriju ribogojilišta, a povremeno sam ih ponavljao u bolničkom laboratoriju radi provjere rezultata.

Da bih odredio srednju vrijednost kisika u dolaznoj vodi, uzorke te vode pretraživao sam svaka dva sata četiri puta u danu kroz jedan mjesec.

Potrošnju kisika mjerio sam svakodnevno prije hranjenja i šest sati nakon hranjenja.

Raspoloživi kisik za ribu proračunavao sam množenjem ukupnog ulaza vode s razlikom između ulazne koncentracije otopljenog kisika i donjeg fiziološkog minimuma od 5 mg/l za pastrve.

Iskoristivost kisika proračunavao sam množenjem ukupnog protoka vode s potrošnjom kisika u uzgojnoj jedinici (bazenu) po litri vode.

Potrošnju kisika po ribi proračunavao sam dijeljenjem potrošenog kisika u tijeku dana s brojem riba.

Za promjenljivost koncentracije slobodno otopljenog kisika (C_e) prilikom pritiska od 760 mm Hg i određene temperature (T) primijenio sam jednadžbu po Truesdale i sur., citirano prema Soderberg (1982):

$$C_e = 14,161 - 0,3943 T + 0,007714 T^2 - 0,0000646 T^3 \quad (1)$$

Primjenom korektivnog faktora za bilo koju drugu nadmorsku visinu (Liao, citirano prema Soderberg, 1982) i pretvorbom u međunarodni sustav mjernih jedinica, konačna jednadžba za određivanje ravnoteže slobodno otopljenog kisika s atmosferskom fazom pri određenoj temperaturi i nadmorskoj visini (N_v) glasi:

$$C_e' = C_e \times \frac{760}{760 + (3,28 N_v : 32,8)} \quad (2)$$

Potrošnju kisika po ribi izračunavao sam jednadžbom po Liao (1971) i ona u SI-sustavu glasi:

$$Y = K \times T^n \times g^m \quad (3)$$

gdje su:

Y = prohtjev za kisikom u g/100 g ribe/dan,

K = odnos između potrošnje kisika i temperature vode pri određenoj masi ribe (konstantna veličina),

T = temperatura u °C,

g = masa ribe u g/riba,

n = aritmetički pad potrošnje kisika prema smanjenju temperature pri istoj masi ribe,

m = aritmetički pad potrošnje kisika prema povećanju mase ribe uz istu temperaturu.

Vrijednost K, m i n koje daje Liao za pastrve pri različitim temperaturama, izražene u SI-sustavu, iznesene su u tabeli 2.

Tabela 2. Vrijednosti K, m i n po Liaou

Temperature	K	m	n
niže i jednake 10 °C	0,056 76	—0,135 5334	1,210 0199
više od 10 °C	0,131 0712	—0,146 128	0,884 3114

REZULTATI

Redovitim mjerenjem koncentracije slobodnog otopljenog kisika u dolaznoj vodi ustanovio sam stalne velike oscilacije. Stoga sam podatke obradio varijacijsko-statistički, što pokazuje tabela 3.

Tabela 3. Statistička obrada podataka o koncentraciji kisika u dovodu vode na ribogojilištu u Kninu

Parametar	Vrijednost
1. n	120
2. X min	5
3. X max	17
4. x	11,77
5. s	1,48
6. V	12,57
7. Sx	0,135

Legenda: 1 = broj članova niza (broj uzoraka), 2 = najmanja vrijednost u uzorku (mg/l), 3 = najveća vrijednost u uzorku (mg/l), 4 = aritmetička sredina uzorka (mg/l), 5 = standardna devijacija, 6 = koeficijent varijabilnosti, 7 = standardna pogreška aritmetičke sredine uzorka.

Statistička obrada izmjerenih koncentracija kisika pokazuje da je, usprkos rijetkim povremenim ekstremno velikim ili malim koncentracijama, dovodna voda najveći dio vremena bogata kisikom.

Na osnovi tablice 3. i jednadžbi (1) i (2), te činjenice da je izvor Krke na nadmorskoj visini od 225 m i ima stalnu temperaturu do 10 °C izračunao sam da C_e iznosi prosječno 10,92, a da je $C_e' = 10,60$. Prosječni je postotak zasićenosti vode kisikom 111,00%.

Potrošnja kisika po ribi bila je u skladu s potrošnjom navedenom u literaturi (Liao, 1971) samo onda kada je koncentracija kisika bila u ravnoteži s nadmorskom visinom i temperaturom. Pri povećanju koncentracije kisika raste i potrošnja po ribi analogno količini povećanja i,

obratno, smanjenjem koncentracije kisika smanjuje se i njegova potrošnja. Radi ilustracije u tablici 4. navodim te odnose u karakterističnim danima.

Tabela 4. Potrošnja kisika u pastrva skupine I. u četiri karakteristična dana kada je u bazenu bilo 16 808 pastrva

	mg/l O ₂ u dolazu	Potrošnja O ₂ mg/l	Potrošnja O ₂ mg/l	Potrošnja po ribi/dan
na gladno	12,00	4,96	857,088	0,051
na sito	6,08	1,92	331,776	0,0197
na gladno	11,20	3,74	646,272	0,0385
na sito	11,52	5,27	910,656	0,0542
na gladno	17,72	8,76	1 513,728	0,090
na sito	12,96	5,60	967,68	0,0576
na gladno	11,84	3,84	663,552	0,0395
na sito	17,12	9,44	1 631,232	0,0971

S obzirom na to da je u III. skupini 81. dana pokusa količina raspoloživog kisika u bazenu bila na granici fiziološkog minimuma, pokus je u toj grupi toga dana prekinut, a potrošnju kisika po ribi u toj skupini usporedio sam s teoretskom vrijednošću po Lisaou (1971), što pokazuje tablica 5.

Tabela 5. Potrošnja kisika u pastrva III. skupine pri njegovoj koncentraciji u ravnoteži

Broj riba	Prosječna masa g	Potrošnja O ₂ mg/l	Potrošnja O ₂ g/dan	Potrošnja O ₂ g po ribi	Teoretska potrošnja
34 872	4,42	6,40	1 105,92	0,0317	0,0333

Stvarna potrošnja bila je oko 4,8% niža od teoretske vrijednosti. S obzirom na to da je za količinu ribe u bazenu količina raspoloživog kisika bila na donjoj granici zadovoljavanja potreba, ne začuđuje manja stvarna potrošnja.

DISKUSIJA

Rezultati pokazuju da je za ocjenu higijenskog stanja u prostoru s pastrvama važno, uz ostalo, praćenje koncentracije slobodno otopljenog kisika u vodi. Naime, eksperimentalno i vremenski uvjetovane razlike u ukupnoj masi pastrva držanih u istom prostoru i protoku uzrokuju promjene u koncentracijama kisika.

U radu sam se suočio s prethodno nepoznatom specifičnošću ribogojilišta u Kninu. Naime, koncentracija slobodnog kisika u ulaznoj vodi povremeno je ekstremno oscilirala. Stoga tehnički jednostavno praćenje ovoga osnovnog higijenskog parametra može u nepredvidivom trenutku uzrokovati teškoće u ocjeni higijenskog stanja. U drugim našim ribogojilištima takve oscilacije dosad nisu utvrđene.

Potrošnja kisika varirala je u skladu s koncentracijom slobodno otopljenog kisika i pojedinačnom masom pastr-

va. Kada je koncentracija kisika u vodi bila uravnotežena, potrošnja je bila u skladu s teoretskom vrijednošću. Povećavanjem koncentracije kisika u vodi, tj. pri prezasićenosti, povećavala se i potrošnja po ribi. U uvjetima prezasićenosti vode kisikom riba doživljava stres, pa je povećana potrošnja kisika dio zbroja odgovora za prilagođavanje. Pri vrlo malim koncentracijama kisika, pogotovu onima blizu donjega fiziološkog minimuma, potrošnja je kisika po ribi minimalna. To je dio mehanizma za preživljavanje pri donjim graničnim mogućnostima za život. O takvom smanjenju potrošnje kisika pri donjim graničnim vrijednostima njegove koncentracije za pastrve u našoj literaturi postoji podatak Georgieva i Apostolskog (1978) iz jednog biotesta provedenog u praktičnim uvjetima.

SAŽETAK

Opisan je način određivanja koncentracije slobodno otopljenog kisika u dolaznoj vodi kojom se opskrbljuju bazeni u kojima se uzgajaju riblji mlađ i način proračunavanja količine kisika što ga potroše ribe. Korist od redovita laboratorijskog ispitivanja sadržaja kisika u dolaznoj vodi i njegove potrošnje očitovale se u spoznaji o mogućnosti opterećenja uzgojnih jedinica ribom, a time i o optimalnoj iskorištenosti uzgojnog prostora.

Summary

THE INFLUENCE OF OXYGEN CONCENTRATION VARIATION IN WATER ON ITS CONSUMPTION BY RAINBOW TROUT FINGERLINGS (Salmo gairdneri Richardson)

A mode of defining free dissolved oxygen concentration in in-flow water which supplies the basins with fish fingerlings, is described. The calculation of oxygen consumption by the fish is also defined. The benefit of regular oxygen contents laboratory tests of in-flow water and oxygen consumption is revealed in actual possibility to burden culture units with fish and consequently, to enable high utilization level of the cultured area.

LITERATURA

- Dukanović, V. (urednik — 1961): Standardne metode za fizičko-hemijsko i bakteriološko ispitivanje voda. Grafičko preduzeće Slobodan Jović, Beograd.
- Georgiev, M., Apostolski, K. (1978): Hidrauličke mogućnosti za regulisanje dovoda vode i tehnološki rezultati sa primenom konzolnog preliva kod pastrmskih ribnjaka. Ribarstvo Jugoslavije 33 (1), 5—8.
- Liao, P. (1971): Water requirements of salmonids. Prog. Fish — Cult. 33, 210—216.
- Soderberg, W. R. (1982): Aeration of water supplies for fish culture in flowing water. Prog. Fish. — Cult. 44, 89—93.
- Vuković, T., Ivanović, B. (1971): Slatkovodne ribe Jugoslavije. Zemaljski muzej BiH, Sarajevo.
- Kulišić, B. (1988): Higijenske norme za proizvodnju mlađa dužičaste pastrve (Salmo gairdneri Richardson) u Kninu. Doktorska disertacija, Zagreb.

Primljeno 14. 7. 1989.