

MOGUĆNOST POBOLJŠANJA PROIZVODNIH OSOBINA ŠARANA (*CYPRINUS CARPIO* L) PUTEM SELEKCIJE

SPASIĆ, M.¹, MARKOVIĆ, Z.¹, KOLSTAD KARI.², POLEKSIĆ, V.¹, STANKOVIĆ, M.¹, ŽIVIĆ, IVANA.³, DULIĆ, ZORKA.¹, RAŠKOVIĆ, B.¹

¹*Institut za zootehniku, Poljoprivredni fakultet Beogradskog Univerziteta, Beograd, Srbia*

²*Nofima Marin, Pos Box 5010, N-1432 Ås, Norway*

³*Biološki fakultet, Univerziteta u Beogradu, Studentski trg 3, Beograd*

POSSIBILITIES OF IMPROVEMENT OF PRODUCTION TRAITS OF THE CARP (*CYPRINUS CARPIO*) BY SELECTIVE BREEDING

Abstract

Selective breeding for growth rate in common carp (*Cyprinus carpio* L.) has not been actively pursued after some early unsuccessful selection experiments. Prerequisite for successful selective breeding is accurate and objective evaluation of genetic parameters used in the planning and implementation of selection methods. The aim of this work was to assess the possibilities of improving production traits (weight, length and height) that are related to the growth of carp, through selection. Estimated variation and heritabilities were significantly high for all examined characteristics. Based on the obtained results can be expected to improve growth rate of common carp through selective breeding.

Key words: carp, growth rate, selective breeding

UVOD

Šaran (*Cyprinus carpio* L) je za akvakulturu jedna od najvažnijih vrsta riba. Najviše se gaji u Aziji, centralnoj i istočnoj Evropi. Proizvodnja šarana u 2004 god. iznosila je 146 840 tona (FAO, 2006). Najviše se gaji u zemljanim ribnjacima u ekstenzivnom ili poluintenzivnom sistemu. Ovakav način uzgoja umnogome zavisi od uslova vodene sredine i produkcije prirodne hrane (zooplankton i fauna dna). Prinos u proizvodnji šarana se može povećati optimizacijom procesa proizvodnje (H o r v a t h et al., 1992),

upotrebom visokokvalitetnih dodatnih hraniva (M a r k o v i ć, 2003) i genetičkim unapređenjem vrste, pod uslovom da su osobine bitne za prinos (npr. tempo rasta) bar delimično nasledne.

U naučnoj literaturi postoji malo dokumentovanih radova na temu genetičkog unapređenja kvantitativnih osobina kod šarana (V a n d e p u t t e, 2003). Najveći deo genetičkog unapređenja kod ove vrste je ostvaren iskorišćavanjem heterozis efekta, odnosno ukrštanjem (tzv. crossbreeding-om) linija (B i a l o w a s, 1991; B a k o s and G o r d a, 1995; G r o s s and W o h l f a r t h, 1994; L i n h a r t et al., 2002; W o h l f a r t h et al., 1987; W o h l f a r t h, 1993). Međutim, na ovaj način poboljšane proizvodne osobine se gube posle malog broja generacija i ne mogu se dalje unapređivati, što predstavlja veliki nedostatak. Otežavajuću okolnost u izučavanju kvantitativnih osobina i praktikovanju selekcije kod šarana predstavlja i niz kontradiktornih rezultata u literaturi, vezanih za selekzione eksperimente. Zaključak čuvenog istraživanja sprovedenog u Izraelu (M o a v and W o h l f a r t h, 1976) bio je izričit u tvrdnji da je masovna selekcija za osobinu tempa rasta kod šarana bez ikakvog efekta. Nedostatak odgovora na selekciju je tumačen smanjenom aditivnom genetičkom komponentom u varijabilnosti praćene osobine do koje je došlo usled dugog perioda domestikacije. Kao drugi uzrok neuspešne selekcije za ubrzani tempo rasta navodi se činjenica da je najveći deo varijabilnosti proučavane osobine neaditivne prirode, i samim tim nemoguće je sprovesti uspešan proces selekcije. Dugi niz godina nije bilo precizno planiranih i izvedenih eksperimenata koji bi potvrdili ili opovrgli gore navedenu tvrdnju. Uspešni programi selekcije kod drugih ribljih vrsta (npr. losos, pastrmka, tilapija), kao i razvoj naprednih genetičkih metoda i postupaka doveo je do preispitivanja ranijih eksperimenata i zaključaka u vezi kvantitativnih osobina kod šarana. Novija istraživanja (V a n d e p u t t e et al., 2004; V a n d e p u t t e et al., 2008; P a d l a at el., 2002) su pokazala da se genetičko unapređenje osobina kao što su tempo rasta i preživljavanje može ostvariti putem selekcije. Vandeputte (2003) je pokazao da se heritabilnost za tempo rasta nalazi u okviru od 0.0 do 0.3. Pouzdanost ovih procena može biti smanjena usled nemogućnosti da se genetički efekti jasno razdvoje od opštih sredinskih uticaja. Ipak, ovakve vrednosti genetičkih parametara ukazuju na mogućnost upotrebe selekcije kao načina za poboljšanja proizvodnih osobina kod šarana. Takođe, ovo ukazuje na potrebu za preciznim i pouzdanim procenama genetičkih parametara, koji su preduslov uspešne selekcije.

Proizvodnja šaranske mlađi u Srbiji se odvija u okviru malog broja mrestilišta, u kojima ne postoje precizno definisani selekcionni programi. Mrestilišta su genetički izolovane proizvodne jedinice, koje same proizvode sopstvene matice, odrasle polno zrele jedinke koje se koriste za proizvodnju ikre i mleča, odnosno šaranske mlađi. Često se u ovom procesu koristi mali broj matice, nepoznatog porekla i kvaliteta, dok je njihova zamena i upotreba novih ograničena. Kao sigurna posledica ovakvih uzgojnih sistema, iako do danas nije precizno dokumentovana, dolazi do visoke stope inbridinga (ukrštanja u srodstvu) i proizvodnje mlađi slabog kvaliteta. Ovakvi problemi su ukazali na neophodnost za boljom procedurom u proizvodnji šaranske mlađi, od koje posredno zavisi prinos i zarada u proizvodnji šarana. Takođe, realizacijom dobro osmišljenih selekcionnih programa podržava se održivi razvoj u proizvodnji kvalitetnijeg i jeftinijeg šarana.

Sa ciljem poboljšanja i unapređenja proizvodnih osobina šarana u Srbiji je 2005. godine započet zajednički razvojni projekat između Poljoprivrednog fakulteta Beogradskog Univerziteta i Nofima Marin (bivšeg AKVAFORSK instituta) iz Norveške. U ok-

viru ovog projekta je planirano formiranje matičnog jata šarana, prikupljanjem matica šarana različitih ribnjaka i iz otvorenih tokova. Na ovaj način je stvorena osnova za uspešni selekcion program šarana u Srbiji (Marković i sar., 2008.).

Cilj ovog rada je bio da se utvrdi mogućnost unapređenja proizvodnih osobina šarana procenom za selekciju potrebnih genetičkih parametara u novoformiranoj baznoj populaciji. Potrebni genetički faktori bitni za tempo rasta su procenjeni u drugoj godini proizvodnje da bi se utvrdio potencijal za genetičko unapređenje šarana putem selekcije.

MATERIJAL I METODE

Mrest šarana i gajenje mlađi obavljeno je u okviru Centra za ribarstvo i primenjenu hidrobiologiju, Poljoprivrednog fakulteta Beogradskog Univerziteta na Oglodnom dobru Radmilovac. Jedinke za formiranje matičnog jata su obezbeđene sa 5 različitih ribnjaka sa teritorije Vojvodine i iz reke Tise. Između ribnjaka sa kojih je sakupljan matični materijal nije bilo razmene matičnog materijala, a ni korišćenja šarana iz otvorenih voda radi zamene matica. Ukupno je prikupljeno 70 jedinki šarana koje su gajene zajedno u matičnjaku površine 0,40 ha do trenutka mresta, odnosno međusobnog ukrštanja. Delimično faktorijalna šema ukrštanja je upotrebljena za dobijanje 48 familija (tabela 2). U okviru ovih familija stvoreno je 12 familija sa po jednim zajedničkim muškim roditeljem i 23 familija sa po jednim zajedničkim ženskim roditeljem.

U maju 2007. godine polno zrele jedinke su izlovljene iz matičnjaka i smeštene u dva tanka zapremine po 6 m³, odvojene po polovima u zgradi mrestilišta. Protok vode u tankovima je bio 0.15 l s⁻¹, temperatura vode od 19 do 23 °C, a količina rastvorenog kiseonika od 6.6 do 7.4 mg l⁻¹. Matice su bile starosti od 4 do 8 godina, dobrog zdravlja i dobre kondicije. Mrest matica je indukovao intramuskulturnim injektiranjem rastvora hipofize (FAO, 1985.). 24 ženke je injektirano dvokratno, dozama od 0.3 mg po kilogramu telesne mase, rastvora hipofize 24 sati i 3.5 mg po kilogramu telesne mase, 12 sati pre istiskanja ikre, pri temperaturi vode od 21 °C. Dvadeset mužjaka je injektirano sa dozom od 2mg po kilogramu telesne mase 12h pre prikupljanja mleči. Pre procesa hipofiziranja i prikupljanja polnih produkata matice su anestetizirane upotrebom anestezika fenoksietanola u koncentraciji 1: 5 000. Sve matice su fotografisane pre merenja težine, dužine i visine tela, a uzeti su i uzorci krljušti za određivanje starosti jedinki. Kontrolisani mrest je sproveden "na suvo" po metodi Vojnareviča (Woy n a r o v i c h and W o y n a r o v i c h, 1980). Po oplodjenju ikra je smeštena u plastične inkubatore zapremine 20 l, označenim brojevima familija. Temperatura vode u toku inkubacije je bila u intervalu od 20 do 22°C, pH vrednost 7,92-8,07, a količina rastvorenog kiseonika je iznosila od 6,56 do 7,04 mg l⁻². Za vreme inkubacije neoplođena ikra je uklonjena, a izvaljene larve su prebačene u tankove od pleksiglasa, zapremine 70 litara. Sa prihranjivanjem larvi se je počelo treći dan po izvaljivanu. Larve su hranjene artemijom (*Artemia nauplii*) na svaka 2 sati tokom prvog meseca. Petnaest dana od izvaljivanja larve su polako navikavane i na dodatnu praškastu hranu (sa 48% proteina i 10% masti). Dve nedelje posle izvaljivanja larvi ostavljeno je po tanku 2000 jedinki, a ostatak jedinki je odstranjen iz tankova. Mlađ starosti jedan mesec je premerena i u narednom periodu hranjena sa količinom hraniva od 4% u odnosu na ihtiomasa u tankovima u tročasovnim intervalima. Tokom drugog meseca mlađ je prihranjivana artemijom kombinovano sa kompletnim praškastim hranivom za šaransku mlađ (sa 48% proteina i 10% masti).

Od trećeg meseca mlađ je prihranjivana samo kompletnim ekstrudiranim hranivom za šaransku mlađ (sa 38% proteina i 12% masti).

U septembru 2007. godine, 1812 jedinki mlađi šarana iz 48 familija je obeleženo upotrebom pasivnih integrisanih odašiljača (PIT čipova), dimenzija 11 x 2,1 mm, injektiranih u trbušnu duplju riba uz pomoć šprica sa klipom. Uz broj čipa u računaru su ubeleženi za svaku izmerenu jedinku: broj tanka (koji označava broj familije), roditeljski par jedinke (kombinacija), težinu, dužinu i visinu jedinki pri ubacivanju čipa, kao i tip jedinke u odnosu na pokrivenost tela krljuštima. Na ovaj način su stvoreni uslovi za zajedničko gajenje mlađi pri jednakim uslovima sredine sa mogućnošću praćenja proizvodnih osobina svake jedinke ponaosob. Prosečan broj jedinki šarana pri označavanju po familiji je iznosio 38, a prosečna masa jedinki prilikom čipovanja 13,0 grama.

Po obeležavanju, mlađ šarana je nasadena u dva ribnjaka/mladičnjaka površine 870 m² sa gustom nasada od približno 20 000 jedinki/ha. Tokom gajenja, mlađ je prihranjivana hranivima sa 38 i 32% proteina i 12% masti. Gustina nasada šaranske mlađi i korišćeni odnosi dodatnog hraniva u odnosu na ihtiomasu mladičnjaka tokom gajenja su uobičajeni za šaransku proizvodnju u Srbiji (D u l i ć, 2006, M a r k o v i ć i M i t r o v i ć-T u t u n d ž i ć, 2003).

Masa, dužina i visina jedinki je merena dva puta , prvi put prilikom označavanja mlađi u 4. mesecu starosti (u oktobru 2007 god.) i drugi put pri starosti mlađi od 18 meseci (u novembru 2008 god.). Masa jedinki je merena tehničkom vagom preciznosti 0,01 g, a visina i dužina (od vrha nosa do kraja repnog peraja) jedinki sa preciznošću od jednog milimetra.

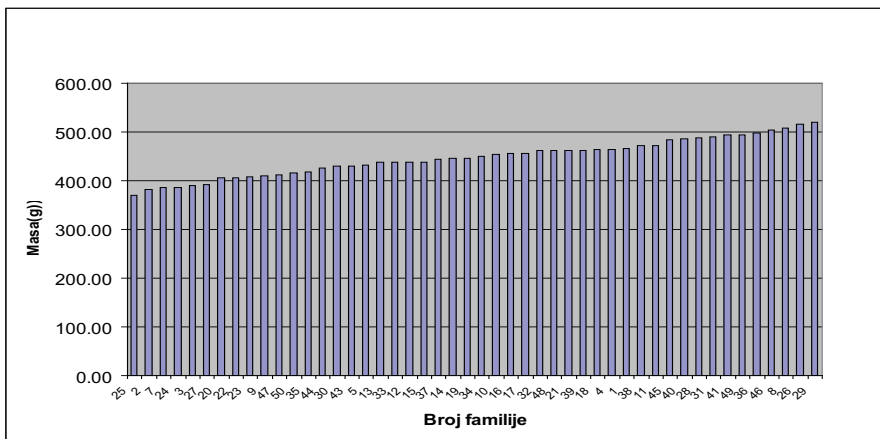
REZULTATI

Podaci o masi, dužini i visini šaranske mlađi u drugoj proizvodnoj godini (novembar 2008.godine) iskorišćeni su za izračunavanje proseka, standardne devijacije i koeficijentata varijacije, kao i za procene heritabilnosti i genetičkih korelacija između praćenih osobina. Prosečne vrednosti praćenih osobina sa standardnim ostupanjima i koeficijentima varijacija su date u tabeli 1. Procenjene heritabilnosti proizvodnih osobina su bile statistički značajne i kretale su se u intervalu od 0,34 do 0,45. Grafici 1, 2 i 3 prikazuju distribuciju prosečnih vrednosti analiziranih proizvodnih osobina u odnosu na familije.

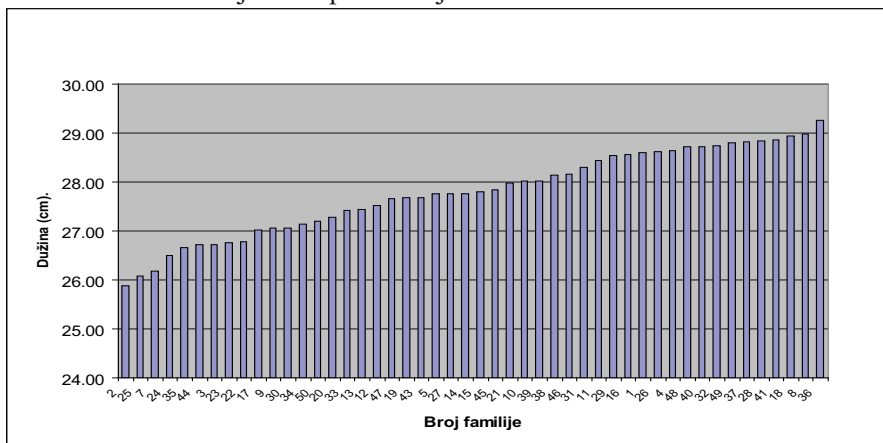
Tabela 1. Prosek, standardna devijacija (SD) i koeficijent varijacije (CV, %) telesne težine, totalne dužine i dorzalne visine

Osobine	Broj jedinki	Prosek	SD	CV (%)
*TT	1156	453.34	171.09	37.74
*TD	1157	28.21	4.15	14.71
*DV	1157	88.29	13.49	15.28

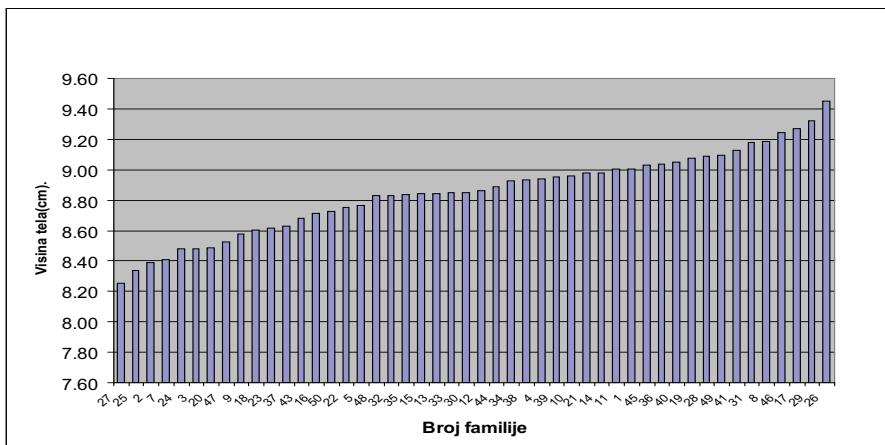
*Telesna težina-TT, totalna dužina-TD i dorzalna visina tela-DV



Grafik 1. Prosečna masa jedinki po familijama.



Grafik 2. Prosečna dužina tela jedinki po familijama.



Grafik 3. Prosečna visina tela jedinki po familijama.

DISKUSIJA

Poboljšanje proizvodnih karakteristika kod šarana putem selekcije treba shvatiti kao moćno sredstvo u smislu dobijanja većih prinosa u šaranskoj proizvodnji, kao što je dokazano dobro planiranim i izvedenim studijama (G j e r d e et al., V a n d e p u t t e et al., 2004, V a n d e p u t t e et al., 2008). Primarni cilj započetog programa selekcije šarana u Srbiji je uspostavljanje genetički raznovrsne bazne populacije šarana i procena genetičkih parametara od kojih zavisi mogućnost izvođenja uspešnog programa selekcije.

Na osnovu dobijenih koeficijenata varijacije proizvodnih osobina, kao što se može videti iz tabele 1, može se zaključiti da praćene osobine pokazuju dovoljan stepen varijacije potreban za proces selekcije. Procene genetičkih parametara, kao što su heritabilnost i korelacije među proizvodnim osobinama, daju srednje visoke vrednosti koje osiguravaju uspešan odgovor na selekciju bitnih proizvodnih karakteristika šarana. Takođe, visoke vrednosti genetičkih korelacija između proizvodnih karakteristika (vrednosti od 0,83 do 0,89) ukazuju na mogućnost indirektno selekcije praćenih proizvodnih osobina, kao još jednog efikasno sredstva u selekcionom procesu.

Uzimajući sve navedene činjenice u obzir prikazana studija dokazuje postojanje značajne genetičke varijacije u populaciji šarana u Srbiji. Procenjeni genetički parametri (heritabilnosti i genetička korelacija) su u saglasnosti sa ranijim radovima o šaranu (N a g y et al., 1980; N e n a s h e v, 1969, 1966; S m i s e k, 1981; T a n c k et al., 2001, V a n d e p u t t e, 2003), i jasno ukazuju na mogućnost poboljšanja proizvodnih karakteristika putem selekcije. Ovakav zaključak je u saglasnosti sa novijim istraživanjima o šaranu (G j e r d e et al., 2002, V a n d e p u t t e et al., 2004, V a n d e p u t t e et al., 2008) koja su pokazala da se napredak u proizvodnji zaista može ostvariti selekcijom. Na osnovu studije Vandeputte-a (2003) oko 20% povećanja tempa rasta po generaciji (3-4 godine) se može očekivati samo praktikovanjem masovne selekcije 3% najboljih jedinki iz populacije.

ZAKLJUČCI

Značajna genetička varijabilnost u masi, dužini i visini kod dvogodišnjeg šarana je procenjena u uspostavljenoj selekcionoj populaciji šarana u Srbiji. Varijabilnost, heritabilnosti i genetičke korelacije ovih proizvodnih osobina ukazuju na mogućnost uspešnog selekcionog programa. Ovo može biti strategija za budući nacionalni program selekcije i unapređenje proizvodnje šarana u Srbiji.

Zahvalnica:

Istraživanja čiji su rezultati izneti u radu su realizovana u okviru programa projekta: Unapređenje održive akvakulture, ROSA FP7, No 205135, koji finansira Evropska komisija i projekta Unapređenje poluintenzivne proizvodnje šarana (*Cyprinus caprio*) u održivoj akvakulturi (No. TR20047) Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj.

LITERATURA

Bakos, J., Gorda, S., (1995). Genetic improvement of common carp strains using intraspecific hybridization. *Aquaculture* 129, 183–186.

Bialowas, H., (1991). Possibilities of application of the heterosis effect in commercial production of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Hydrobiol.* 33, 319–334.

Brody, T., Wohlfarth, G., Hulata, G. and Moav, R., (1980). Application of electrophoretic genetic markers to fish breeding. IV. Assessment of breeding value of full sib families. *Aquaculture*, 24: 175-186.

Dulić, Z. (2006). Effect of secondary production at a fish farm on the growth rate of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in semiintensive system of fish production. PhD thesis, University of Belgrade, Faculty of Agriculture, 1-384p.

FAO Fisheries Department (2006). Fisheries Statistics. FAO – Rome. http://www.fao.org/fi_gis/servlet/

FAO Training Series No.8. (1985). Common carp, part 1: Mass production of eggs and early fry. 87 pp.

Gross, R., Wohlfarth, G.W., (1994). Use of genetic markers in growth testing of common carp, *Cyprinus carpio* L., carried out over 2 or 3 year cycles. *Aquacult. Fish. Manage.* 25, 585– 599.

Horvath, L., Tamas, G., Seagrave, C., (1992). *Carp and Pond Fish Culture*. Blackwell Scientific Publications Ltd., UK, pp. 158.

Linhart, O., Gela, D., Rodina, M., Slechtova, V., Slechta, V., (2002). Top-crossing with paternal inheritance testing of common carp (*Cyprinus carpio* L.) progeny under two altitude conditions. *Aquaculture* 204, 481–491.

Marković, Z. (2003). Ishrana sarana u poluintenzivnom sistemu gajenja. Seminar Pastrmsko i šaransko ribarstvo, Poljoprivredni fakultet. Zbornik predavanja, 44 – 50.

Marković, Z., Mitrović-Tutundžić, V., (2003). Gajenje riba, Zadužbina Andrejevic, Beograd, Srbija, 138 pp

Marković, Z., Poleksić, V., Dulić, Z., Spasić, M., Stanković, M., Rašković, B., Živić, I. (2008): Uspostavljanje programa selekcije šaran (*Cyprinus carpio*, L., 1758) u Srbiji. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24, Special issue, p.293 – 297

Moav, R., Wohlfarth, G., (1976). Two way selection for growth rate in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Genetics* 82, 83– 101.

Moav, R., (1979). Genetic improvement in aquaculture industry. In: T.V.R. Pillay and W. Dill (Editors), *Advances in Aquaculture*. Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, UK, pp. 610-622.

Nagy, A., Csanyi, V., Bakos, J., Horvath, L., (1980). Development of a short-term laboratory system for the evaluation of carp growth in ponds. *Bamidgeh* 32, 6–15.

Nenashev, G.A., (1966). The determination of heritability of different characters in fishes. *Genetika* 11, 100–108.

Nenashev, G.A., (1969). Heritability of some selective characters in Ropsha carp (Russian). *Izvestija Gosud. Nauchno-issled. Inst. Ozern. Recn. Rybn. Kos. (GosNIORKh)* 65, 185–195.

Reddy, P.V.G.K., Gjerde, B., Tripathi, S.D., Jana, R.K., Mahapatra, K.D., Gupta, S.D., Saha, J.N., Sahoo, M., Lenka, S., Govindassamy, P., Rye, Gjedrem, T., (2002). Growth and survival of six stocks of Rohu (*Labeo rohita*) in mono- and polyculture. *Aquaculture* 203, 239–250.

Smisek, J., (1981). The effect of gene pool on the performance and conformation of filial generations of carp fry from line crossing. *Bull. VURH Vodnany* 17, 3–11.

Tanck, M.W.T., Vermeulen, H., Bovenhuis, H., Komen, J., (2001). Heredity of stress-related cortisol response in androgenetic common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture* 199, 283–294.

Vandeputte, M., (2003). Selective breeding of quantitative traits in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): bases, results and prospects. *Aquat. Liv. Res.* 16, 399–407.

Vandeputte, M., et al., (2004). Heritability estimates for growth-related traits using microsatellite parentage assignment in juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture* 235, 223–236.

Vandeputte, M., et al., (2008). Genetic variation for growth at one and two summers of age in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): Heritability estimates and response to selection. *Aquaculture* 277, 7–13.

Wohlfarth, G.W., Moav, R., Hulata, G., (1983). A genotype-environment interaction for growth rate in the common carp, growing in intensively manured ponds. *Aquaculture* 33, 187–195.

Wohlfarth, G.W., Moav, R., Hulata, G., (1987). Breeding programs in Israeli aquaculture. In: Tiews, K. (Ed.), *Proc. World Symp. On Selection, Hybridization, and Genetic Engineering in Aquaculture, Bordeaux 27–30 May 1986*, vol. 2. Heenemann, Berlin, pp. 393–405.

Wohlfarth, G.W., (1993). Heterosis for growth rate in common carp. *Aquaculture* 113, 31–46.

Woynarovich, E. and Woynarovich, A., (1980). Modified technology for elimination of stickiness of common carp *Cyprinus carpio* eggs. *Aquacult. Hung. (Szarvas)*, 2: 19–21.