

UNIVERZA V LJUBLJANI
VETERINARSKA FAKULTETA

Danijel Gospic

KOI KRAPI – KVANTITATIVNE VZREJNE LASTNOSTI

Magistrsko delo

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
VETERINARSKA FAKULTETA

UDK

Danijel Gospić, dr. vet. med.

KOI KRAPI – KVANTITATIVNE VZREJNE LASTNOSTI

Magistrsko delo

Ljubljana, 2010

Danijel Gospic

Koi krapi – kvantitativne vzrejne lastnosti

Delo je bilo opravljeno na Inštitutu za zdravstveno varstvo in gojitev divjih živali, rib in čebel, Veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani.

Predstojnica:izr. prof. dr. Vlasta Jenčič

Javni zagovor je bil opravljen dne: _____

Mentorica: izr. prof. dr. Vlasta Jenčič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Zdravko Petrinec, Veterinarska fakulteta, Zagreb

Članica: prof. dr. Alenka Dovč, Veterinarska fakulteta, Ljubljana

Član: prof. dr. Zvonimir Kozarić, Veterinarska Fakulteta, Zagreb

Kazalo vsebine

Kazalo tabel.....	7
Kazalo grafikonov.....	7
Kazalo slik.....	7
IZVLEČEK.....	9
ABSTRACT	10
1 Uvod	11
2 PODATKI IZ LITERATURE.....	12
2.1 Krap (<i>Cyprinus carpio</i>) v živalskem svetu	12
2.1.1 Glavne značilnosti družine krapovcev (<i>Cyprinidae</i>)	12
2.1.2 Glavne značilnosti krapa (<i>Cyprinus carpio</i>)	12
2.2 Poreklo in udomačitev krapa	18
2.3 Linije krapov.....	21
2.4 Pomen selekcije in križanja v krapogojstvu	34
2.5 Primerjalni testi na kvantitativne rejne lastnosti	37
2.6 Tehnologije reje krapa.....	39
2.6.1 Kontrolirano drstenje krapa.....	41
2.6.2 Načini reje krapa glede na intenzivnost.....	46
2.6.3 Polikultura v krapogojstvu.....	49
2.7 Zdravstveno varstvo v krapogojstvu.....	50
2.8 Statistika pridelovanja krapa v svetu in Sloveniji	51
3 MATERIALI IN METODE.....	56
3.1 Vzrejni objekti.....	56
3.2 Zasnova raziskave	56
3.2.1 Poskus I.....	57
3.2.1.1 Kontrolirano drstenje koi krapi.....	57
3.2.1.2 Kontrolirano drstenje krapa zrcalarja.....	58

3.2.1.3	Vlaganje ličink v vzrejni ribnik.....	58
3.2.1.4	Vzreja rib v poskusu I	59
3.2.1.5	Kontrolne meritve rib v poskusu I.....	59
3.2.1.6	Meritve rib ob izpraznitvi ribnika.....	60
3.2.2	Poskus II	60
3.2.2.1	Vzreja mesečnikov za poskus	60
3.2.2.2.	Vlaganje mesečnikov.....	60
3.2.2.3	Tehnologija reje v poskusu II.....	61
3.2.2.4	Meritve ob vlaganju rib	61
3.2.2.5	Zaključne meritve	61
4	REZULTATI.....	62
4.1	Poskus I.....	62
4.1.1	Masa izlovljenih rib	62
4.1.2	Produktivnost gojitvenega ribnika in konverzija hrane	62
4.1.3	Povprečna telesna masa obravnavanih skupin.....	63
4.1.4	Telesna dolžina skupin rib	64
4.1.5	Dolžina telesa z repom obravnavanih skupin.....	64
4.1.6	Sorazmerje med dolžino telesa in dolžino telesa z repom.....	65
4.1.7	Indeks profila.....	66
4.2	Poskus II	67
4.2.1	Meritve pri vlaganju.....	67
4.2.2	Zaključne meritve na dan izlova.....	67
4.2.2.1	Produktivnost ribnika in konverzija hrane	68
4.2.2.2	Preživetje posameznih skupin.....	68
4.2.2.3	Telesna masa obravnavanih skupin na dan izlova	69
4.2.2.4	Dolžina telesa z repom na dan izlova.....	70
4.2.2.5	Indeks profila na dan izlova	70

5 RAZPRAVA.....	72
5.1 Poskus I.....	72
5.2 Poskus II	76
6 POVZETEK.....	79
7 SUMMARY.....	82
8 ZAHVALA	85
9 LITERATURA	86

Kazalo tabel

Tabela 1:	Prikaz vrst, starosti in števila vloženih rib v vzrejni ribnik.	59
Tabela 2:	Skupna masa in odstotni delež izlovljenih rib na dan izlova.	62
Tabela 3:	Prikaz produktivnosti vzrejnega ribnika in konverzije hrane.	63
Tabela 4:	Izmerjene povprečne vrednosti obravnavanih skupin na dan vlaganja rib.	67
Tabela 5:	Skupna masa in odstotek obravnavanih skupin na dan izlova.	68
Tabela 6:	Prikaz produktivnosti ribnika.	68
Tabela 7:	Prikaz preživetja posameznih skupin.	69

Kazalo grafikonov

Grafikon 1:	Prikaz telesne mase posameznih skupin v poskusu I.	63
Grafikon 2:	Prikaz Povprečne Telesne Dolžine Obravnavanih Skupin.	64
Grafikon 3:	Povprečna telesna dolžina z repom obravnavanih skupin.	65
Grafikon 4:	Sorazmerje med dolžino telesa in dolžino telesa z repom.	65
Grafikon 5:	Indeks profila.	66
Grafikon 6:	Prikaz povprečne telesne mase obravnavanih skupin na dan izlova.	69
Grafikon 7:	Prikaz telesne dolžine z repom obravnavanih skupin na dan izlova.	70
Grafikon 8:	Prikaz indeksa profila posameznih skupin na dan izlova.	71

Kazalo slik

Slika 1:	Divji donavski krap.	15
Slika 2:	Slika prikazuje idealno vrednost indeksa profila pri koi krapu, kjer višina telesa (a) ustreza tretjini dolžine telesa (3a).	15
Slika 3:	Krapi, ulovljeni v Donavi leta 1858, ki sta jih opisala Heckel in Kner. Krapi z višjim indeksom profila verjetno izvirajo iz križanja med divjim krapom in udomačenim krapom, ki je pobegnil iz ribnikov v vodotoke.	23
Slika 4:	Prikaz varietet krapa glede na prekritost telesa z luskami.	25
Slika 5:	Prikaz nekaterih linij udomačenih krapov.	26
Slika 6:	Koi krapi v standardnih in »miks« varietetah.	27
Slika 7:	Barvne varietete koi krapov; od desne proti levi: <i>kohaku</i> , <i>matsuba</i> , <i>ogon</i> , <i>sanke</i> , <i>shiro bekko</i> .	28
Slika 8:	Koi krapi v vrtnem ribniku med krmljenjem.	28

Slika 9:	Koi »miks«.	29
Slika 10:	Koi-no-bori.	30
Slika 11:	PVC vreče, polnjene z vodo in komprimiranim kisikom, omogočajo hiter in enostaven transport koi krapov po vsem svetu.	31
Slika 12:	AFLP analiza je pokazala visoko stopnjo polimorfizma med barvnimi inačicami koi krapov. Enobarvni črni in beli koi krapi so pokazali več sorodnosti z udomačenimi linijami krapov (»Yugoslavian Carp« in »Dor-70 Carp) kot pa z barvnimi varietetami <i>kohaku</i> , <i>sanke</i> in <i>showa</i> .	32
Slika 13:	(A) Koi krap. (B) Krap iz kitajske regije Oujiang. (C) dolgoplavuti krap iz jugozahodne regije Kitajske.	36
Slika 14:	Enoletne mladice krapa.	40
Slika 15:	Izlov ribnika.	41
Slika 16:	Mikroskopska slika prikazuje pozicijo germinativnega mešička v jajcu krapa pred drstjo.	42
Slika 17:	Mesta aplikacij hormonskih pripravkov za indukcijo drstenja.	43
Slika 18:	Smukanje samic in samcev pri divjem krapu in koi krapu.	43
Slika 19:	Mešanje iker.	45
Slika 20:	Inkubacija iker v Zugerjevih kozarcih.	46
Slika 21:	Prezračevanje vode z aeratorjem.	47
Slika 22:	Krmljenje krapov v pogojih intenzivne vzreje.	48
Slika 23:	Presušitev ribnikov izven vzrejne sezone; ribogojnica Žabnik, Sv. Florijan.	51
Slika 24:	V Sloveniji najdemo danes številne krapogojske ribnike, ki so jih v preteklosti zgradili menihi ali graščaki. Zaradi reliefsa Slovenije imajo ribniki v večini primerov manjše površine, do nekaj hektarjev.	53

KOI KRAPI – KVANTITATIVNE VZREJNE LASTNOSTI

IZVLEČEK

Ključne besede: koi krap, udomačeni krap zrcalar, primerjalni test, indeks profila, telesna masa, kvantitativne vzrejne lastnosti

V Sloveniji se načrtni selekcijski program v krapogojstvu ne izvaja. Signifikantni delež skupnega krapogojskega pridelka pripada koi krapom in njihovim hibridom z udomačenim krapom, kar je iz epizootioloških, selekcijskih, ekonomskih in drugih vidikov vprašljivo. V literaturi nismo zasledili natančnih podatkov o kvantitativnih vzrejnih lastnostih koi krapov, poznavanje tega je pa ključno za plansko vzrejo.

V ribogojskih pogojih smo primerjali telesno maso in indeks profila koi krapa in udomačenega krapa zrcalarja v prvem gojitvenem letu. Za pridobivanje zaroda smo uporabili tehniko kontroliranega drstenja. Istočasno pridobljeni zarod koi krapov in udomačenega krapa zrcalarja smo vložili v gojitveni ribnik ter nadaljevali z intenzivno vzrejo. Opravljali smo občasne kontrolne odlove z meritvami rib. V jesenskem času smo opravili popolni izlov rib z zaključnimi meritvami.

Udomačeni krap zrcalar je v prvem gojitvenem letu dosegel bistveno večjo telesno maso in višji indeks profila od skupine koi krapov, vendar so imele barvne podskupine koi krapov velika medsebojna odstopanja v povprečni telesni masi in indeksu profila. Tako sta barvni varieteti *ogon* in *matsuba* dosegli bistveno večjo telesno maso in višji indeks profila od varietet *shiro bekko*, *showa - sanke* in nedefiniranih večbarvnih varietet.

Rezultati raziskave so pokazali, da je vzreja koi krapov smiselna le za okrasne namene zaradi bistveno nižje hitrosti priraščanja v primerjavi z udomačenim krapom zrcalarjem. Pri koi krapih obstajajo signifikantna odstopanja v hitrosti priraščanja med barvnimi inačicami koi krapov, kar je potrebno upoštevati pri vzreji. Indeks profila je pokazal pozitivno korelacijo s hitrostjo priraščanja, kar ni v skladu s trenutno sprejeto tezo, da sta hitrost priraščanja in indeks profila nepovezani vzrejni lastnosti, ki se morata ločeno upoštevati pri selekciji na kvantitativne vzrejne lastnosti krapa.

KOI – KVANTITATIVE TRAITS

ABSTRACT

Key words: koi, domesticated mirror carp, communal testing, profile index, body mass, quantitative traits

A selection program for carp breeding in Slovenia is not currently in use. A significant part of total carp production belongs to koi and koi crossbred with domesticated lines, a situation that is not ideal. Knowledge concerning quantitative traits in koi is crucial for planned production, and in the literature we found no data on that subject.

Under fish farming conditions, in the first growing season we compared the body mass and profile index of koi and domesticated carps. Larvae of both groups were obtained through artificial reproduction. At the same time we stocked mud ponds with both groups and we continued with intensive carp farming. Periodically we made control harvesting with measurements and in the autumn the final harvesting was done and measurements were taken.

It was found that Domesticated mirror carp had a significantly higher body mass and a higher profile index than the group of koi, but the color subgroups of koi (color varieties) showed nonuniform characteristics. It was observed that ogon and matsuba varieties showed significantly higher body mass and profile index than shiro bekko, showa-shanke, and the color mixed varieties.

Results of the trial showed that production of koi is worthwhile only for the ornamental market, due to poor growth rate in comparison with domesticated carp. Among koi varieties significant differences in growth rate occurred which should be considered in the planning of future production. The profile index showed a positive correlation in growth rate, in all subgroups. This is in contrast to current practice, which acknowledges that the index and growth rate are uncorrelated traits in selection programs on quantitative traits in carp.

1 Uvod

Koi krap je barvna varieteta krapa, ki se intenzivno selekcionira več kot 100 let. Cilj selekcije je predvsem kvalitativne narave oz. pridobivanje želenih barvnih inačic, ki zaradi svoje redkosti in estetske privlačnosti dosegajo neverjetno visoke cene. Pri koi krapu je zato selekcija ključni dejavnik uspešnega gojenja in se nenehno ter intenzivno izvaja. Ob tem se upravičeno zanemarja selekcioniranje na kvantitativne lastnosti, ki so tako pri koi krapu prenizke za gojenje v konzumne namene. V zadnjih desetletjih popularnost koi krapov silovito narašča. Ohlapnost zakonodaje za trgovanje z okrasnimi ribami in močni ekonomski interesi trgovcev so pripeljali do nenadzorovanega in globalnega prometa s koi kрапi, ki velikokrat končajo v ribogojnicah in odprtih vodah. Danes je koi krap tako razširjen, da praktično sobiva z drugimi linijami krapov v odprtih vodah in ribogojnicah, kar je iz epizootioloških, selekcijskih, ekonomskih in drugih vidikov vprašljivo.

Križanje med koi krapom in domačimi linijami krapa je v Sloveniji kot posledica naravnega in kontroliranega drstenja zelo obsežno. Signifikantni delež krapogojskoga pridelka v Sloveniji pripada koi krapom in njihovim hibridom, zato je preučevanje kvantitativnih vzrejnih lastnosti koi krapa velikega pomena. Kljub temu, da vzreja koi krapov spada med ekonomsko najpomembnejše panoge ribogojstva, v literaturi nismo zasledili natančnih podatkov o kvantitativnih vzrejnih lastnostih koi krapov.

V našem poskusu smo primerjali telesno maso in indeks profila med udomačenim krapom zrcalarjem in koi krapom v prvem gojitvenem letu. Znotraj skupine koi krapov smo opazovali odstopanja v telesni masi in indeksu profila med posameznimi barvnimi inačicami. Opažanja znotraj skupine koi krapov so imela namen odgovoriti na vprašanja, ali obstajajo razlike v hitrosti priraščanja in indeksu profila med posameznimi barvnimi inačicami koi krapov ter ali obstaja povezava med hitrostjo priraščanja in indeksom profila v skupini koi krapov. Morebitne povezave med hitrostjo priraščanja in indeksom profila v skupini koi krapov bi lahko omajale trenutno sprejeto hipotezo, da sta indeks profila in hitrost priraščanja dve nepovezani lastnosti, ki se morata pri selekciji krapa ločeno obravnavati.

2 PODATKI IZ LITERATURE

2.1 Krap (*Cyprinus carpio*) v živalskem svetu

deblo (<i>Phyllum</i>)	Chordata (strunarji)
poddeblo (<i>Subphylum</i>)	Vertebrata (vretenčarji)
razred (<i>Classis</i>)	Osteichthyes (kostnice)
podrazred (<i>Subclassis</i>)	Actinopterygii (žarkoplavutarice)
nadred (Superordo)	Teleostei (prave kostnice)
red (Ordo)	Cypriniformes (krapovci)
družina (<i>Familia</i>)	Cyprinidae (krapovci)
rod (<i>Genus</i>)	<i>Cyprinus</i> (krap)
Vrsta (<i>Species</i>)	<i>Cyprinus carpio</i> , LINNE (krap)
Podvrsti (<i>Subspecies</i>)	<i>Cyprinus c. carpio</i> <i>Cyprinus c. haematopterus</i> <i>Cyprinus haematopterus</i>

2.1.1 Glavne značilnosti družine krapovcev (*Cyprinidae*)

Krapovci so največja ribja družina, ki zajema približno 210 rodov in več kot 2000 vrst. Vse vrste krapovcev so sladkovodne ribe, kljub temu da dobro prenašajo nekoliko slano vodo. Njihova razprostranjenost je globalna; krapovcev ne najdemo le v Avstraliji in Južni Ameriki. Velikost in oblika telesa krapovcev sta zelo variabilni. Usta so različnih velikosti in oblik ter nikoli ne vsebujejo zobovja, vendar se v žrelu nahaja žrelno zobovje, ki predstavlja aparat za mletje hrane in je sestavljen iz žrelnih kosti z 1-3 nizi zob, ki drgnejo ob poroženeli blazinici na drugi strani žrela. Število nizov ter število zob v vsaki vrsti omogoča dokaj natančno identifikacijo vrste. Ob ustnicah se pri številnih krapovcih nahajajo brki, ki predstavljajo pomemben čutilni organ. Telo je običajno dobro prekrito s cikloidnimi luskami. Lateralna linija je prisotna pri večini vrst. Kot je za pričakovati pri tako številni družini, se krapovci bistveno razlikujejo po življenjskih navadah in bivališčih ter nastanjajo najrazličnejše niše sladkih vod. Večina vrst je vsejedih, ki se prehranjujejo z nevretenčarji in rastlinami, le izjemoma pa jedo vretenčarje ali ribo. Nekatere vrste so izključno rastlinojede in imajo zaradi tega izreden pomen za akvakulturo, ker je njihovo pridobivanje izredno poceni, istočasno pa preprečujejo preobilno širjenje vodne vegetacije (Maitland in Linsell, 2006).

Poleg krapa spadajo med gospodarsko pomembnejše krapovce še: amur (*Ctenopharyngodon idella*, angl. *grass carp*), srebrni tolstolobik (*Hypophthalmichthys molitrix*, angl. *silver carp*), sivi tolstolobik (*Aristichthys nobilis*, angl. *bighead carp*), ki se v anglosaksonski literaturi običajno imenujejo »*Chinese carps*« (kitajski krapi); ter catla (*Catla catla*), rohu (*Labeo rohita*), mrigal (*Cirrhinus mrigala*), ki se v anglosaksonski literaturi običajno imenujejo »*Indian major carps*« (indijski važnejši krapi). Naštetih sedem vrst predstavlja glavno skupino krapovcev (Jhinran and Pulin, 1985). Drugi krapovci, ki imajo pomen v akvakulturi, so: koresl (*Carassius carassius*), zlati koresl (*Carassius auratus*), mud carp (*Cirrhinus molitorella*) in linj (*Tinca tinca*) (Hulata, 1995).

2.1.2 Glavne značilnosti krapa (*Cyprinus carpio*)

Krap živi v sladkih vodah Evrope, Srednje in Male Azije, Kitajske, Japonske, Afrike, Severne in Južne Amerike ter Avstralije. Razprostranjen je tudi v brakičnih vodah Kaspijskega, Črnega in Azorskega morja ter Aralskega jezera (Bojčić in sod., 1982). Divji krap živi v srednjih in nižjih tokovih rek, poplavljenih območjih, rokavih rek in jezerih. Največ se zadržuje na dnu, čeprav išče hrano tudi v srednjem in zgornjem delu vode. Tipični krapogojski ribniki v Evropi so plitki, eutrofični, z muljenim dnem in obilno vegetacijo na prehodu v brežine (FAO, 2002).

Pri opisu krapa moramo imeti v mislih, da je krap zastopan v številnih fenotipskih in genotipskih variacijah, ki so nastale kot posledica geografskih izolacij, pojavnosti mutacij, prilagajanja na različne življenske pogoje ter kot posledica selekcije (Gorda in sod., 1995; Hulata). Zato imamo različne variacije krapa, ki se kažejo v različni obarvanosti, prekritosti telesa z luskinami, obliku telesa, dolžini prebavnega trakta in mnogih drugih značilnostih.

Prav zato je pri opisu krapa treba upoštevati divjega krapa kot referenčno obliko. Divji krap je izvorna oblika krapa, ki se je razvila v naravi brez vpliva človeka ter se pojavlja v dveh podvrstah: divji evropski krap (*Cyprinus carpio carpio*) ter divji azijski krap (*Cyprinus haematopterus*). Iz teh so nastale vse nadaljnje linije krapa, med tem dveva vrstama pa ni bistvenih fenotipskih razlik, razen v številu škržnih grabilcev. Divji krap ima izrazito močno telo v obliki torpedo; prehod iz glave na hrbet je brez »sedla«, kar je značilno za udomačene krape. Usta se mu lahko oblikujejo v rilec s katerim išče hrano po tleh. Ob zgornji ustnici se nahajata dva para brkov, od katerih so prednji dolgi približno za polovico zadnjih.

Telo je prekrito z luskinami, ki so pravilne in velike, njihov kavdalni rob pa je temno obarvan, kar daje mrežasti videz. Barva luskin je na hrbtnu rjava do temno rjava, ki postaja svetlejša proti trebuhi, kjer ima svetlo zlato barvo z oranžnim leskom. Značilna je tudi rumeno-oranžna barva analnih plavuti in dela okrog anusa. Druge plavutke so temno rjave barve. Identifikacija divjega krupa je na osnovi grobe ocene fenotipa negotova, zato se natančnejša identifikacija opravlja na osnovi merističnih karakteristik, ki jih lahko strnemo kot:

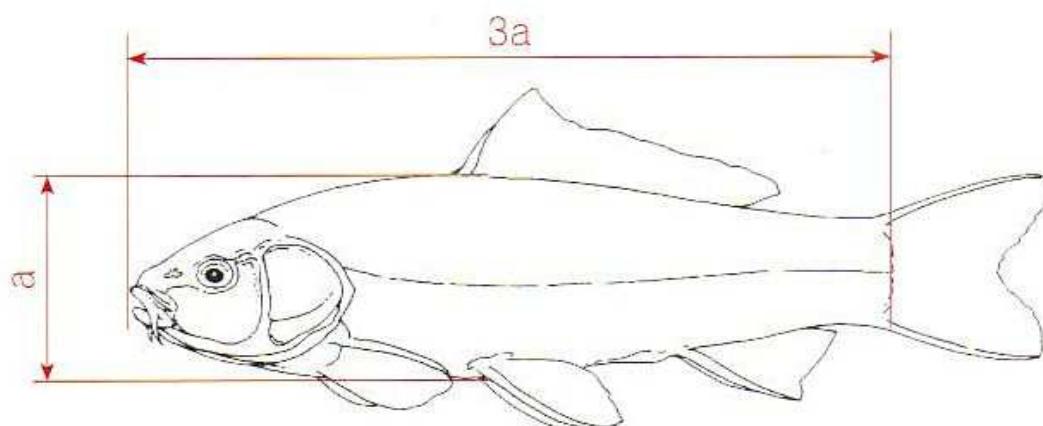
- število bodic in žbic v dorzalni plavuti (II) III-IV 18-21 (22), najpogosteje 19-20;
- število bodic in žbic v analni plavuti (II) III 4-5, najpogosteje 5; pri obeh plavutih je zadnja bodica večja kost, ki je izrazito nazobljena na kavdalnem robu;
- število žbic v repni plavutki I (14) 15-18 (19), najpogosteje I 15-17;
- število žbic v prsnih plavutki I (14) 15-18 (19), običajno I 15-17;
- število žbic v predrepni plavutki II 7-9. običajno II 8;
- število lusk v lateralni liniji (34-359 36-39 (40), najpogosteje 37-39;
- število lusk nad in pod lateralno linijo 5-7/5-7, običajno 6/6;
- število škržnih grabilcev zunaj/znotraj 22-28/29-34 (36), običajno 23-27/30-34;
- moliformno žrelno zobovje z jasno brazdo na drobilnih površinah, razporejenih v tri vrste 1.1.3-3.1.1; ter
- konstantno število vretenc 38, kar se ujema z najpogostejšim številom lusk v lateralni liniji.

Pri raznih avtorjih ne najdemo pomembnejših odstopanj v navedenih merljivih karakteristikah divjega krupa (Antipa, 1909; Mišik, 1958; Mišik in Tuča, 1965; Balon, 1995).



SLIKA 1: Divji donavski krap (slika: D. Gospic, 2008).

Najbolj variabilna vrednost je nedvomno razmerje med telesno dolžino in višino, ki se imenuje indeks profila.



SLIKA 2: Slika prikazuje idealno vrednost indeksa profila pri koi krapi, kjer višina telesa (a) ustreza tretjini dolžine telesa (3a) (Štech L, 2007).

V preteklosti so avtorji razvrščali divjega krapa v razne podskupine na osnovi indeksa profila. Leta 1964 je Berg to razdelitev strnil v tri osnovne oblike divjega krapa: typica, pri katerem znaša višina telesa 33 % dolžine telesa; hungaricus z višino 25-28 % dolžine telesa; in elatus, pri katerem je višina telesa 36-40 % dolžine telesa (Balon, 1995). Novejše raziskave so pokazale, da je oblika telesa izredno variabilna lastnost, ki je odvisna od življenjskih pogojev in človeške selekcije (Ankorion in sod., 1992), zato vse oblike divjega krapa z visokim indeksom profila verjetno izvirajo iz križanj med divjim krapom in udomačenimi linijami. Iz tega razloga se *hungaricus* smatra za najizvirnejšo obliko divjega krapa (Mišik, 1958), čeprav sama oblika telesa ne zagotavlja »čistosti« divjega krapa.

Podolgovata oblika telesa divjega krapa je predvsem posledica življenja v rekah, kjer je ta oblika primernejša za premagovanje vodnih tokov. V prid tej teoriji stoji tudi dejstvo, da samice pred drstjo spremenijo širino telesa, ne pa tudi višine, tako da indeks profila ostane bolj ali manj nespremenjen. Oblika torpedo tudi v času drsti je verjetno pomembna za premagovanje vodnih tokov rek v cilju prispevanja na poplavljene travnike. Spolni dimorfizem ni jasno izražen, tako da ima le statistični pomen, razen v času pred drstenjem, ko imajo samice bolj zaobljen in mehek abdomen, samci pa izpuščajo spermo na pritisk ter imajo izražene bisernate organe (Balon, 1995).

V večstoletnem gojenju divjega krapa v ribnikih z mirno vodo z obiljem hrane in večjo gostoto se je divji krap adaptiral na te razmere. Zato danes divji krap v gojitvenih ribnikih bistveno počasneje prirašča od udomačenega krapa ter se težko prilagaja gojitvenim razmeram. Upočasnjena rast je posebej izražena v prvih dveh letih razvoja. Primerjalne raziskave med divjim krapom in udomačenim krapom so pokazale, da je slabši prirast divjega krapa posledica manjših ust ter za 15-25 % krajšega črevesja. Prav tako ima udomačeni krap izraženo redukcijo velikosti posteriornega ribjega mehurja. Udomačeni krap ima tudi boljši klavnični izkoristek zaradi izrazito visokega telesa in majhne glave, vendar je razmerje med telesno maso in čisto mišičnino pri obeh enaka. Divji krap je neprimerljivo močnejši, okretnejši ter vzdržljivejši v boju za preživetje od udomačenega krapa, saj ima za 18-19 % večje število eritrocitov in ter za 16-26 % višjo raven krvnega sladkorja. Poleg tega imajo mišice in jetra divjega krapa manj vode, nekateri organi pa vsebujejo več maščob in vitamina A. Posledično je divji krap tudi okusnejši od udomačenega krapa. Vzdržljivost, moč in okretnost divjega krapa izhajajo iz zelo dobre prekravljenoosti mišic, ki se ne utrudijo tako zlahka kot pri udomačenemu krapu. Takšne lastnosti divjega krapa so nastale zaradi življenja v rekah, kjer je bilo premagovanje vodnih tokov življenjsko pomembno (Steffens, 1964).

Življenjski spekter krapa je zelo širok. Optimalna temperatura za rast in razvoj krapa se giba v razponu 23-30 °C, čeprav preživi tudi pri izredno nizkih in visokih temperaturah. Tolerira slanost vode do 5 %. Optimalni pH se giba v razponu 6,5-9,0. Krapa preživi izredno nizke koncentracije kisika (0,3-0,5 mg/l) in supersaturacijo (FAO, 2006).

Krapa spada med vsejedce (omnivore), čeprav ima raje hrano živalskega izvora, npr.: vodne insekte, larve insekrov, gliste, polže in zooplankton, ki je glavna naravna hrana v ribnikih (Horvath in sod., 1984). Tradicionalna reja krapov v Evropi temelji na dodatnem krmljenju, ki nutricionistično sicer ne zadostuje vsem potrebam za rast in razvoj, vendar predstavlja dopolnilo k naravnemu prehrani krapa. V Aziji se krapa tradicionalno ne krmi, temveč je prirastek odvisen izključno od naravne hrane (Moav in Wohlfarth, 1976 A). Včasih se krapa dodatno krmi z odpadki ali pa se izvaja gnojenje, ki pripomore k razvoju planktona, katerega lahko krapa izkoristi za rast (Hulata in sod., 1980). V sodobnem krapogojstvu prevladuje krmljenje z visokovredno kompletno krmom. Takšen način intenzivne reje je značilen za območja, kjer ni velikih vodnih površin, potreba po krapu pa je velika (Japonska, Izrael, nekatere države Evrope, vključno s Slovenijo). V dobrih pogojih krapa dnevno pridobiva 2-4 % telesne mase. V tropskih in subtropskih območjih krapa doseže 0,6-1,0 kg v enem letu za razliko od zmernih klimatskih pasov, kjer doseže 1-2 kg v 2-4 rejnih sezонаh (FAO, 2002).

Dnevne stopinje ($^{\circ}$ D) so seštevki povprečnih dnevnih temperturnih vrednosti vode v bioconi rib in so zelo pomemben parameter pri spremljanju fizioloških procesov pri ribah ter zlasti pri predvidevanju cikličnega dozorevanja spolnih produktov in drstenja (Rothbard, 1997). Tako samice krapa v Evropi spolno dozorijo po 11.000-12.000 $^{\circ}$ D; azijske linije dozorijo nekoliko hitreje. Samci spolno dozorijo v 25-30 % hitreje kot samice. Evropski divji krapa prične z drstenjem v začetku maja na poplavljenih travnikih ob rekah, ko je temperatura vode med 17-18 $^{\circ}$ C. Gojene evropske linije krapov potrebujejo nekoliko višjo temperaturo. Azijski divji krapa prične z drstenjem pri zmanjšani koncentraciji ionov v vodi, kar je posledica začetka deževnega obdobja. Za razliko od gojenih linij krapov, ki izpustijo vso ikro v nekaj urah, se divji krapa drstijo parcialno. Število iker znaša 100.000-200.000 na kg telesne mase samice (Horvath in sod., 1984). Med drstenjem krapa samice spustijo ikre na rastline, medtem pa samci istočasno izpuščajo spermo in tako pride do zunanje oploditve. Ikre so izredno lepljive in do izvalitve ostanejo zaledljene na vodno rastlinje.embrionalni razvoj krapa traja 60-70 $^{\circ}$ D pri temperaturi od 20-23 $^{\circ}$ C, kar je približno 3 dni. Približno 3 dni po izvalitvi se razvije posteriorni del plavalnega mehurja, kar omogoča horizontalno plavanje zaroda; njegova prva hrana meri največ 150 – 180 μ m (FAO, 2002).

2.2 Poreklo in udomačitev krapi

Obstoj divjega krapi v zahodni Evropi pred ledeno dobo je dvomljiv ter ni bil nikoli potrjen. Predhodnik »modernega« divjega krapi se je verjetno razvil na področju Kaspijskega jezera proti koncu pliocena. V raznih obdobjih pleistocena je prišlo do širjenja predhodnika divjega krapi, tako je razvoj »modernega« divjega krapi potekal v področju Črnega in Aralnega morja. Po ledeni dobi so ugodne temperaturne razmere pogojevale migracijam divjega krapi proti zahodu vse do reke Donave ter na vzhodno celino Azije, s tem da je naravna migracija divjega krapi na Japonsko malo verjetna. Migracija divjega krapi na zahod in vzhod je pogojevala današnjemu obstoju le dveh podvrst divjega krapi: *Cyprinus carpio carpio* (evropski divji krapi) in *Cyprinus carpio hematopterus* (azijski divji krapi) (Balon, 1974). Po zunanjosti se ti dve podvrsti razlikujeta samo v številu škržnih grabilcev (Balon, 1969). V literaturi lahko zasledimo, da mnogi avtorji opisujejo številne podvrste divjega krapi, saj imajo divji krapi v vsaki ločeni regiji neke specifične značilnosti, ki pa prestavlja le manjšo variabilnost, tako da je danes splošno sprejeta razdelitev divjega krapi samo v navedeni dve podvrsti (Balon, 1995).

Divji krapi se je pojavil v Donavi šele pred 8.000-10.000 leti. Prisotnost divjega krapi v centralni in zahodni Evropi na začetku našega štetja je zunaj Donave malo verjetna. Torej v vseh območjih Evrope zunaj reke Donave divji krapi ni avtohtona vrsta (Balon in sod., 1986). To podpira tudi lingvistična teza o Donavi kot najzahodnejši točki naravne razprostranjenosti divjega krapi. Namreč, v vseh pokrajinah, kjer je krapi naseljeval Donavo pred velikimi migracijami narodov (kar pomeni, da so bile možnosti za prenos divjega krapi v oddaljene kraje majhne), obstaja lokalno ime za krapi: *ponty* v madžarščini, *šaran* v srbski in hrvaščini, *saran* v bolgarščini, *crap*, *ciortocrap*, *saran*, *ciortan*, *ciuci*, *ciuciulean*, *ciuciulica*, *olocari* ali *ulucari* v romunščini, *sazan baligi* ali *husgun* v turščini, *sharan* ali *podrojek* v ukrajinsčini, *sazan* v ruščini ter *kalynshyr* v Kirgiziji. V vseh drugih državah izhaja ime za krapi iz keltskih narodnih nazivov za ribo: *charopho*, *carfo*, *charofo* in *carpio*. Kelti, ki so naseljevali obale Donave v prvem stoletju našega štetja, so bili v stiku z Rimljani, kar je pogojevalo mešanje med kulturami. Pozneje so se oboji umikali pred osvajalnimi pohodi Germanov, tako da se je z njimi ime za krapi preselilo v razne evropske države, kjer se pojavlja v podobnih oblikah: *carpe* v francoščini, *carpa* v italijanski, *carp* v angleščini, *carpa* v španščini in portugalščini, *Karpfren* v nemščini, *karp* v poljščini in češčini, *karpe* v danščini, *karp* v švedščini, *krap* v slovenščini itd. (Balon, 1995).

Širjenje divjega krapa in začetki udomačitve (gojenja in selekcije v ribnikih) se pripisujejo Rimljaniom, čeprav o slednjem ni neposrednih zgodovinskih dokazov. Namreč, ta teza izhaja iz naslednjih dejstev:

- Rimljani so bili vešči selekcije in gojenja številnih rastlinskih in živalskih vrst;
- ravno v začetku našega štetja so začeli intenzivno graditi ribnike (*piscinae*) za vzrejo raznih vrst rib;
- v drugem stoletju našega štetja je populacija 100.000 Rimjanov zasedla obalo Donave na področju od Dunaja do Budimpešte; ter
- arheološke izkopanine so dokazale, da je bil divji krap najbolj zastopana riba na jedilniku legionarjev in spremičev, veliko količino krapovskih kosti pa so pozneje odkrili tudi na drugih legionarskih oporiščih, ki so bila oddaljena od Donave, kar je dokaz, da so Rimljani transportirali divjega krapa na razne lokacije.

Po razpadu rimskega cesarstva ter ustanovitvi krščanstva se je z gojenjem krapov nadaljevalo v meniških ribnikih (od tod tudi izhaja ime »menih« za izpustni jašek v ribniku). Menihi so imeli veliko potrebo po ribjem mesu zaradi velikega števila predpisanih postnih dni, krap pa je bil zaradi svoje vzdržljivosti in izredno okusnega mesa idealna riba za vzrejo. Menihi so zelo resno pristopali k vzreji krapa in so postavili osnove tehnologije vzreje, ki veljajo še danes. Razen tega so izvajali intenzivno selekcijo, zlasti v zadnjih 500 letih, tako da so številne linije krapov nastale ravno v tem obdobju. Prvi pisni viri o spremenjeni obliki telesa, luskavosti in barvi segajo v 16. stoletje (Balon, 1995).

Udomačitev rastlin in živali je eden izmed najbolj fascinantnih in značilnih aspektov človeške zgodovine. Podrobnosti o času in načinu prvih udomačitev so zanimale številne znanstvenike (Isaac, 1962), vendar je natančne odgovore težko pričakovati, saj so prve udomačitve nastopile v neolitiku (pred približno 14.000 leti). Nekatere rastline in živali se držijo, krotijo in včasih razmnožujejo v jetništvu na način, ki je enak ali podoben njihovi vrsti v divjini. Večina teh živali se občasno križa s divjimi osebki ter po vrnitvi v naravo ne kaže značilnih razlik od predniške populacije.

Takšne živali niso udomačene (Isaac, 1962), ker resnično udomačeni organizmi izpolnjujejo naslednje pogoje:

- udomačeni organizem je cenjen in držan z specifičnim namenom,
- njegovo razmnoževanje poteka pod človeškim nadzorom,
- obnašanje udomačenega organizma je različno od tistega, ki ga kaže divji prednik,
- morfološke značilnosti takšnega organizma (vključno s barvitostjo in velikostjo) se pojavljajo v variacijah, ki jih ne najdemo v naravi, ter
- obstoj številnih udomačenih osebkov je odvisen od človeške pomoči.

Krap je najbolj udomačena ribja vrsta, saj se že tisočletja goji v pogojih, ki izpolnjujejo točke a), b), c) in d), v zadnjih dveh stoletjih pa izpolnjuje tudi točko e). Mnogi avtorji smatrajo, da se krap goji že približno 4000 let; dlje kot katerakoli druga ribja vrsta. Najstarejši pisani viri govorijo o gojenju krapov na Kitajskem; številni avtorji celo trdijo, da se je krap prenesel iz Azije v vse druge predele sveta ter da je Kitajska resnična prestolnica krapogojstva. Balon (1995) ima na osnovi zgodovinskih, arheoloških, lingvističnih in drugih virov zelo močan dvom glede teh trditev ter postavlja trenutno dobro sprejeto tezo, da so Rimljani začetniki udomačitve krapa ter da so menihi v Evropi naredili največji napredok v selekciji krapa. Ne zanika dejstva, da je krap istočasno gojen na Kitajskem in v Evropi, vendar smatra, da kitajski način ribogojstva ne izpolnjuje večine pogojev, ki definirajo udomačitev.

To tezo podpirajo naslednja dejstva:

- kitajski tradicionalni način vzreje krapa poteka v polikulturi, pri gostem nasadu rib, kjer krap predstavlja manjši delež gojenih krapovcev v ribniku, za razliko od evropskega tradicionalnega gojenja krapa, ki se izvaja v monokulturi, pri nizki gostoti (Jiang, 1989);
- na Kitajskem se med sezono občasno izvaja delni izlov rib z pobiranjem večjih krapov; v Evropi se enkrat letno tradicionalno izvaja popolni izlov rib, kadar se ribnik popolnoma izprazni;

- matično jato se v Evropi selekcionira pri izlovu rib, predvsem se pa upošteva velikost ribe in indeks profila (cenjene so največje matice z visokim indeksom profila); po drugi strani na Kitajskem služijo kot matična jata tiste ribe, ki ostanejo v ribniku po delnem odlovu večjih krapov, s tem da se velkokrat dodatno vlagajo krapi, ujeti v divjini;
- krmljenje krapov se v Evropi izvaja z visokovredno hrano (tradicionalno z žitaricami, v novejšem času pa s formulirano kompletno krmo), medtem ko se na Kitajskem prirastek krapa dosega z gnojenjem in dodajanjem krmnih odpadkov.

Iz naštetega je jasno razvidno, da kitajske linije krapov kljub tisočletni tradiciji gojenja niso udomačene, temveč jih lahko smatramo za primitivne ali na pol udomačene linije krapov. Razlike med kitajskimi linijami krapov so nastale predvsem na osnovi prilagajanja krapov na določene klimatske razmere v različnih predelih Kitajske v kombinaciji z akumulacijo mutacij (Jiang, 1989).

2.3 Linije krapov

Krap izraža genotipski in fenotipski polimorfizem, ki je posledica geografskih izolacij posameznih populacij krapa, adaptacij, akumulacij, mutacij ter naravne in človeške selekcije (Gorda in sod., 1995). Za populacijo krapov s skupnimi lastnostmi, ki jih prenašajo na potomstvo, uporabljam avtorji različne nazive: linija, pasma, rasa ali varieteta. V kontekst našega znanstveno-raziskovalnega dela se najbolj ujema izraz linija, ki jo bomo uporabljali v nadalnjem tekstu.

Linije krapov lahko razdelimo v tri glavne skupine:

- divje linije krapov, ki so nastale v določenem geografskem področju brez vpliva človeka,
- konzumne linije krapov, ki so nastale kot posledica človeške selekcije, usmerjene na kvantitativne lastnosti (telesna masa, dolžina telesa, oblika telesa in rezistenca na bolezni),
- okrasna linija krapa (koi krap), ki je posledica človeške selekcije na kvalitativne lastnosti (barvitost in oblika telesa).

2.3.1 Divje linije krapov

Azijski divji krap in evropski divji krap sta dve osnovni liniji divjega krapa, ki sta obenem dve glavni podvrsti krapa. Genetska oddaljenost znotraj posamezne podvrste je nizka, zlasti pri evropskem divjem krapu. Kljub temu lahko v literaturi zasledimo naslednje linije divjih krapov: donavski divji krap, divji krap iz Tise, divji krap iz reke Amur, kitajski velikotrušasti krap, kitajski podolgovati krap in drugi. Do nedavnega je bilo preučevanju in ohranjanju divjih linij krapa posvečeno malo pozornosti, ker je bila prioriteta krapogojstva pridobivanje krapov v konzumne namene. V zadnjem času postaja krapogojstvo integralni del ribištva in programov za revitalizacijo favne v odprtih vodah, s tem pa divji krap silovito pridobiva na pomembnosti (Kohlmann in sod., 2003). V Evropi je divji krap uvrščen med ogrožene vrste, čeprav je po mnenju mnogih povsem izginil. Kljub prizadevanjem krapovskih genskih bank (Vodnany, Češka in Sarvas, Madžarska), ki so pričele s programom zaščite pred približno 40 leti, so moderne genetske preiskave vedno pokazale nečistost genoma domnevno divjih krapov, ki so bili v preteklosti križani z udomačenimi krapami (ustno sporočilo, prof. Miklós in prof. Linhartd). Pri divjem krapu sicer obstajajo manjša odstopanja v času drstenja oz. divji krap se drsti na nekoliko nižjih temperaturah, kar pa v naravi ne more zagotavljati, da ne bo prišlo do križanja med divjim in gojenim krapom. Krapogojstvo ima v Evropi izredno dolgo tradicijo, selekcija na krapu se pa izvaja verjetno od 12. stoletja našega štetja. Evropa je preplavljená s številnimi gojitvenimi ribniki, ki komunicirajo z odprtimi vodami. Pobegli krapi iz gojitvenih ribnikov se uspešno parijo z divjim krapom, tako da je obstoj čistih linij donavskega divjega krapa in divjega krapa iz Tise skoraj nemogoč. Kljub temu se poribljavanje odprtih voda izvaja s potomci registriranih matic divjega krapa, ki morfološko (in fiziološko) najbolj ustrezajo divjem krapu. V primeru da udomačeni krap uide ali se vloži v reko, čez čas poprimejo njegovi potomci obliko divjega krapa. Iz tega razloga lahko v rekah vidimo razne prehodne oblike krapa, od tistih izrazito »visokih« do popolnoma podolgovatih. Kljub temu da imajo nekateri rečni krapi obliko divjega krapa, nimajo fizioloških lastnosti, ki jih poseduje izvirni divji krap, temveč gre za »zamaskirane oblike udomačenih krapov«. Slika 3 prikazuje risbe divjih krapov iz Donave, ki so rezultat raziskovalnega dela v letu 1858. Iz prikaza je razvidno, da samo sliki 3 in 4 prikazujeta divjega krapa, drugi dve pa prehodne oblike udomačenega krapa. Ti podatki nedvomno pričajo o prisotnosti udomačenih krapov v Donavi že v 19. stoletju (Balon, 1995).

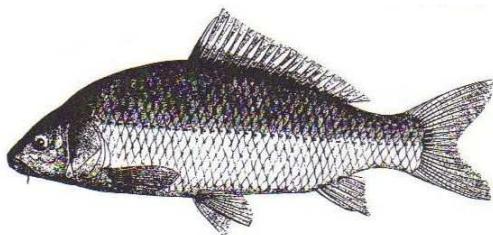
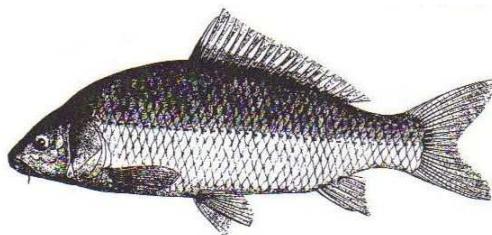
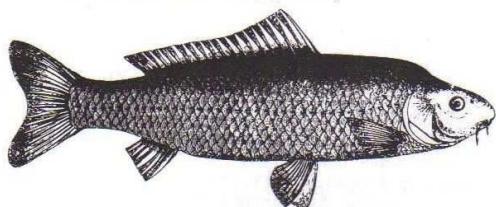
2. Art: *Cypr. acuminatus*, n. sp. — (Fig. 22.)2. Art: *Cypr. acuminatus*, n. sp. — (Fig. 22.)

Fig. 23. Altes Individuum.

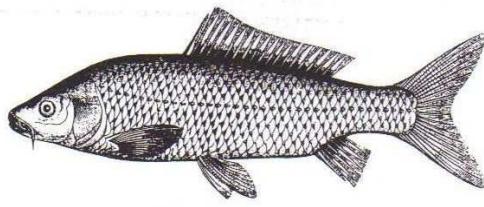


Fig. 24. Junges Individuum.

SLIKA 3: Krapi, ulovljeni v Donavi leta 1858, ki sta jih opisala Heckel in Kner. Krapi z višjim indeksom profila verjetno izvirajo iz križanja med divjim krapom in udomačenim krapom, ki je pobegnil iz ribnikov v vodotoke (Balon, 1995).

Obstoj azijskih divjih krapov nikoli ni bil resnično ogrožen iz več razlogov. Azija nima dolgoletne tradicije selekcije v krapogojstvu in gojeni krapi se ne razlikujejo od tistih iz narave. Tudi, če bi se v odprte azijske vode vnesli udomačeni krapi iz Evrope, bi velika prostranstva otežkočila obsežno križanje med divjimi in gojenimi krapi (Balon, 1995).

2.3.2 Konzumne linije krapov

Evropa je prestolnica selekcije v krapogojstvu. Začetki selekcije na krapu segajo v 12. stoletje našega štetja. Zaradi velikega števila postnih dni so imeli menihi veliko potrebo po ribjem mesu. Krap je bil za evropske klimatske razmere idealna rešitev zaradi okusnega mesa ter dobrih adaptivnih lastnosti na gojitvene pogoje. Da bi si zagotovili zadostno količino krapa za vse postne dni, so razvili menihi dodelano tehniko in tehnologijo vzreje krapa, ki je v osnovi enaka današnji. Genom divjega krapa je bil raznovrsten in je izražal fenotipsko variabilnost, ki je ponujala izboljšanje rejnih lastnosti krapa.

Ob tem opažanju so pričeli menihi s selekcijskim delom na krapu, ki je ob razvoju tehnike in tehnologije vzreje nudil dodaten prostor za razvoj. Cilji selekcije so bili enaki današnjim:

- vzrejati krate, ki najboljše priraščajo,
- vzrejati krate, ki so odpornejši na: slabe življenjske pogoje, gojitvene pogoje in bolezni,
- vzrejati krate, ki imajo čim boljšo konverzijo (izkoristek) naravne in dodatne hrane,
- vzrejati krate, ki imajo čim večji klavnični izkoristek (zmanjšati luskinavost telesa, zmanjšati velikost glave v sorazmerju z telesom itd.) (Bojčič in sod., 1982).

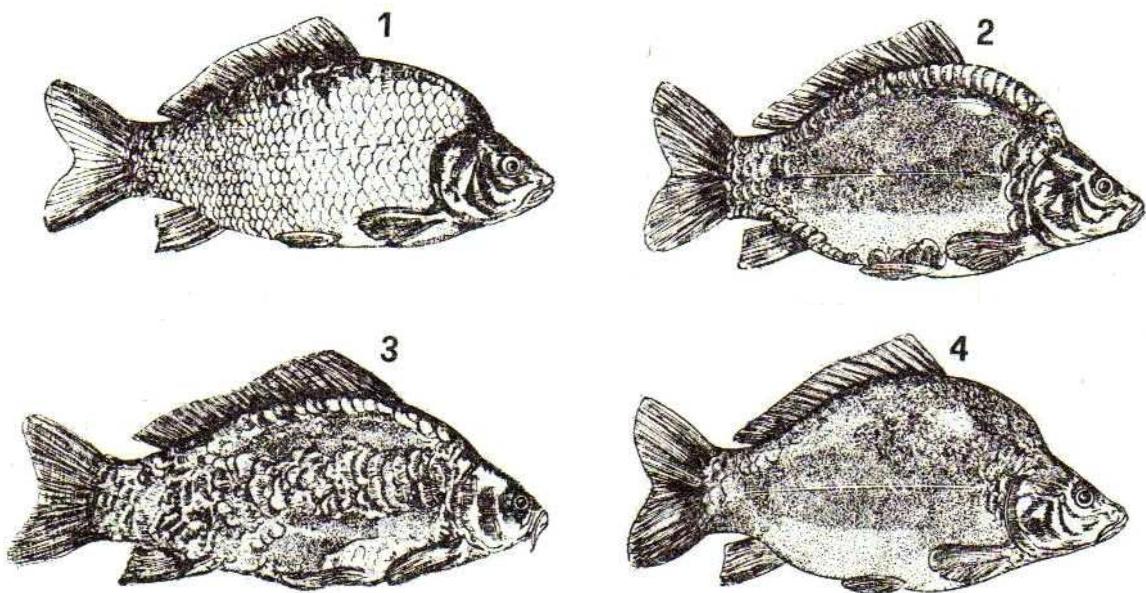
Različni poudarki na ciljih selekcije in specifične klimatske razmere v geografskih regijah so prispevale k nastanku številnih populacij krapov, ki medsebojno kažejo različne genotipske in fenotipske značilnosti ter različne kvantitativne in kvalitativne lastnosti (Gorda in sod., 1995). Pri teh populacijah lahko v literaturi zasledimo tudi izraz pasma ali rasa, ker gre za skupine živali, ki kažejo zaželene gojitvene lastnosti, katere prenašajo na potomstvo (Bojčič in sod., 1982).

Selekcija se je praviloma izvajala ob izlovu z izbiranjem 3 leta starih krapov za formiranje matične jate. Glavna kriterija sta bila velikost in indeks profila (sorazmerje med višino in dolžino telesa) (Ankorion in sod. 1992; Wohlfarth, 1993). Visok indeks profila je bil simbol žlahtnosti krapa, zato ima večina današnjih linij konzumnih krapov kratko in zbito telo ter malo glavo v sorazmerju s telesom. Do nedavnega je prevladovalo mnenje, da je visok indeks profila v pozitivni korelaciji s hitrostjo priraščanja. Raziskava Ankoria (1992) je zamajala to stoletja dolgo prepričanje s preprosto študijo, ki je pokazala, da je indeks profila izrazito dedna in variabilna lastnost ter da ni v korelaciji s hitrostjo priraščanja. Iz tega razloga se danes selekcija na kvantitativne in kvalitativne lastnosti krapa (hitrost priraščanja, klavnični izkoristek, konverzija hrane, preživetje ter kvaliteta mesa) izvaja na osnovi progenih testov (Vanderputte in sod., 2004).

Od 16. st. so se začele pojavljati oblike gojenih krapov, ki so imele reducirano število luskin. Zmanjševanje števila luskin nudi boljši klavnični izkoristek in manj dela pri klavnični obdelavi krapa.

Poleg visokega indeksa profila telesa predstavlja neprikritost telesa z luskinami pri krapu simbol žlahtnosti. Glede na prekritost telesa z luskinami lahko krapa razdelimo v štiri skupine:

- luskinar predstavlja izvirno obliko luskinavosti krapa. Vsi divji krapi so popolnoma prekriti z luskinami;
- zrcalar ima eno vrsto luskin, ki sledi hrbtni liniji od glave do repa, preostanek telesa pa je brez lusk, razen v področju korenine repa. Ta oblika je najbolj pogosta med konzumnimi linijami krapov;
- veleluskinar ima značilno eno, dve ali tri linije lusk, ki se raztezajo po celi dolžini bočne linije. Pogosto ima še dodatno linijo lusk ob hrbtni liniji;
- brezluskinar (goli krap, usnjari) ima lahko prisotne posamične luskine ali pa je popolnoma brez lusk (Bojčić in sod., 1982).



SLIKA 4: Prikaz varietet krapa glede na prekritost telesa z luskami: 1. luskinar, 2. zrcalar, 3. veleluskinar in 4. brezluskinar (Bojčić in sod., 1982).

V preteklosti se je mnogo pozornosti posvečalo preučevanju zakonitosti luskinavosti, domnevnim rejnim lastnostim, povezanim z luskinavostjo itd. Novejša literatura pa ne posveča veliko pozornosti luskinavosti, ker jo smatra kot varieteto, ki ima pomen le v prilaganju željam kupcev.

Danes imamo registrirane številne linije konzumnih krapov. Samo Madžarska jih ima registriranih 15 (Bakos in Gorda, 1995). Z registracijo konzumnih linij krapov se želi ohraniti genom vseh linij in izboljšati monitoring nad uporabo optimalnih linij za določene razmere (Wohlfarth in sod, 1980). Najbolj znane evropske linije konzumnih krapov so: »galicijska« (Poljska, Ukrajina), »lužička« (pokrajina Saška), »ajšgrund« (Nemčija), »bohemijska« (Češka), »royale« (Francija), »dinnye« (Madžarska), »našička« (Hrvaška) ter »Dor-70« (Izrael) (Hulata, 1995).



1.



2.



3.

SLIKA 5: Prikaz nekaterih linij udomačenih krapov: 1. ajšgrundski krap, 2. lužički krap, 3. galicijski krap (Pokorný in sod., 2004).

Številne druge registrirane linije izhajajo iz naštetih in nimajo posebnih značilnosti. Njihova registracija je bila posledica raznih lobijev, ki so si prizadevali registrirati čim več linij, da lažje kontrolirajo revo na določenem področju. Večina teh linij ima le nekatere fenotipske posebnosti, ki ne izhajajo iz genotipske raznovrstnosti, temveč so posledica adaptacije na določeno podnebje (ustno sporočilo, Bercsény Miklos). Ta trditev je močno podprtta z dejstvom, da je bila po drugi svetovni vojni matična jata številnih linij po Evropi izropana zaradi lakote. Novejše genetske raziskave so pokazale nizko variabilnost pri gojenih krapih, ki verjetno izhaja iz obilnega križanja v sorodstvu (Anjum, 1995; Kolmann in Kersten, 1999).

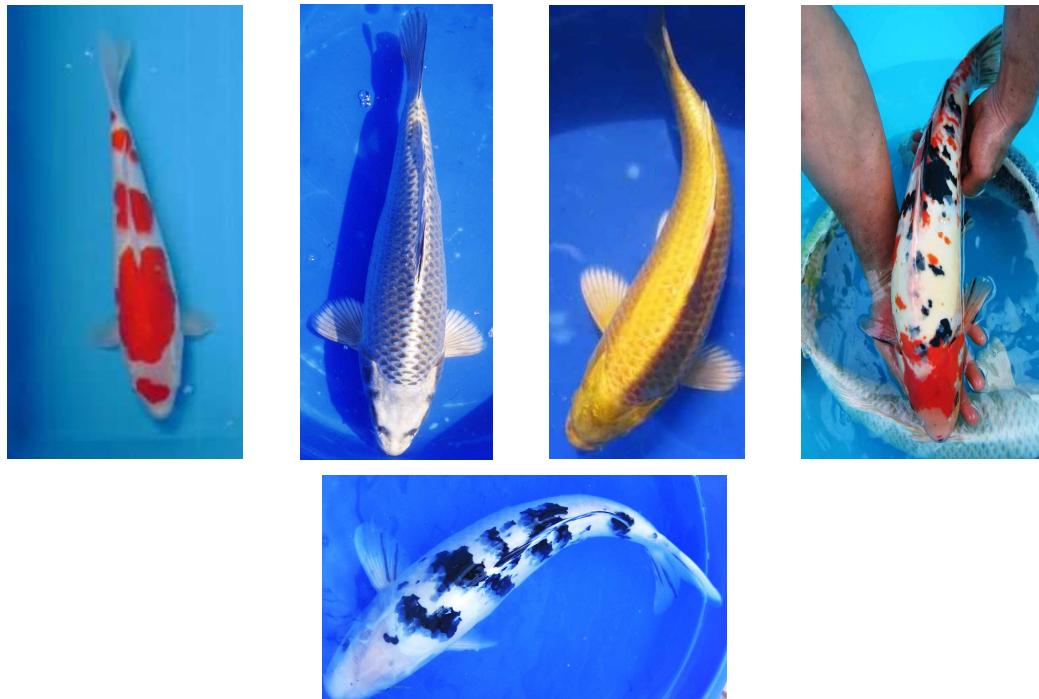
2.3.3 Okrasna linija krapov

Koi krap je barvna (okrasna) varieteta krapa. Pojavlja se v raznih barvah in različnih barvnih vzorcih (Axelrod, 1973; Waddington P., 1995; Gomelsky in sod., 1998), tako da danes poznamo 17 osnovnih varietet s številnimi podskupinami z nomenklaturo v japonščini. Najbolj prljubljene varietete so *kohaku* (rdeče-beli), *taisho sanke* (rdeče-črno-beli, s tem da prevladuje bela barva), *showa shanshoku*; skrajšano *showa* (rdeče-črno-beli, s tem da prevladuje črna barva), *ogon* (enobarvni z visokim leskom), *matsuba* (imajo enobarvno glavo z visokim leskom, luske so v isti barvi, s tem da je kavdalni rob lusk črno obrobljen, kar jim daje mrežasti videz) ter *bekko* (ima črne pike na beli, rdeči ali rumeni podlagi). Te varietete imajo številne podskupine z določeno nomenklaturo, ki je prav tako v japonščini. Razen standardnih varietet obstaja neskončno število barvnih kombinacij, ki jih ne razvrščajo v določeno skupino in se pogosto imenujejo »miks« (Štěch, 2007).



SLIKA 6: Koi krapi v standardnih in »miks« varietetah
(Slika: Gospic D, 2003).

Njihove bleščeče barve in unikatnost so jim prislužile vzdevek »živeči dragulji« in »plavajoči cvetovi«.



SLIKA 7: Barvne varietete koi krapov; od desne proti levi: *kohaku*, *matsuba*, *ogon*, *sanke*, *shiro bekko* (Slika: Gospic D, 2004).



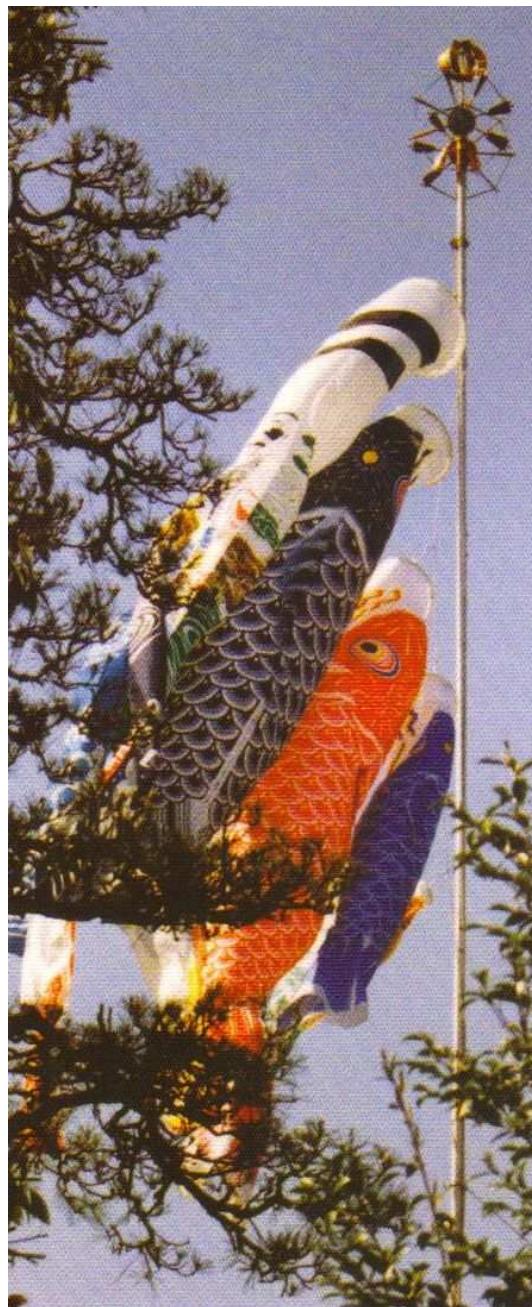
SLIKA 8: Koi krapi v vrtnem ribniku med krmljenjem (Slika: A. Dovc, 2003).



SLIKA 9: Koi »miks«. Kljub temu da ne spadajo v določeno varieteto, so lahko estetsko privlačni in včasih dosegajo visoke cene (Slika: Gospic D, 2004).

Kljub temu, da je koi krap barvna inačica krapa, je velik odstotek potomcev koi krapov nebarvnih oz. imajo barvitost enako navadnemu krapu ter jih je na osnovi morfologije v praksi zelo težko ločiti od udomačenega krapa. Nekateri od potomcev koi krapov imajo svetlejše linije na glavi, ki jim dajejo videz okostnjaka in se zato imenujejo »duhovi« (*angl. ghosts*). Na Japonskem se med vzrejo koi krapa izvaja nenehno izločanje koi krapov nezaželene barvitosti, ki se nikakor ne morejo naprej rediti za konzumne namene. V Sloveniji je vzreja koi krapov postranska dejavnost mnogih krapogojcev, ki prodajajo nebarvne koi krape (ali tiste z nezaželenimi barvami) za namen poribljavanja ali za konzumni namen (ustna konzultacija Jenčič, 2003).

Japonska je nedvomno zaslužna za selekcijo in razvoj vseh linij koi krapa, ki jih poznamo danes (Axelrod, 1988; Stech, 2007). Za Japonce je koi krap simbol moči, moškosti, sreče in prosperitete. Znan je tudi kot »bojevniška riba«. Na Japonskem *koi-nobori* (zastave v obliku koi krapov) vsako leto 5. maja krasijo stebre zaradi t.i. »dneva fantov«. *Koi-no-bori* simbolizirajo upanje staršev, da bodo njihovi sinovi močni in hrabri kot koi krapi (Gospic, 2002).



SLIKA 10: Koi-no-bori (Waddington, 1995).

Koi krap je eden od simbolov Japonske umetnosti ter odraz vzhodnjaške filozofije življenja; predanost in doslednost delu. Primerno temu vrhunski koi krapi neredko dosegajo cene v vrednosti luksuznih avtomobilov ali hiš. Uporaba plastičnih vreč v transportu rib je pospešila širjenje in popularizacijo koi krapov v vsem svetu (Waddington, 1995).



SLIKA 11: PVC vreče, polnjene z vodo in komprimiranim kisikom, omogočajo hiter in enostaven transport koi krapov po vsem svetu.

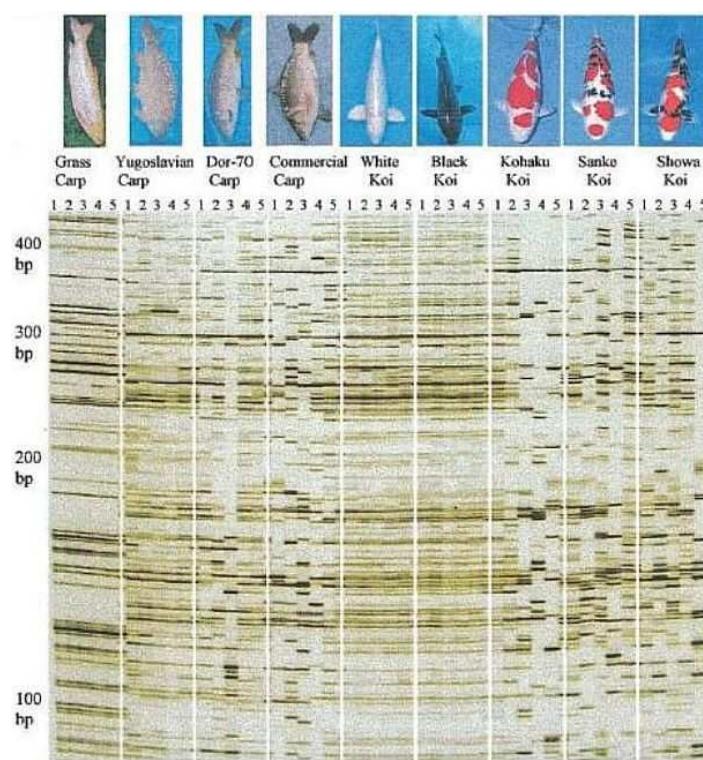
Globalna ekspanzija koi krapov je prinesla velike spremembe svetovni akvakulturi. Ekonomski pomen koi krapov je ogromen in v razvitih predelih sveta presega pomen navadnega krapa. Epizootiološki in ekološki vpliv koi krapov na toplovodno ribogojstvo in ribe v naravi je izjemno pomembna in zelo aktualna tematika (Rothbard, 1997).

Poreklo koi krapov je bilo dolgo časa uganka, saj zgodovinski viri niso nudili dovolj trdne podlage za dokončen odgovor. Balon (1995) je dvomil, da so se koi krapi razvili neposredno iz divjega krapa, temveč iz gojenih krapov. Taniguchi in sod. (1986) so nosilci do nedavnega dobro sprejete teze, da je koi krap nastal iz navadnega gojenega krapa, pri katerem so se pojavile barvne mutacije. Navajajo, da so se prve mutacije pojavile v japonskem gorovju Niigata pred več kot 100 leti. Mnogi japski strokovnjaki (Amano, 1971) so enotnega mnenja, da je malo verjetno, da bi se koi krap pojavil na Japonskem pred letom 1800.

Razvoj genetike in molekularno-bioloških metod je pripeljal do spoznanj, ki ponujajo bolj natančen odgovor o poreklu in genetiki koi krapov. Kohlmann in Kerstern (1999) sta z analizo izocimnih markerjev dokazala, da je koi krap genetsko bolj oddaljen od konzumnih linij, kot so katere koli konzumne linije oddaljene med seboj.

Njuna raziskava je tudi pokazala, da je koi krap genetsko bolj soroden azijskim kot evropskim linijam krapov. David in sod. (2001) so razvili mikrosatelite markerje in jih uporabili skupaj z dvema metodama Amplification Length Polymorphism (AFLP) z namenom analiziranja polimorfizma in genetskih sorodnosti med različnimi populacijami krapov. Krap je splošno pokazal večjo kompleksnost genoma od postrvi. Izsledki raziskave so pokazali, da se preučevane populacije krapov lahko razdelijo v določene skupine glede na naraščajoči polimorfizem genoma:

- beli in črni koi krapi,
- konzumni krap s področja nekdanje Jugoslavije, linija Dor-70 in še nekatere konzumne linije krapov ter
- kohaku (rdeče-beli koi krap), shanke in showa (rdeče-črno-beli) koi krapi.



SLIKA 12: AFLP analiza je pokazala visoko stopnjo polimorfizma med barvnimi inačicami koi krapov. Enobarvni črni in beli koi krapi so pokazali več sorodnosti z udomačenimi linijami krapov (»Yugoslavian Carp« in »Dor-70 Carp«) kot pa z barvnimi varietetami *kohaku*, *sanke* in *showa* (David in sod, 2001).

Stopnje polimorfizma so verjetno v korelaciji z zgodovinskim razvojem teh linij. Skupine z višjo stopnjo polimorfizma (skupini 2 in 3) so pokazale tudi višjo genetsko oddaljenost znotraj lastnih skupin. Rezultati te študije so pokazali, da so posamezne barvne inačice koi krapov medsebojno genetsko oddaljene, kar je ključnega pomena pri razumevanju kvantitativnih gojitvenih lastnosti koi krapov. Predhodna empirična spoznanja strokovnjakov za koi krapo se ujemajo s slednjo genetsko raziskavo, saj lahko o koi krapih v literaturi velikokrat zasledimo podatek, da posamezne barvne varietete koi krapov kažejo odstopanja v plodnosti, hitrosti priraščanja, občutljivosti na bolezni itd. Ravno enobarvne varietete koi krapov se opisujejo kot izredno plodne, hitro priraščajoče in manj občutljive na stres in bolezni v primerjavi s *kohaku*, *showa* in *shanke* varieteto (Waddington, 1995; Rothbard, 1997 Štěch; 2007).

Wang in Li (2004) sta s preučevanjem kitajskih linij krapa dala pomemben doprinos k ugotavljanju porekla koi krapov. Namreč na Kitajskem obstajata dve varieteti krapa, ki kažeta podobnost s koi krapom. Barvni krap *Oujiang* se goji najmanj 1200 let v jugovzhodni regiji Kitajske, v bazenu reke Oujiang. Pojavlja se v raznih barvah in barvnih kombinacijah: popolnima rdeči, popolnoma beli, belo-rdeči in rdeče-črni. Goji se v riževih poljih za konzumne namene, njegova letna proizvodnja pa znaša 60.000 t (Wang in sod., 2006). Neobčutljiv je na stres in dobro prirašča v slabih pogojih.

Druga kitajska varieteta barvnega krapa je krap z dolgimi plavutkami, ki se naravno nahaja v jugozahodni regiji Kitajske. Ima izredno dolge plavutke (merijo 30-50 % dolžine telesa) in raznoliko barvitost telea.

Filogenetske raziskave so pokazale, da imata koi krap in Oujiang krap skupnega predhodnika za razliko od krapa z dolgimi plavutkami, ki ima drugega predhodnika. Oujiang krap je v študiji pokazal večjo genetsko raznovrstnost od koi krapa, tako da obstaja velika verjetnost, da je koi krap nastal (vsaj delno) iz krapa Oujiang (Wang in sod., 2006). Fenotipska raznovrstnost (barvitost) koi krapa je bistveno večja od krapa Oujiang, domnevno zaradi križanja v sorodstvu in križanja s še nekaterimi drugimi linijami, na primer, *ogon* varieteta koi krapa (koi krap zlate barve) je nastala delno iz divjega evropskega krapa, »*doitsu*« (jap: nemški) ali »*zrcalar*« varietete pa so nastale iz križanja koi krapov z evropskim brezluskinavim krapom (Balon, 1995).

2.4 Pomen selekcije in križanja v krapogojstvu

Kljub izredni pomembnosti krapa v svetovni akvakulturi genetski napredek krapa na kvantitativne rejne lastnosti stagnira. Med pomembnejše kvantitativne rejne lastnosti krapa spadajo: hitrost priraščanja (telesna masa), dolžina telesa in višina telesa. Čeprav je krap prva udomačena ribja vrsta in se na njem selekcija (vsaj empirična) izvaja že stoletja, so spoznanja o genetskem potencialu krapa precej nejasna (Vanderputte, 2003; Wang in sod., 2006). Postopki reje, s katerimi se izboljšajo pogoji za rast, so dobro znani in predvsem na njih temelji uspešnost proizvodnje. Po drugi strani se izbiri optimalne linije krapa v praksi posveča malo pozornosti, tako da se večina proizvodnje krapa ne izvaja s selekcioniranimi linijami (Hulata, 1995). Številni avtorji so poročali o prizadevanjih na področju genetskega napredka krapa, ki so vključevala križanje, genomske manipulacije in selekcijo (Moav, 1966; Wohlfart in sod., 1986; Bialowas, 1991; Hulata, 1995; Bialowas in sod., 1997). Njihove raziskave so pripeljale do dveh glavnih zaključkov:

- križanje je glavni način za izboljšanje gojitvenih lastnosti krapa,
- selekcija ima zelo nizek potencial, razen za rezistenco do bolezni (Vandeputte, 2003).

Križanje genetsko oddaljenih linij lahko rezultira v pozitivnem heterosis efektu, ki se izraža v rezistenci na bolezni, hitrosti priraščanja, preživljjanju, konverziji hrane, klavničnem izkoristku ter kvaliteti mesa (Hines in sod., 1974; Moav in sod., 1975; Bakos in Gorda, 1979; Smisek, 1979; Suzuki in Yamaguchi, 1980 A in 1980 B; Kiprichinkov, 1981; Sin, 1982; Kiprichinkov in sod., 1987; Iljasov in sod., 1989; Kiprichinkov in sod., 1993; Wohlfarth in sod., 1993). Heterosis efekt je najbolj izražen pri križanju genetsko oddaljenih linij krapov, praviloma pa se najboljši rezultati dosegajo s križanjem evropskih konzumnih linij z azijskimi divjimi linijami. Slednje so izredno plodne, neobčutljive na stres, težko obvladljive ter sorazmerno dobro priraščajo v slabih pogojih (Moav in Wohlfarth, 1976 A; Wohlfarth in sod., 1986). Evropske linije konzumnih krapov so prilagojene gojitvenim pogojem, najočitnejše značilnosti pa lahko strnemo kot: brezluskinavost, visok indeks profila, velika usta, daljši prebavni trakt, visok prirastek, dobra konverzija hrane, visok klavnični izkoristek itd. (Steffens, 1967). Obilna križanja v sorodstvu na evropskem krapu so pripeljala tudi do negativnih posledic zaradi slabe raznovrstnosti genoma (slaba odpornost na stres, deformacije, itd. (Spasić in sod., 2009)).

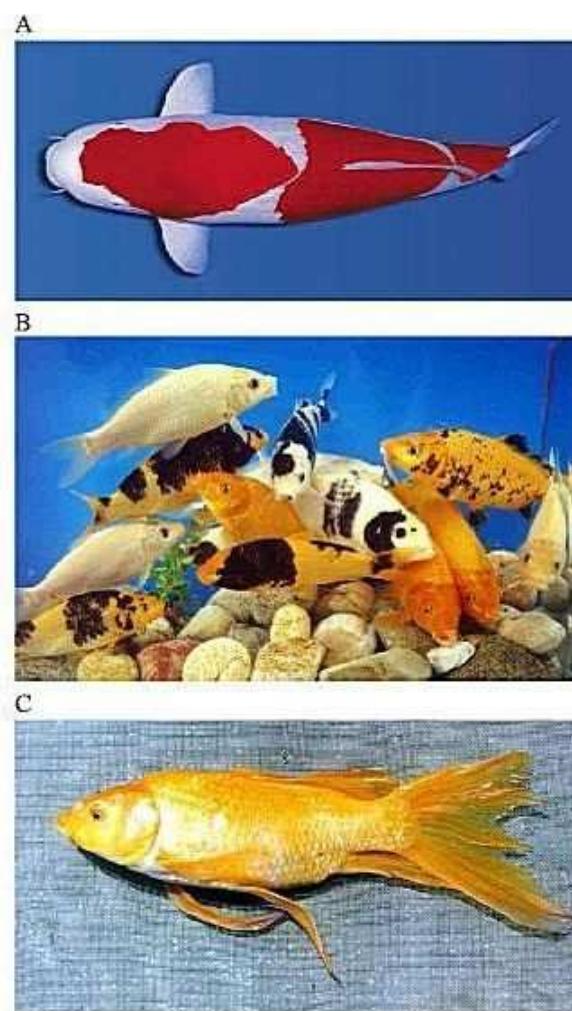
Genetska oddaljenost evropskih in azijskih linij krapa s križanjem omogoča združitev dobrih rejnih lastnosti evropskih linij in odpornosti na stres azijskih linij.

Kljub naštetim prednostim križanja ima ta način izboljšanja proizvodnih lastnosti krapa naslednje pomanjkljivosti:

- heterosis efekt se izraža le v l v F1 generaciji (Wolfharth, 1993) ter ne nudi možnosti za nadaljnje izboljšanje rejnih lastnosti (Spasić in sod., 2009),
- koristi križanja se praviloma izražajo le v prvem rejnem letu, ter
- heterosis efekt je rezultat interakcije med genotipom in okoljem, zato lahko pričakujemo ugodne učinke križanja le pod določenimi pogoji (Wolfhart in sod., 1983).

Bogato preučevanje križanja v krapogojstvu je pripeljalo do široke uporabe hibridov v Izraelu, na Madžarskem in v nekdanji Sovjetski zvezi (Hulata, 1995). Križanje hibridov poteka pod strogim nadzorom inštitutov, ki skrbijo, da se najugodnejša kombinacija uporabi za določeno okolje in določen namen. Učinki križanja so pozitivni, vendar ne morejo prinesi nadaljnega genetskega napredka pri krapu (Vanderputte, 2003). Križanje je v zadnjem času znova postalo zelo aktualno, ker se je izkazalo kot zelo učinkovita metoda pri povečevanju rezistence krapov na koi herpes virozo (KHV) (Shapira in sod., 2002). Obsežna testiranja na več kot 90 linijah krapov so pokazala visoko variabilnost v rezistenci do KHV, zlasti so odporne divje linije krapov. Križanci med udomačenimi linijami krapov in divjimi linijami krapov so pokazali do osemkrat večjo rezistenco v primerjavi s čistimi linijami udomačenih krapov (Pokorova in sod., 2005).

V Sloveniji se je v devetdesetih letih prejšnjega stoletja izvajalo obsežno križanje udomačenih krapov s koi krapi, ki so se takrat začeli uvažati na področja nekdanje Jugoslavije. Po besedah Tomaža Krištofiča so ribogojci kmalu opazili večjo rezistenco na razne bolezni, zlasti zmanjšano umrljivost pri bolezni plavalnega mehurja, ki je do takrat povzročala velike izgube. Negativna posledica teh križanj je v tem, da zaradi večletnega neplanskega dela danes nimamo jasne slike o poreklu in vzrejnih lastnostih plemen ter lahko domnevamo, da med njimi obstajajo velika odstopanja. Ta domneva je podkrepljena tudi z velikimi morfološkimi odstopanjimi med krapi, vzrejenimi v Sloveniji. Zelo pogosto lahko vidimo tudi krape, ki so nedvomno nastali kot posledica križanja s koi krapi (lastna opažanja).



SLIKA 13: (A) Koi krap. (B) Krap iz kitajske regije Oujiang. (C) dolgoplavuti krap iz jugozahodne regije Kitajske (Wang in Li, 2004).

Iz opisanega je razvidno, da temelji nadaljnji genetski napredek krapa predvsem na selekcijskem izboljšanju. Selekcijski program bo moral temeljiti na enostavnih in ekonomsko sprejemljivih metodah, ker večina krapogojskih držav ni zmožna izvajati dragih selekcijskih programov (Vanderputte in sod., 2004). Pri salmonidih so preproste selekcijske metode prinesle signifikantno izboljšanje rejnih lastnosti. Tako je pri potočnici (*Salmo trutta L.*) doseženo izboljšanje v rasti do 25 % po generaciji (Vanderputte in sod., 2002 A) na osnovi masovne selekcije. Izkušnje s selekcijskimi programov na salmonidih bodo vsekakor zelo koristne pri genetskem napredku v krapogojstvu, vendar je predpogoj boljše znanje o genetskih parametrih krapa. Raziskovanje genetskih parametrov je obsežno in drago, vendar bo ponujalo bazo, na kateri bodo temeljili preprosti in poceni selekcijski programi.

Predpogoj uspešne selekcije je genetska variabilnost in dednost vzrejnih lastnosti. Divje linije krapov kažejo večjo genetsko variabilnost od udomačenih linij krapov (verjetno posledica križanja v sorodstvu). Genetska oddaljenost med gojenimi evropskimi linijami je načeloma nizka, zato aktualni idejni plan selekcije temelji na ustvarjanju nove linije, ki bi nastala s križanjem genetsko oddaljenih linij. Novo ustvarjena linija bi lahko imela veliko genetsko variabilnost ter ohranjene različne alele za vzrejno pomembne lastnosti, kar bi nudilo dober temelj za pričetek selekcije (Vanderputte in sod., 2003). Takšen program selekcije združuje prednosti križanja in selekcije. Kljub temu ne moremo posploševati genetske variabilnosti vseh udomačenih linij krapov, ker v določenih regijah poročajo o signifikantnem izboljšanju priraščanja krapa le na osnovi preproste masovne selekcije (Vanderputte 2003, Spasić in sod., 2009), ki temelji na odbiranju 3 % največjih rib iz vsake generacije. Na ta način dosegajo izboljšano rast za 20 % na generacijo (3-4 leta).

2.5 Primerjalni testi na kvantitativne rejne lastnosti

Primerjalni testi med linijami krapov so bili v preteklosti zelo koristni, ker so jasno pokazali, da so kljub signifikantnem vplivu okolja številne lastnosti krapov pod genetsko kontrolo. V večini primerjalnih testov na kvantitativne rejne lastnosti je bila dokazana prisotnost genetske variabilnosti in dednosti med linijami krapov (Prinsloo in Schoonbee, 1984). Pri hitrosti priraščanja med čistimi linijami obstajajo velike razlike, ki lahko znašajo do 50-100 % med najslabšo in najboljšo testirano linijo. Pri tem moramo imeti v mislih, da udomačene linije krapov izražajo največji vzrejni potencial v specifičnem okolju, tako da bi primerjalni test z istimi linijami v drugačnem okolju lahko prinesel različne rezultate. Težavnost takšnih testov je tudi v tem, da je v vzrejnih ribnikih težko zagotoviti enake pogoje vsem testiranim skupinam. V toplovodnih ribnikih je namreč okolje zelo sprejemljivo, variabilno in specifično za vsak posamezni ribnik (Wohlfarth in sod., 1983). Spremljanje priraščanja v strogo kontroliranih pogojih (akvariji ali manjše recirkulacije) omogočajo enake pogoje vsem kontrolnim skupinam, vendar ti pogoji niso podobni vzrejnim pogojem v ribnikih in rezultati so neredko neprimerljivi s tistimi v vzreji.

Iz teh razlogov se največkrat uporablajo naslednje metode:

- metoda mnogokratnega skupnega testiranja (vse testne skupine so v enem ribniku (Wohlfarth in Moav, 1972, 1985),
- metoda ločenega testiranja (Pokorny in sod., 1983; Vanderputte in sod., 2002 B),
- metoda skupnega testiranja ob prisotnosti kontrolne skupine (Linhart in sod., 2002).

Mnogi podatki raziskav kažejo, da je dednost (angl. *heritability estimate*) za hitrost priraščanja nizka (0,3 ali nižja) in da ni pravi potencial za genetski napredek krapa. Po drugi strani pa druge pomembne lastnosti za rejo, kot so odgovor na stres, rezistenca na hipoksijo in relativna masa gonad kažejo visoko genetsko variabilnost, ki zagotavlja možnost genetskega napredka. Vsebnost mašcobe, stopnja deformiranoosti larv in rezistenca na »dropsy« sindrom spadajo v skupino z nekoliko nižjo, vendar ne zanemarljivo genetsko variabilnostjo (Kirpichinkov in sod., 1993). Rezultati raziskav o stopnji variabilnosti genov za določeno lastnost se ujemajo z dostopnimi rezultati selekcijskih eksperimentov na krapu, ki so pokazali učinkovito povečevanje odpornosti na nizke temperature (Kirpichinkov, 1974), povečanje odpornosti na »dropsy« sindrom ter hiter odgovor na selekcijo indeksa profila (Ankorion in sod., 1992; Vanderputte in sod., 2004).

Do nedavnega smo razpolagali le z dvema relevantnima študijama o selekciji na hitrosti priraščanja pri krapu. Obe študiji sta bili opravljeni v Izraelu in obe sta pokazali slab ali zanemarljiv genetski napredek (Moav in Wohlfarth B, 1976; Ankorion in sod., 1992). Nekateri avtorji poročajo o dobrih rezultatih pri selekciji na hitrost priraščanja, vendar slaba zasnova študij in pomanjkljivi podatki ne nudijo trdnih znanstvenih dokazov. Vanderputte in sod. (2003) smatrajo, da negativni rezultati izraelskih študij niso dovolj zanesljivi za dokončno oceno pomembnosti selekcije krapa na hitrost priraščanja. V teh študijah so raziskovalci zanemarjali interakcijo okolja z genotipom, uporabili so čiste linije (ki so verjetno že dosegle selekcijski maksimum), pridobivanje zaroda se je opravljalo z naravnim drstenjem (neenaka starost med potomstvom, nesodelovanje vseh matic v parjenju itd.), maternalni učinek na razvoj potomstva je bil verjetno prisoten itd. Iz tega razloga so Vanderputte in sod. (2004) opravili eksperiment, ki je nudil bolj relevantne rezultate o hitrosti priraščanja krapa v zgodnji fazi življenja (ribe so merjene v starosti osmih tednov).

Raziskava je pokazala precej visoko dednost na hitrost priraščanja, ki nudi povečanje priraščanja od 20 do 25 % na generacijo. Dolžina telesa je pokazala pozitivno korelacijo s telesno maso, tako da bi selekcija glede na dolžino telesa morala dati enake rezultate. Kontrolne meritve dolžine telesa se včasih lažje izvajajo kot pa merjene telesne mase. Ribe z nižjim indeksom profila so kazale večje priraščanje, kar se ujema z rezultati Ankoriana in sod. (1992). Vprašanja o genetskem parametru hitrosti priraščanja do izlova (konzumne velikosti) ostanejo odprtta, čeprav se lahko špekulira na osnovi raziskave Vanderputteja in sod. (2002 B), da pet tednov in dve leti stari krapi ne kažejo razlik v hitrosti priraščanja. Nadalje, telesna masa enoletnih mladic je ključnega pomena za rejo v zmernem klimatskem pasu, ker je stopnja preživljjanja mladic v pozitivni korelaciji z njihovo telesno maso (Laius, 1990).

2.6 Tehnologije reje krapa

Ne glede na vrsto proizvodnje vsebuje reja krapov vedno enake faze:

- Prva faza je pridobivanje zaroda bodisi iz naravnega ali kontroliranega drstenja. Tehnika kontroliranega drstenja je rutinska metoda, ki se zaradi številnih prednosti pred naravnim drstenjem že niz desetletij rutinsko opravlja v krapogojstvu (Horvath in sod., 1984). Tehniko kontroliranega drstenja bomo podrobnejše opisali v poglavju 2.6.1.
- Sledi reja zaroda do velikosti mesečnika. Mesečnik je izraz za zarod krupa, ki je star približno en mesec in tehta približno 1 g. Reja mesečnikov poteka v manjših ribnikih, ki so vnaprej pripravljeni za sprejem ličink. Ličinke rib so zelo ranljive, zato so izgube v tem prvem obdobju zelo visoke. Uspešnost pridobivanja mesečnikov (ki so osnova nadaljnje reje do velikosti tržne velikosti) temelji na številnih ihtiosanitarnih ukrepih, ki omogočajo optimalne pogoje v prvem življenjskem obdobju (Bojčić in sod., 1982).
- Mesečniki krpa se prestavijo v večje rejne ribnike, kjer se gojijo do velikosti enoletnih mladic. Velikost enoletnih mladic variira glede na tehnologijo vzreje. Pri ekstenzivni in polintenzivni rejih mladice dosegajo maso od 30-70 g, pri intenzivni rejih pa od 100-300 g.
- V naslednjem letu se mladice gojijo v intenzivni rejih do tržne velikosti, pri triletnem načinu reje pa do velikosti dveletne mladice, v kolikor tržna velikost še ni dosežena.

- Izlov krpa se opravlja pozno jeseni in v začetku zime, ko je temperatura vode pod 10 °C. Pri izlovu se voda izprazni iz ribnikov, ribe pa se skoncentrirajo v izlovnih jamah. Nizka temperatura vode zmanjšuje bazalni metabolizem krpa, s čimer se zmanjšujejo potrebe po kisiku in stres. Kot posledica sezonskih izlovov krpa se je izoblikovala tradicija sezonskega uživanja krapov okoli božiča. V Evropi je poraba krapov za prehrano ljudi skoncentrirana le na nekaj tednov. V zadnjih desetletjih je reja krpa enako kot za prehrano pomembna tudi za poribljavanja ribolovnih revirjev. Tako se v času izlovov del krpa proda za poribljavanje, del pa se prezimi v ribnikih, namenjenih prezimovanju krpa (zimovniki). Na ta način se del krapov proda tudi spomladvi.



SLIKA 14: Enoletne mladice krpa (slika: Gospic D, 2010).



SLIKA 15: Izlov ribnika (slika: Svitek E, 2009).

2.6.1 Kontrolirano drstenje krapa

V sodobnem krapogojstvu se pridobivanje zaroda (ličink) opravlja s tehniko kontroliranega drstenja (Horvath in sod., 1984; Jhingran in sod., 1985; Rothbard, 1997.). Pri tem postopku gre za indukcijo drstenja pri spolno dozorelih maticah, smukanje spolnih produktov samic in samcev, oplojevanje iker ter inkubacijo v valiču (Gospic, 2002).

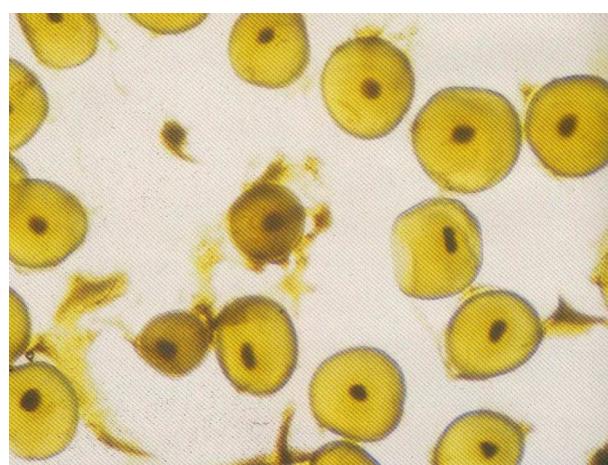
Tehniko kontroliranega drstenja lahko strnemo v nekaj osnovnih korakov:

- Odbiranje matične jate

Ta postopek ima velik pomen, saj se iz majhnega števila plemenek oz. matic pridobi zelo veliko število zaroda, ki se goji do tržne velikosti. Zato je pomembno, da so matice preverjene v progenih testih in da so rejne karakteristike njihovega zaroda standardizirane (Bojčić in sod., 1982, Katassonov in Dementiev, 1995). Naključno odbiranje matic ima lahko usodne posledice, ki se kažejo kot deformacije zaroda, slabo priraščanje, slabša odpornost in posledično večja dovzetnost za bolezni itd. (Spasić in sod., 2009). Po odbiri matic se slednje ločijo po spolih v posebne ribnike, v katerih se zagotovijo pogoji, ki omogočajo dobro kondicijo matic in kvalitetno drst.

- Plemenke krpa ciklično dozorevajo za drstenje, ciklus je pa predvsem povezan s temperaturo vode. Pri krapi drstenje nastopi pri približno 1000 °D, ki se začnejo seštevati po novem letu ali po odtalitvi ledu. V našem podnebju se samice krpa drstijo enkrat letno (Horvath in sod., 1984).
- Izlov in klinični pregled matične jate

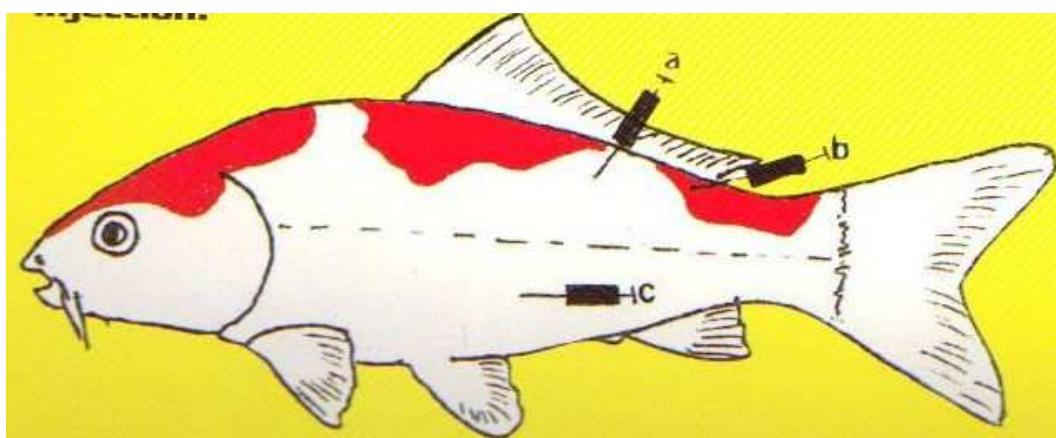
Matice se praviloma prestavijo v vališča, kjer se v zaprtih prostorih lahko umetno kontrolira kvaliteta vode. Zrelost iker se lahko pregleda iz biopsijskega vzorca, saj pri ikrah v zadnji fazi dozorevanja germinativni mešiček potuje proti polu ikre. Samo pri samicah, pri katerih s pregledom ugotovimo, da ima vsaj 65 % iker germinativni mešiček na periferiji, lahko opravimo hormonalno stimulacijo ovulacije (Rothbard, 1997). Druge samice se vrnejo v matični ribnik in se lahko uporabijo pozneje.



SLIKA 16: Mikroskopska slika prikazuje pozicijo germinativnega mešička v jajcu krpa pred drstjo (Rothbard, 1997).

- Aplikacija eksogenih hormonskih pripravkov za sproženje ovulacije

Na razpolago imamo številne hormonske preparate, s katerimi lahko sprožimo dokončno dozorevanje spolnih produktov ter drst (Drori in sod., 1994; Rothbard 1997). Ti preparati temeljijo na delovanju hormona hipofize (gonadotropni hormon) ali hormona hipotalamus (gonadotrpin sproščajoči hormon). V literaturi se označuje uporaba GtH kot hipofizni pristop in uporaba GnRH kot hipotalmični pristop. Hormoni se praviloma aplicirajo intraperitonealno ali intramuskularno v obliki suspenzije, sestavljeni iz hormonskega preparata in 0,9 % NaCl (Horvath in sod., 1984; Rothbard, 1997). Predčasno izlivanje iker pri samicah se prepreči s šivanjem sečno-spolne odprtine. Med aplikacijo hormonov, šivanjem sečno-spolne odprtine, smukanjem in drugo manipulacijo se plemenke sedirajo, da bi se preprečile poškodbe in stres plemenek ter da bi se olajšala manipulacija. Plemenke se sedirajo do stopnje parcialne izgube ekvilibrija (stopnje III-IV). V akvakulturi se uporabljo razni trankvilizerji, med njimi se je za najprimernejšega izkazal benzokain (etil-4-amoinobenozoate (Rothbard, 1997)).



SLIKA 17: Mesta aplikacij hormonskih pripravkov za indukcijo drstenja: a) intramuskularno, b) za hrbtno plavutjo in c) intraperitonealno (Rothbard, 1997).

- Po določenem času nastopi ovulacija odvisno od vrste preparata, temperature vode, zrelosti matic itd. Hormonalna indukcija drstenja pri krapu sproži kompletno ovulacijo v kratkem času, kar omogoča smukanje. V času ovulacije odstranimo šiv in osmukamo samice v suhe posode. Samce prav tako osmukamo ter pomešamo spermo določenih samcev z ikrami določene samice – gre za seleksijski postopek (Gospic, 2002).



SLIKA 18: Smukanje samic in samcev pri divjem krapu in koi krapu (slika: Gospic N, 2010).

- Oplojevanje.

V praksi se največkrat uporablja tehnika suhega oplojevanja po Woynarovichu (Horvath in sod, 1984). Pri oploditvi pomešamo spolne produkte izbranih plemenek in dodamo izotonično raztopino (0,6 %) uree in NaCl, ki preprečuje lepljivost ikre, podaljšuje čas nabrekanja iker ter povzroči, da se mikropile zaprejo. Na ta način dosežemo višji odstotek oploditve. Danes obstaja več metod oplojevanja iker, ki so v osnovi modifikacije metode suhega oplojevanja po Woynarovichu (Rothbard, 1997).



SLIKA 19: Mešanje iker (slika: Gospic D, 2010).

– Odstranjevanje lepljivosti iker.

Preden se oplojene ikre prestavijo v Zugerjeve kozarce (valilnike), je treba odstraniti lepljivost ikre, ki nastane pri stiku z vodo. Obstaja več metod odstranjevanja lepljivosti, vendar je najbolj uveljavljena metoda z uporabo tanina. Tanin je zelo primeren zaradi odličnega odstranjevanja lepljivosti, ker povzroči koagulacijo mukoznega plašča na ikrah. Obenem tudi dezinficira površino iker, kar je pomembno pri preprečevanju prenašanja kužnih in zajedavskih bolezni iz plemenek na potomce, tistih bolezni, kjer so povzročitelji bolezni na površini iker (psevdovertikalni prenos). Za preprečevanje prenosa bolezni, ki se prenašajo s spolnimi produkti (vertikalni prenos), je potrebno nenehno nadzorovati in testirati matično jato ter izločati pozitivne primerke (Horvath in sod., 1984).

– Inkubacija v Zugerjevih kozarcih.

Približno po 72 urah nastopi valjenje iker, ki se prestavijo v Weisserjeve posode. Tam se ličinke nahajajo do faze formiranja plavalnega mehurja, ko se prestavijo v posebej pripravljene ribnike, namenjene reji mesečnikov (Horvath in sod., 1984).



SLIKA 20: Inkubacija iker v Zugerjevih kozarcih (slika: Gospic D, 2003).

Kontrolirano drstenje krpa vsebuje klinični pregled matic, anesteziranje matic, označevanje matic, injiciranje hormonskih pripravkov, biopsijske tehnike, šivanje sečno-spolne odprtine in uporabo antibiotikov v primeru infekcij ter spada v domeno veterine.

2.6.2 Načini reje krpa glede na intenzivnost

Krap je po svojih gojitvenih lastnostih zelo primerna vrsta za rejo, zato ima krapo gojstvo več kot štiristoletno tradicijo. Načini reje krpa se bistveno razlikujejo, saj so odvisni od klimatskih razmer, razpoložljive hrane, gojitvenih površin itd. V osnovi razlikujemo ekstenzivno, polintenzivno in intenzivno rejo.

Pri ekstenzivni rejji se krap ne krmi, temveč se izkoriščajo naravni viri (predvsem plankton) gojitevne vode (Wohlfarth in sod., 1986). Tako prihaja v Aziji krap iz rek na poplavljena riževa polja na drst. Matice se po drsti vrnejo v reke, v riževih poljih pa ostanejo ličinke. Riževa polja so namreč bogata z organsko maso, ki je hrana za plankton, s katerim se hrani krap. Na ta način se po žetvi, ko se riževa polja izpraznijo, krap odlovi. Pri tem načinu reje je krap dodatni proizvod agrikulture. Tudi v Evropi se krap goji na ekstenziven način. Ekstenzivna reja krpa prevladuje v Republiki Češki, ki ima velike ribogojne površine, ki omogočajo na nivoju države visoko proizvodnjo kljub nizkemu donosu. Na hektar vzredijo le 200-300 kg (Berka, 1996). Pri ekstenzivni rejji krap praviloma dosega tržno velikost (nad 1 kg) v tretji rejni sezoni.

Polintenzivna reja krpa je tehnologija, ki prevladuje v Evropi. Pri tem sistemu se krape občasno krmi z nekompletno krmo – predvsem z žitaricami ali pa se z gnojenjem spodbuja razvoj naravne hrane.

Žitarice ne vsebujejo vseh potrebnih sestavin za rast in razvoj krapa, saj predstavljajo v prehrani le energetski priboljšek. Uporaba žitaric v vzreji ima še dodaten pomen, saj neprebavljeni deli žitaric spodbujajo razvoj planktona. Zanimiv je podatek, da se pri dodatnem krmljenju le 5 % krme izkoristi direktno za rast in razvoj krapa, ostalih 95 % pa predstavlja gnojenje vode, kar povisuje biološko vrednost ribnika in posledično pospešuje rast (Kestemont, 1995). S polintenzivno rejo se v povprečju dosegajo donosi od 500-1000 kg/ha. Tudi pri polintenzivni rejki krap praviloma dosega tržno velikost nad 1 kg v tretji rejni sezoni, manjši del populacije pa tudi že v drugi (Marković in sod., 2009).

Intenzivna reja krapa je značilna za tehnološko razvita področja, ki imajo na razpolago majhne ribnike. Temelji intenzivne reje krapa so bili postavljeni v 70 letih prejšnjega stoletja na Japonskem in v Izraelu. Intenzivna reja krapa temelji na uporabi visokokakovostne kompletne krme, dodatnem prezračevanju vode, rednem nadzoru in korekciji kvalitete vode ter spremljanju zdravstvenega stanja rib (ustna konzultacija Appelbaum, 2009).



SLIKA 21: Prezračevanje vode z aeratorjem (slika: Jenčič V, 2008).



SLIKA 22: Krmljenje krapov v pogojih intenzivne vzreje (Muscalu R, 2008).

Taka vzreja je v biološkem pogledu zelo intenzivna in zato zahteva tudi izurjene in izobražene ribogojce, ki so sposobni takoj ukrepati. V naših klimatskih razmerah se pri taki vzreji dosegajo donosi od 5000-10.000 kg krapa/ha/letno. Kljub dražji proizvodnji so visoki donosi na majhnih površinah ekonomsko učinkoviti. Povrh tega so pri intenzivni rejji praviloma manjše izgube rib zaradi ribojedih ptičev in drugih ribojedih plenilcev. Krap vedno doseže tržno velikost, ki znaša od 1 do 5 kg, v drugi rejni sezoni (Gospic, 2009; Marković in sod., 2009).

2.6.3 Polikultura v krapogojstvu

Polikultura v ribogojstvu pomeni sožitje (zrejo ali gojenje) različnih ribjih vrst z različnimi prehranskimi potrebami v istem vodnem ekosistemu (Milstein, 1992). V Aziji se polikultura v krapogojstvu uporablja že tisočletja, v Evropi pa se je pričela uporabljati v sredini 20. stoletja. Za razliko od reje večine drugih živali, kjer je polikultura sinonim za ekstenzivnost, polikultura pri toplovodnih ribah (krapovska polikultura) predstavlja osnovo uspešnega ribogojstva in učinkovitega vzdrževanja vodnih ekosistemov. Polikultura se enako uspešno uporablja v ekstenzivni, polintenzivni in intenzivni rejki krapov. Namreč, krapovska polikultura (sestavlja jo predvsem krap, amur in srebrni tolstolobik) živi v stoječih vodah, bogatih z organsko maso. Iz te organske mase se razvijajo razni rastlinski in živalski organizmi, ki so hrana za krapovsko polikulturo. Glede na to, da imajo posamezne ribje vrste v krapovski polikulturi specifične prehranske potrebe, v sožitju zelo učinkovito, netekmovalno in sinergistično izkoriščajo celotni živalski in rastlinski svet, s tem pa tudi »prečiščujejo« vodo. Iz teh razlogov je poznавanje krapovske polikulture izrednega pomena za ribogojstvo, ribištvo, varstvo okolja in mnoge druge hidrobiološke panoge (Milstein 1997; Milstein 2005).

Osnova polikulture je v tem, da imajo vrste, ki jih vzrejamo s krapom, različne prehranjevalne potrebe in se zadržujejo v različnih bioconah ribnika:

VRSTA	PREHRANA	BIOCONA
krap	vsejed (bentos + detritus)	dno
amur	rastlinojed (makrofit)	površje
srebrni tolstolobik	fitoplankton	površje
sivi tolstolobik	zooplankton	sredina

Največji donosi v krapogojstvu se dosežejo z mešano polikulturo, ki pomeni več vrst rib, ki so različno stare (Bojčić in sod., 1982; Horvath in sod., 1984). Tudi tukaj vidimo, da je krapogojstvo izjema, saj se pri sodobni rejki večine živali uporablja pravilo »all in all out«, kjer se veliko pozornosti posveča tudi temu, da so vse živali enako stare in enako velike. Pri vzreji krapovcev je splošno znano, da različne starostne kategorije rib različno izkoriščajo naravno hrano, tako da se maksimalni sinergizem doseže z mešanim nasadom v polikulturi (Gospic, 2009).

2.7 Zdravstveno varstvo v krapogojstvu

Pri vzreji krapov je zdravstveno varstvo rib posebej zahtevno, saj gre pri ribnikih tako rekoč za »odprtih hlev« ali »hlev na prostem«, kar ima neizmerno težo v epizootiologiji bolezni krapov. Gre namreč za velike krapogojske površine, ki v povprečju merijo od nekaj sto do nekaj tisoč hektarov, katere je nemogoče zaščititi pred zunanjimi dejavniki. Med pomembnejše zunanje dejavnike spadajo vremenske spremembe, prisotnost drugih živali (ribojedi ptiči, sesalci, insekti itd.), vpliv različnih vrst alg ter prisotnost »divje ribe«. Računati pa moramo tudi na razna onesnaženja. Ribniki za vzrejo krapov so del krajinske arhitekture; so življenski prostor za rastline in druge živali, zato je treba gospodarjenje z ribniki uskladiti z zahtevami varstva okolja.

V kolikor se pojavijo zdravstvene težave, je izvajanje kakršnih koli ukrepov zelo težavno, zato je osnova uspešnega zdravstvenega varstva učinkovita preventiva. Preventiva zajema široko področje in zahteva obsežno znanje o hidrobiologiji, ekologiji, ihtiopatologiji, tehnologiji reje itd. Preprečevanje bolezni pri živalih je urejeno z zakonodajo. Tako tudi za ribe obstajajo evropske smernice, posamezne države pa imajo lahko tudi svojo zakonodajo. Ta uravnava registracijo in avtorizacijo ribnikov, kategorizacijo ribnikov glede na tveganje za bolezen, število veterinarskih pregledov ter način in čas vzorčenja za laboratorijske preiskave. Vsak rejec pa mora sam spremljati in evidentirati vse premike krapov v ribnik in iz njega, kot tudi beležiti poginjene ribe. Kadar je pogin rib večji od pričakovanega, mora o tem obvestiti veterinarja, ki ugotovi vzrok pogina in odredi vse predpisane ukrepe zdravljenja, zatiranja ali celo eradikacije bolezni.

Preventiva v krapogojstvu mora imeti močne temelje na nacionalnem ali regijskem nivoju ter je predpogoj za uspešno krapogojsvo na nivoju države ali regije. Pri tem je posebej pomembno strogo nadzorovati (ali preprečiti) uvoz žive ribe, izvajati oster monitoring nad prisotnostjo kužnih in zajedavskih bolezni ter izvajati seleksijski program pri pridobivanju zaroda. Ravno selekcija v evropskem krapogojstvu pridobiva v zadnjih letih vedno več na veljavi, ker se je izkazala kot učinkovit ukrep pri hitrem širjenju obligatornih in pogojnih kužnih bolezni krapov. Tako se številne države borijo z razvitim krapogojstvom proti koi herpes virozi in spomladanski viremiji krapov s selekcijo krapov, manj dovetnih na omenjene bolezni. Pri tem igra ključno vlogo heterosis efekt, ki je bil že predhodno opisan v poglavju o selekciji v krapogojstvu.



SLIKA 23: Presušitev ribnikov izven vzrejne sezone; ribogojnica Žabnik, Sv. Florijan (slika: Gospic D, 2009).

2.8 Statistika pridelovanja krapa v svetu in Sloveniji

Svetovna proizvodnja gojenega krapa je v letu 2002 znašala 33.138.962 t, kar pomeni 14 % celotne proizvodnje sladkovodne akvakulture. V zadnjem desetletju je svetovna proizvodnja krapa v strmem trendu naraščanja, ki letno znaša 10,4 %, kar je več v primerjavi z amurjem (10,1 %), srebrnim tolstolobikom (8,8 %) in sivim tolstolobikom (7,2 %), vendar manj v primerjavi s tilapijo (11,8 %). Evropska proizvodnja krapa je doživelila močan upad zaradi političnih sprememb v vzhodni Evropi po letu 1990. Ravno v tem letu je imela Evropa največjo proizvodnjo krapa (402.000 t), ki pa je v letu 2006 znašala le 146.840 t. Trenutno je evropska proizvodnja v blagem naraščanju, saj je povprečje proizvodnje v letih 1993-1997 znašalo 125.274 t (FAO, 2006).

Statistični podatki govorijo, da se je proizvodnja krapa približala maksimumu ter da nadaljnjega trenda rasti proizvodnje ni pričakovati. Kljub temu bo krap ostal izjemno pomembna vrsta v območjih, kjer se goji tradicionalno. Večina krapa se zaužije lokalno, v bližini gojitvenih ribnikov.

Mnenje FAO je, da trženje procesiranega krapa v različne kraje ni perspektivno, saj se s tem cena krapa dvigne do nekonkurenčnega nivoja (FAO, 2002). Promet vseh krapovcev, kjer prevladuje krap (živ ali procesiran), znaša v Evropi le 24.000 t letno. Nizka proizvodnja krapa v Evropi je delno posledica političnih interesov Evropske unije. Namreč, ob vstopu Češke, Poljske in Madžarske v Evropsko unijo se je pojavil strah razvitih članic pred hiperprodukциjo krapa v Evropi. Naštete države razpolagajo z ogromnimi gojitvenimi revirji, kjer bi se proizvodnja krapa lahko dvignila v zelo kratkem času. Strategija »razvoja« krapogojstva trenutno temelji na podpiranju ekstenzivne reje krapa pod pretvezo zaščite okolja. Subvencije za ekstenzivno rejo, razglasitev parkov narave in podobni ukrepi EU zavirajo intenziviranje krapogojstva. Vodilni strategi trdijo, da evropski trg nima potreb po povečani proizvodnji krapa, kar je kontradiktorno s podatkom iz leta 1990, ko je Evropa zaužila 402.000 t v primerjavi s proizvodnjo leta 2006, ko je bila proizvodnja 146.840 t (FAO, 2006).

Namen gojenja krapa se je v zadnjem desetletju izrazito spremenil. V preteklosti je bil krap gojen predvsem za konzumne namene, danes pa naraščajoče potrebe športnega ribištva narekujejo vzrejo za repopulacijo ribolovnih revirjev. Slovenija tudi spada med države, kjer je postalo krapogojstvo integralni del športnega ribištva. Novonastala situacija je postavila povsem drugačne zahteve pred krapogojstvo. Ribiči želijo krape, ki so bolj aktivni na trnku kot pa udomačeni krapoi. Pojavlja se tudi povpraševanje po trofejnih (velikih) krapih. Divji krap in hibridi med divjim krapom in udomačenimi linijami postajajo preferenčni (Gorda in sod., 1995). Rehabilitacija naravne favne odprtih vodotokov zahteva vlaganje divjega evropskega krapa. Ekspanzija vzreje koi krapov je prinesla nadaljnje velike spremembe v krapogojstvu. Potrebe po koi krapih so velike in prestavljajo pomembno tržno nišo. Redki krapogojci v Evropi so ozko usmerjeni v vzrejo koi krapov, ki je v večini primerov dodatna ali spremljajoča dejavnost krapogojstva. Posledica takšne situacije je pospešeno širjenje epizootij in ogrožanje genoma domačih in divjih linij krapov sled križanja s koi krapom (ustna konzultacija Jenčič, 2008).

Krapogojstvo v Sloveniji ima dolgo zgodovino. O tem pričajo predvsem številni majhni ribniki, ki so jih izgradili graščaki. Razgiban relief Slovenije ne omogoča izgradnje velikih ribnikov, kot jih najdemo na Češkem, Madžarskem, Hrvaškem, Poljskem, v Nemčiji in drugih vodilnih državah na področju krapogojstva, vendar število in razprostranjenost majhnih ribnikov v Sloveniji potrjujeta pomembnost krapogojstva v preteklosti.

Gojenje krapov je imelo nalogo zadovoljiti lokalne potrebe imetnikov ribnikov (fevdalci in menihi), lokalno prebivalstvo pa verjetno ni bilo deležno gojenja in konzumiranja krapov. Glede na to da so fevdalci izvirali iz držav, ki so odigrale ključno vlogo v razvoju krapogojstva, je situacija toliko bolj razumljiva.



SLIKA 24: V Sloveniji najdemo danes številne krapogofske ribnike, ki so jih v preteklosti zgradili menihi ali graščaki. Zaradi reliefsa Slovenije imajo ribniki v večini primerov manjše površine, do nekaj hektarjev (Vrčkovnik M, 2009).

Slovenija je bogata z salmonidnimi revirji ter z vodami, bogatimi z belo ribo, medtem ko je naravna razprostranjenost krapa v preteklosti malo verjetna. Iz teh razlogov so postrvi, podust, lipan in nekatere »potočne« vrste značilne za slovensko tradicionalno kuhinjo. Uživanje krapa v Sloveniji je od nekdaj zelo nizko, še danes pa prevladuje mnenje, da je krap nekvalitetna riba zaradi številnih kosti, veliko maščobe in neugodnega vonja.

V bivši Jugoslaviji je bilo krapogojstvo izredno pomembna panoga, Hrvaška in Srbija sta sodili v sam vrh svetovnega krapogojstva. Na področju ihtiopatologije, tehnologije reje in selekcije je Jugoslavija pustila zgodovinski pečat v svetovni akvakulturi. Med največje znanstvene dosežke jugoslovanskega krapogojstva lahko navedemo razjasnitev etiologije spomladanske viremije krapov (SVC) in pridobivanje »našičkega krapa«, ki spada med najbolj znane svetovne linije krapov. V tem obdobju je slovensko krapogojstvo močno zaživelo, obnavljali so se številni graščinski ribniki in gradile so se krapogojnice in akumulacije v okolici Maribora in Ptuja. Z ribniki in akumulacijami so takrat upravljeni Slovenci bodisi v obliki ribiških družin ali državnih podjetij. Proizvodnja krapa v Sloveniji je bila v tem obdobju relativno visoka, vendar je bila le delno namenjena slovenskemu trgu, ki je potreboval krapa za porobljanje ribiških revirjev. Preostanek pridelka se je prodajal predvsem v Srbijo in na Hrvaško za konzumne namene. Znanja o krapogojstvu so slovenski strokovnjaki pridobivali predvsem iz hrvaških gigantskih ribogojnic (Končanica, Garešnica, Poljana in druge) in slovensko krapogojstvo je sledilo njihovemu razvoju. Zaradi majhnega deleža v skupnem krapogojstvu Jugoslavije samostojni razvoj slovenskega krapogojstva ni bil smiseln. Oskrba s krmili, zdravili, ličinkami in drugimi potrebščinami je bila največkrat odvisna od drugih republik nekdanje Jugoslavije.

Osamosvojitev Slovenije predstavlja resnični začetek neodvisnega krapogojstva v Sloveniji. Nekaj večjih ribogojnic se je privatiziralo, številni ribniki so pa ostali v lasti ribiških družin. Privatizirane ribogojnice so gojile krapa predvsem za porobljanje ribiških revirjev. V tem času so se v večjih mestih pojavljali prebežniki srbske nacionalnosti, ki so kupovali krapa za konzumni namen. S tem se je odprla dodatna tržna niša za krapogojce, kar je pogojevalo odpiranju nekaj ribjih tržnic. Novonastala meja s Hrvaško, ki je bila v vojnem kaosu, je prisilila slovenske krapogojce v neodvisnost. Skoraj vse potrebe po krapovem zarodu (ličinkah) so se zadovoljevale s kontroliranim drstenjem znotraj Slovenije. Pri tem je bil glavni cilj pridobivanje zadostnih količin ličink, selekcija pa se je zapostavila. Ribogojci niso čutili potrebe po uporabi določene linije, kar je delno izhajalo iz indiferentnosti ribičev. V času pred vstopom Slovenije v EU je bila morebitna nabava čistih linij težavna zaradi uvoznih pogojev, ki so bili morda prezahtevni za krapogojce slovenskih razmer. Kljub zaprtim mejam je bilo trgovanje z okrasnimi ribami nemoteno in dokaj intenzivno. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja so v Slovenijo uvoženi prvi koi krapi. V tem času so ribogojci začeli z vzrejo koi krapov in velikokrat so križali udomačene linije krapov s koi krapi. Križanje je dalo ugodne učinke v prvi generaciji, saj je bil heterosis efekt dokaj izrazit, predvsem v boljši odpornosti ter višji stopnji preživetja zaroda.

Križanje so izvajali nenačrtno in brez selekcijskega nadzora, zato danes ne moremo govoriti o določeni liniji krapa v Sloveniji, saj je pri teh fenotipski in genotipski polimorfizem zelo izražen.

Ob vstopu Slovenije v EU se je krapogojstvo znašlo pred novimi izzivi. Slovenski krapogojci so postali del trga Evropske unije, v katerem niso bili konkurenčni, predvsem zaradi višjih cen. Evropa razpolaga z velikimi ribogojskimi površinami, ki proizvajajo ribo v ekstenzivnem sistemu, ki omogoča nizke proizvodne stroške. Slovenski ribogojci razpolagajo z majhnimi površinami, ter so prisiljeni gojiti ribo na polintenziven in intenziven način, ki je povezan z visokim tveganjem in nižjim dobičkom. Intenziven uvoz rib iz sosednjih držav je signifikantno povečal incidenco obolenosti in umrljivosti rib, na katere kupci (ribiške družine) niso bili navajeni. V zadnjih letih slovenske ribiške družine ponovno preferirajo ribo, vzgojeno v bližini, po možnosti na istem porečju. V smislu izvoza krapa Slovenija še ni dovolj zrela, saj njena proizvodnja komaj zadostuje domačim potrebam. Proizvajanje specifičnih krapovskih linij ter koi krapov sta potencialni izvozni dejavnosti, vendar strokovnost slovenskega krapogojstva še ni na zadostnem nivoju.

3 MATERIALI IN METODE

3.1 Vzrejni objekti

Poskuse smo izvedli v lastnih zemeljskih ribnikih toplovodne ribogojnice na Sv. Florijanu v okolini Rogaške Slatine v vzrejni sezoni leta 2003. Ribogojnica je vsebovala: valiče, ribnik površine 400 m^2 (matični rink), ribnik površine 30 m^2 ter ribnik s površino 9500 m^2 (vzrejni ribnik).

Vsi trije ribniki so imeli tako tehnološko zasnovo, da je bila omogočena medsebojno ločeno regulacija vpuščanja in izpuščanja vode ter popolna izsušitev. Pred začetkom rejne sezone oziroma pred poskusom sta bila vzrejni ribnik in ribnik površine 30 m^2 pol leta izsušena. Matični ribnik ni bil presušen, ker je v njem prezimela matična jata koi krapov. V obdobju presušitve smo vzrejni ribnik tudi pognojili s 1000 kg hlevskega gnoja in vanj pričeli vpuščati vodo 10 dni pred pričetkom poskusa.

3.2 Zasnova raziskave

Raziskava je sestavljena iz poskusa I in poskusa II.

Poskus I je sestavljen iz:

- sočasnega kontroliranega drstenja koi krapi in udomačenega krapi zrcalarja,
- sočasnega vlaganja ličink koi krapi in zrcalarja v vzrejni ribnik površine 9500 m^2 ,
- intenzivne reje zrcalarja in koi krapov v vzrejnem ribniku,
- kontrolnih odlosov z meritvami dolžine telesa, višine telesa in telesne mase,
- zaključnega izlova z zaključnimi meritvami večine rib.

Poskus II je sestavljen iz:

- vlaganja mesečnikov zrcalarja (50 kom), mesečnikov udomačenega luskinavega krapi (luskinar; 50 kom) in mesečnikov koi krapi (150 kom) v ribnik površine 30 m^2 ter zaključnega izlova z meritvami dolžine telesa, višine telesa in telesne mase vseh rib.

3.2.1 Poskus I

3.2.1.1 Kontrolirano drstenje koi krapa

Za pridobivanje ličink koi krapa smo uporabili lastne matice, ki smo jih kupili leta 2002. Matice so izvirale iz avstrijskih in izraelskih ribogojnic. Matična jata je bila sestavljena iz 4 samcev različnih barvnih inačic: *kohaku* (beli koi krap z rdečimi lisami, luskinar), *shanke* (beli koi krap, prekrit z rdečimi in črnimi lisami, luskinar), *matsuba* (zlati rumeni krap s temno pigmentiranimi kavdalnimi robovi lusk, luskinar) in *yamabuki ogon* (zlati rumeni koi krap, luskinar) ter 3 samic naslednjih barvnih inačic: *kohaku*, *kin ogon* (rdeči *ogon*) in *matsuba*. Matice koi krapov so bile prvo leto spolno dozorele (predvidoma stare 4 leta).

Z merjenjem temperature vode in seštevanjem °D (dnevnih stopinj) smo začeli januarja, ko se je stalil led. V začetku marca smo ločili samice in samce koi krapov v dva manjša ribnika. Samce smo vložili v manjši ribnik površine 30 m², samice pa v matični ribnik. Spolna diferenciacija je bila v tem času izrazita, saj so samci na pritisk izpuščali mleček, samice pa so imele mehek in zaobljen trebuh. V manjši ribnik smo poleg samcev dali še eno samico, da bi lažje ugotovili, kdaj so samice v drugem ribniku pripravljene za drstenje. V manjšem ribniku je naravno drstenje nastopilo 8. maja, tako da smo izlov matic v njem in matičnem ribniku opravili že naslednji dan. Na dan prestavitev matic v vališče je seštevek dnevnih stopinj iznašal 746 °D. Samce in samice smo držali ločeno v dveh bazenih z volumnom 1000 l. Kvaliteto vode smo uravnavali z recirkulacijo. Temperaturo vode smo postopoma poviševali, tako da je dosegla 25 °C.

Indukcijo drstnega procesa smo opravili 13. maja z i/p aplikacijo sintetičnega gonadotropnega relizing hormona (sGnRh; preparat »Dagin«). Sečno-spolno odprtino samic smo zašili. Med aplikacijo sGnRh in šivanjem smo ribe anestezirali z ethyl-4-aminobenzoatom (benzokain). Benzokain v obliki praška smo raztopili v etanolu (1 g praška na 10 ml etanola) ter v bazen dodali pripravek z maticami v koncentraciji 1g pripravka na 10 l vode. Po 18 urah smo osmukali matice. Pri smukanju smo del osmukanih iker vsake samice dajali v ločene posode, preostanek pa v skupno. Pri smukanju samcev smo del sperme dodali v posodo z ikrami matice iste barvne varietete, del pa v skupno posodo. Pridobili smo 350 g suhe ikre ter izvedli oplojevanje s suho metodo po Woynarovichu. Lepljivost ikre smo odpravili s taninom. Inkubacija iker je bila opravljena v treh Zugerjevih kozarcih skupnega volumna 21 l. Oplojenost ikre je bila 70 %.

Valjenje je nastopilo tretji dan po oploditvi. Ličinke koi krapov smo po valjenju prestavili v Weisserov kozarec z volumnom 50 l, kjer se je po dveh dneh razvil plavalni mehur ličink. Približno 100,000 ličink koi krpa smo 18. maja vložili v vzrejni ribnik.

3.2.1.2 Kontrolirano drstenje krpa zrcalarja

Drst matic zrcalarja smo izvedli v ribogojnici Požeg. Iz matične jate ribogojnice Požeg smo izbrali nekaj samic in samcev zrcalarja, ki so imele tipične morfološke lastnosti evropskega konzumnega krpa. O liniji ali poreklu zrcalarja pa podatki v Sloveniji niso evidentirani. Zaradi primerljivosti z maticami koi krapov smo izbrali manjše matice, stare 3-4 leta.

Pogoji vzreje so bili skoraj identični kot pri kontroliranem drstenju koi krpa.

Približno 100.000 kom tako pridobljenih ličink zrcalarja smo vložili v vzrejni ribnik istočasno z ličinkami koi krpa.

3.2.1.3 Vlaganje ličink v vzrejni ribnik

Ličinke koi krpa in zrcalarja smo istočasno vložili v vzrejni ribnik. V tem času je bil vzrejni ribnik le delno napolnjen z vodo. Temperatura vode v vzrejnem ribniku je bila pri vlaganju 24 °C. Ličinke zrcalarja in koi krpa smo transportirali do vzrejnega ribnika v plastičnih vrečah, napolnjenih z vodo in komprimiranim kisikom. Pred izpuščanjem ličink zrcalarja in koi krpa smo postopoma izenačili temperature v transportnih vrečah in vzrejnem ribniku.

V vzrejni ribnik smo razen ličink zrcalarja in koi krpa vložili še 200,000 ličink zlatega koreslja (*Carassius carassius auratus*), ki smo ga gojili za potrebe slovenskega trga. Zlatega koreslja nismo obravnavali v poskusu ter smo ga ignorirali pri kontrolnih odlovih.

Prikaz vrst, starosti in števila vloženih rib v vzrejnem ribniku na dan 18. maja 2003 je prikazan v tabeli 1.

TABELA 1: Prikaz vrst, starosti in števila vloženih rib v vzrejni ribnik na dan 18. maj 2003.

vrsta	koi krap	krap zrcalar	zlati koreselj
starost (dnevi)	3 (ličinka)	3 (ličinka)	3 (ličinka)
količina (kom)	100.000	100.000	200.000

3.2.1.4 Vzreja rib v poskusu I

Vzrejna sezona je trajala 153 gojitvenih dni, od 18. maja do 22. novembra 2003. Oktobra 2003 smo prenehali s krmljenjem, ker je temperatura vode padla pod 10 °C. Skupni temperaturni seštevek gojitvenih dni je znašal 3567 °D.

V prvem mesecu smo ribe krmili z mešanico šarterja za postrvi (Dana-feed) ter pšenične moke tip 500. Moko smo dodajali v šarter, da bi lažje oblikovali testo, ki smo ga dajali v plastično posodo za hranjenje, ki je zaradi teže testa potonila na dno ribnika. Ko so ribe pojedle testo, je plastična posoda priplavala na površino ribnika, tako da smo jo opazili in znova napolnili. V prvem mesecu smo porabili 10 kg šarterja za postrvi in 5 kg pšenične moke tip 500. Po prvem mesecu smo pričeli krmiti ribe z ekstrudirano, plavajočo krmo istega proizvajalca (Dana-feed). Krmili smo trikrat na dan ročno na mestih, kjer smo izvajali tudi kontrolne odlove rib. Do konca sezone smo porabili 600 kg ekstrudirane plavajoče krme.

3.2.1.5 Kontrolne meritve rib v poskusu I

Prvi kontrolni odlov smo opravili 16. junija, približno en mesec po vlaganju ličink. V tem času so mesečniki že prihajali na krmišče ter so bili že dovolj razviti za rokovanje. Z meritvami smo nadaljevali v tedenskih intervalih.

Pri kontrolnih odlovih smo merili dolžino telesa rib (od ust do začetka repa), dolžino telesa z repom, višino telesa z natančnostjo 0,1 mm ter povprečno telesno maso z natančnostjo 0,1g. Pri meritvah smo upoštevali le obarvane koi kape in zrcalarje. Pri meritvah koi krapov smo pri vsaki ribi označili, v katero barvno inačico spada. Pisane koi kape, ki jih ni bilo mogoče razvrstiti v določeno barvno varieteto, smo označili kot *pisani »miks«*. Kohaku varieteto ter tribarvne koi kape, ki so spadali v varieteto *showa* in *sanke*, smo razvrstili v isto skupino ter jih imenovali *showa-sanke*.

Enobarvne koi kape z leskom smo označili kot *ogon*. Vse bele koi kape s črnimi lisami smo razvrstili v skupino *shiro bekko* ter vse koi kape z glavo z metalnim leskom in mrežastim videzom telesa v skupino *matsuba*. V vzrejnem ribniku smo izvedli 13 kontrolnih meritov. Pri prvih 4 meritah smo merili samo dolžino rib z repom in povprečno telesno maso zaradi majhnosti rib in občutljivosti na dolgotrajno manipulacijo.

Rezultate kontrolnih meritov nismo vključili v raziskavo, ker je bilo število odlovljenih rib praviloma sorazmerno nizko. Razen tega, smo na krmiščih odlavljal bolj agresivne rive, ki so bistveno odstopale od povprečja. Oteženo opravljanje kontrolnih meritov je bilo povezano s sušo, kar je dodatno pojasnjeno v diskusiji. Kontrolne meritve so bile pomembne predvsem zaradi spremeljanja zdravstvenega stanja rib.

3.2.1.6 Meritve rib ob izpraznitvi ribnika

V poskusu I smo opravili izlov in zaključne meritve 22. novembra (2003). Izmerili smo zrcalarje iz petih referenčnih odlovov s potegom mreže ter vse koi kape. Obravnavali smo vse v poskusu obravnavane rive, razen zelo majhnih, ki so zaostale v razvoju, ker jih je bilo težko ločiti od zlatih koresljev.

3.2.2 Poskus II

3.2.2.1 Vzreja mesečnikov za poskus

Pridobivanje ličink zrcalarja in koi krapa za poskus II je opisano v poskusu I. Sočasno z drstenjem zrcalarja in koi krapa v vališču ribogojnice Požeg smo opravili kontrolirano drstenje tudi luskinavega krapa (luskinar). Ličinke luskinarja smo vložili v ribnik na lokaciji v Požegu, ki je bil pripravljen enako kot za vzrejo zrcalarja in koi krapa v poskusu I, torej izsušen in pognojen.

3.2.2.2. Vlaganje mesečnikov

V manjši ribnik površine 30 m^2 (v nadaljevanju ribnik) smo 16. junija vložili 150 mesečnikov koi krapov in 50 mesečnikov zrcalarjev, ki smo jih vzgojili v vzrejnem ribniku ter 50 mesečnikov luskinarjev, ki smo jih prinesli iz ribnika v Požegu.

3.2.2.3 Tehnologija reje v poskusu II

Ribe smo krmili s kompletno ekstrudirano kromo proizvajalca Dana-feed. Krmili smo ročno dvakrat na dan. Čez noč smo ribnik prezračevali. Po potrebi, približno v mesečnih intervalih, smo nadoknadili vodo, ki je izparela.

3.2.2.4 Meritve ob vlaganju rib

Pri vlaganju smo pri vseh ribah izmerili dolžino telesa z repom, višino telesa in povprečno telesno maso.

3.2.2.5 Zaključne meritve

Zaključne meritve v poskusu II smo opravili 21. oktobra. Izmerili smo vse izlovljene rive.

4 REZULTATI

4.1 Poskus I

4.1.1 Masa izlovljenih rib

Skupna masa rib je na dan izlova tehtala 535 kg; od tega je bilo zrcalarja 230 kg, barvastih koi krapov 19 kg, barvastih zlatih koresljev pa 60 kg. V preostanku rib (226 kg) so bili nebarvni zlati koreslji in nebarvni koi krapi (Tabela 2).

TABELA 2: Skupna masa in odstotni delež izlovljenih rib na dan izlova.

vrsta ribe	masa (kg)	% skupne mase
zrcalar	230	43,0
nebarvni zlati koreslji in nebarvni koi krapi	226	42,0
barvni zlati koreslji	60	11,4
barvni koi krapi	19	3,6
skupno vse ribe	535	100,0

4.1.2 Produktivnost gojitvenega ribnika in konverzija hrane

Življenski prostor rib, ki se je med sezono stalno zmanjševal zaradi izsuševanja, je povprečno znašal 0,32 ha, povprečna globina je bila 0,4 m in skupni volumen vode 1280 m³. Na tem prostoru je smo imeli donos 1,67 t/ha oziroma 0,43 kg/m³. Skupna konverzija krme (štarter in nadaljnja dieta) je bila 1,13.

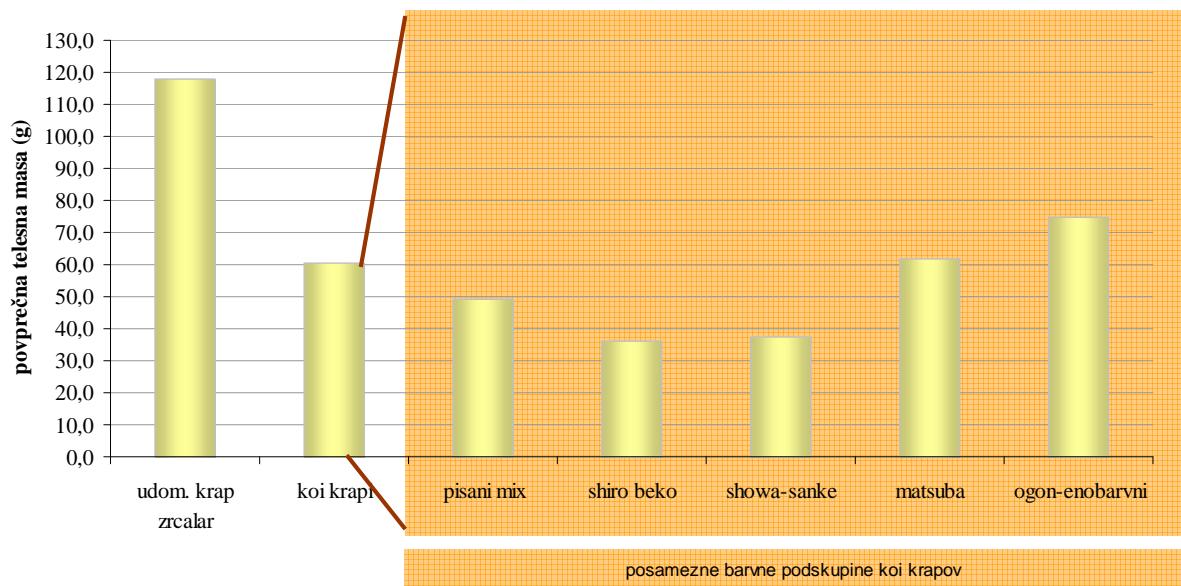
TABELA 3: Prikaz produktivnosti vzrejnega ribnika in konverzije hrane.

vzrejna površina (ha)	volumen vode (m ³)	donos (t/ha)	donos (kg/m ³)	konverzija hrane
0,32	1280	1,67	0,43	1,13

4.1.3 Povprečna telesna masa obravnavanih skupin

Na vzorcu 390 zrcalarjev je bila povprečna telesna masa 117,86 g, na vzorcu 302 koi krpa pa 60,57 g.

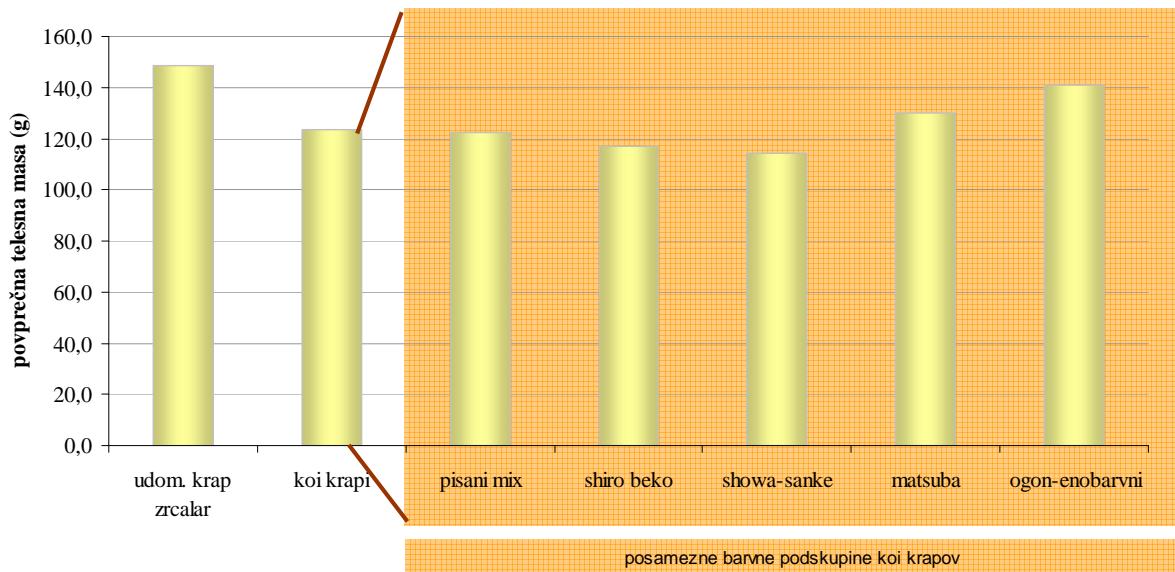
Pri posameznih barvnih varietetah koi krapov smo izmerili naslednje povprečne vrednosti telesne mase: *matsuba* 61,6 g, *ogon* 74,9 g, *pisani »miks«* 49,3 g, *shiro beko* 36,04 g in *showa-sanke* 37,6 g. Rezultati telesnih mas posameznih skupin v poskusu I so prikazani v grafikonu 1.

**GRAFIKON 1:** Prikaz telesne mase posameznih skupin v poskusu I.

4.1.4 Telesna dolžina skupin rib

Dolžina telesa pri zrcalarju je znašala 148,75 mm, pri koi krapu pa 123,80 mm.

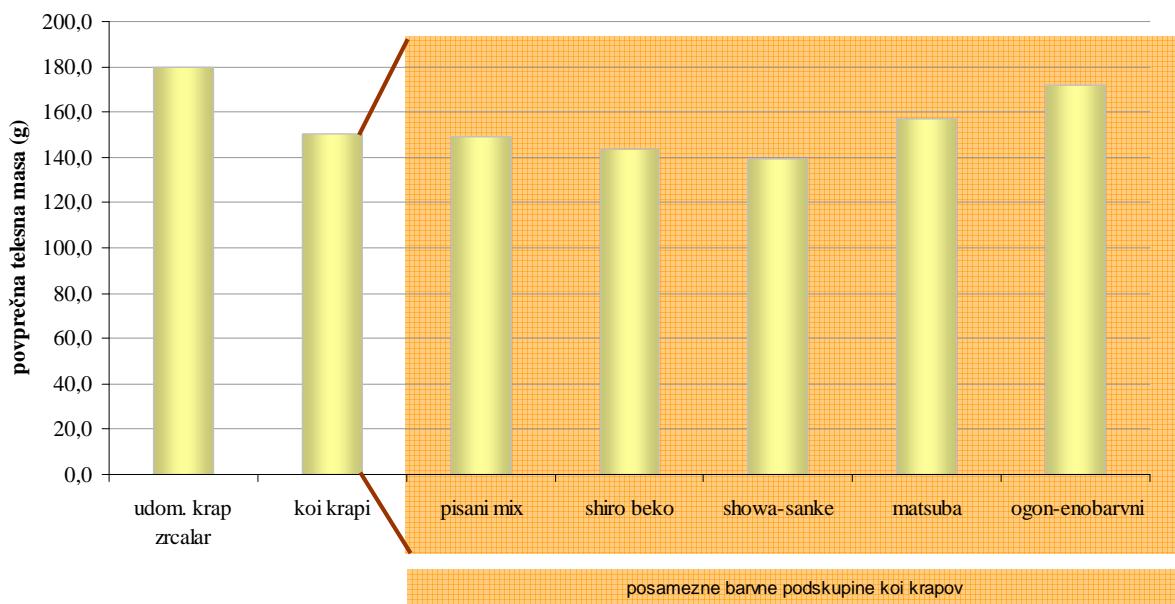
V skupini koi krapov je *ogon* merit 141,17 mm, *matsuba* 130,26 mm, *shiro bekko* 117,08 in *pisani »miks«* 122,32 mm. Rezultati meritev so prikazani v grafikonu 2.



GRAFIKON 2: Prikaz povprečne telesne dolžine obravnavanih skupin.

4.1.5 Dolžina telesa z repom obravnavanih skupin

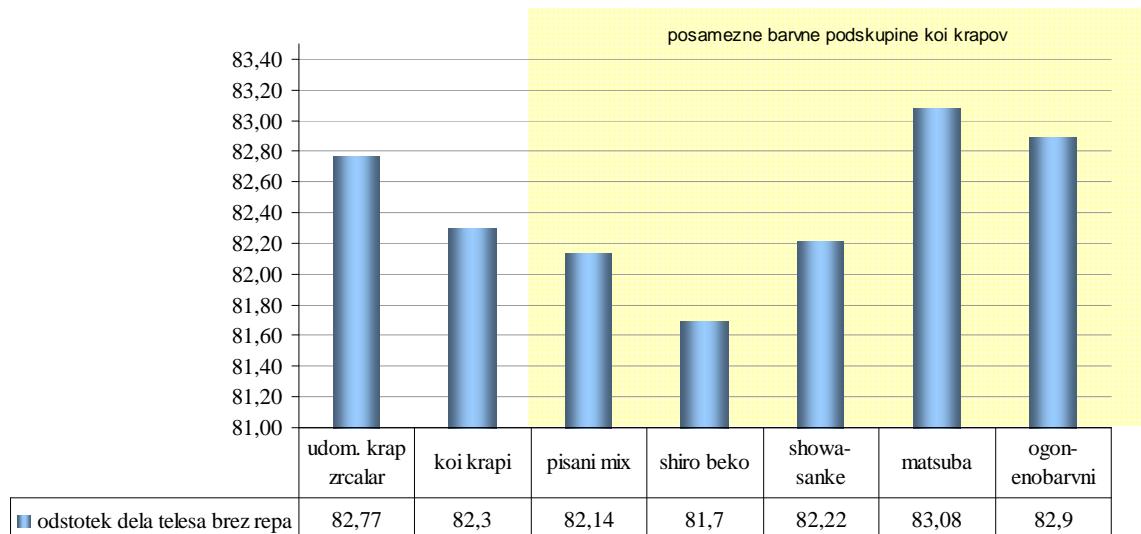
Dolžina rib z repom je pri zrcalarju znašala 179,72 mm, pri skupini koi krapov pa 150,41 mm. *Ogon* je merit v dolžino 171,56 mm, *matsuba* 156,80 mm, *shiro bekko* 143,40, *showa-sanke* 139,3 mm in *pisani »miks«* 148,92 mm. Rezultati meritev so prikazani v grafikonu 3.



GRAFIKON 3: Povprečna telesna dolžina z repom obravnavanih skupin.

4.1.6 Sorazmerje med dolžino telesa in dolžino telesa z repom

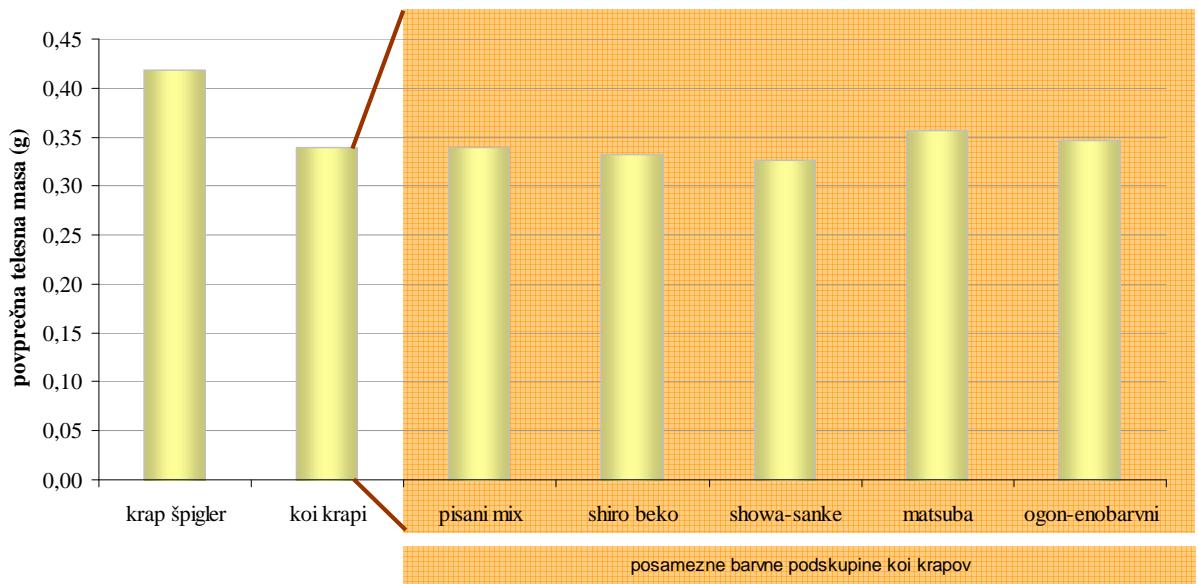
Dolžina telesa je pri zrcalarju znašala 82,77 % dolžine ribe z repom, pri koi krapu pa 82,3 %. V podskupinah koi krapov so te vrednosti znašale: *ogon* 82,9 %, *matsuba* 83,08 %, *shiro bekko* 81,7 %, *showa-sanke* 82,22 in *pisani »miks«* 82,14 %. Ti rezultati so prikazani v grafikonu 4.



GRAFIKON 4: Sorazmerje med dolžino telesa in dolžino telesa z repom.

4.1.7 Indeks profila

Indeks profila je pri zrcalarju znašal 0,42 ter pri koi krapih 0,34. Podskupine koi krapov so imele naslednje vrednosti indeksa profila: *pisani »miks«* 0,34, *ogon* 0,35, *matsuba* 0,36, *shiro bekko* 0,33 in *showa-sanke* 0,33. Rezultati so prikazani v grafikonu 5.



GRAFIKON 5: Indeks profila.

4.2 Poskus II

4.2.1 Meritve pri vlaganju

Pri vlaganju 16. junija smo izmerili pri vseh ribah dolžino telesa z repom, višino telesa in povprečno telesno maso.

Povprečna telesna masa posameznih skupin je znašala: 2,9 g pri koi krapu, 2,33 g pri luskinarju in 2,34 g pri zrcalarju.

Povprečna dolžina telesa z repom je pri koi krapu znašala 5,58 mm, 5,18 mm pri luskinarju in 5,12 mm pri zrcalarju.

Povprečna višina telesa je pri koi krapu znašala 1,71 mm, pri luskinarju 1,56 mm in pri zrcalarju 1,52 mm.

Rezultati meritev so podani v Tabeli 4.

TABELA 4: Izmerjene povprečne vrednosti obravnavanih skupin na dan vlaganja rib.

vrsta ribe	povprečna tel. masa (g)	povprečna tel. dolžina s repom (mm)	povprečna višina telesa (mm)
koi krap	2,90	5,58	1,71
luskinar	2,33	5,18	1,56
zrcalar	2,34	5,12	1,52

4.2.2 Zaključne meritve na dan izlova

Na dan izlova smo izmerili vse ribe: 42 kom. zrcalarja, 41 kom. luskinarja in 118 kom. koi krapi. Skupna masa vseh rib je bila 11,27 kg. Rezultati meritev so podani v Tabeli 5.

TABELA 5: Skupna masa in odstotek obravnavanih skupin na dan izlova.

vrsta ribe	masa (kg)	%
luskinar	2,31	20,5
zrcalar	2,47	21,9
koi krap	6,49	57,6
skupno vse ribe	11,27	100,0

4.2.2.1 Produktivnost ribnika in konverzija hrane

Življenjski prostor rib je bil vso sezono približno enak in je znašal 30 m^2 in imel 30 m^3 vode. Na tej površini smo imeli donos od $3,76 \text{ t/ha}$ in $0,38 \text{ kg/m}^3$. Konverzija hrane je bila 1,3. Rezultati so v Tabeli 6.

TABELA 6: Prikaz produktivnosti ribnika.

vzrejna površina ribnika (ha)	volumen vode v ribniku (m^3)	donos (t/ha)	donos (kg/ m^3)	konverzija hrane
0,003	30	3,76	0,38	1,3

4.2.2.2 Preživetje posameznih skupin

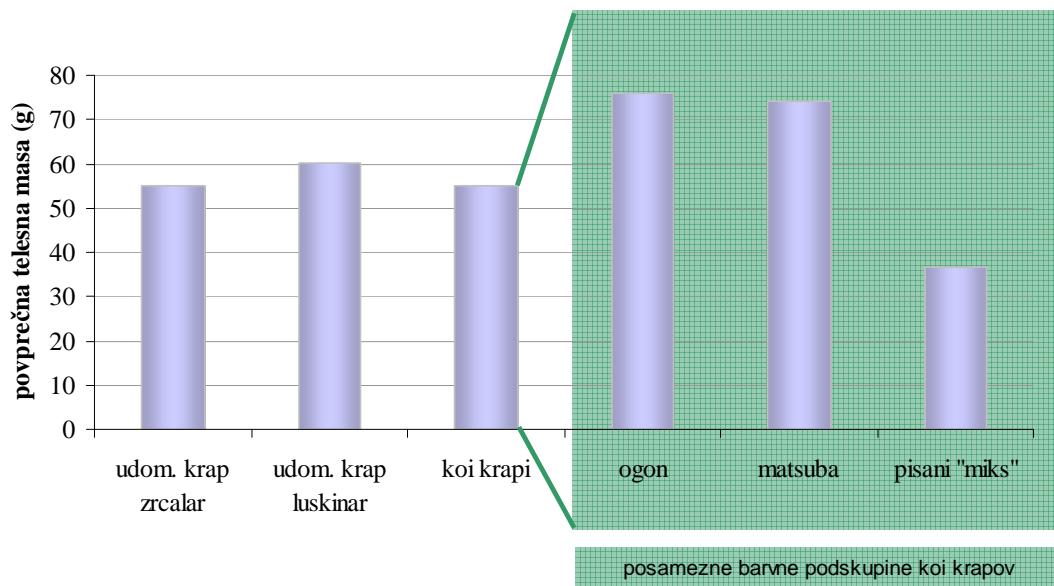
Skupno preživetje vloženih rib je znašalo 80,4 %. Preživetje zrcalarja je bilo 84 %, luskinarja 82 % in koi krapa 78,7 %. Preživetje posameznih skupin rib v poskusu II je prikazano v Tabeli 7.

TABELA 7: Prikaz preživetja posameznih skupin.

vrsta ribe	št. vloženih rib	št. izlovljenih rib	preživetje (%)
zrcalar	50	42	84
luskinar	50	41	82
koi krap	150	118	78,7
skupno vse ribe	250	201	80,4

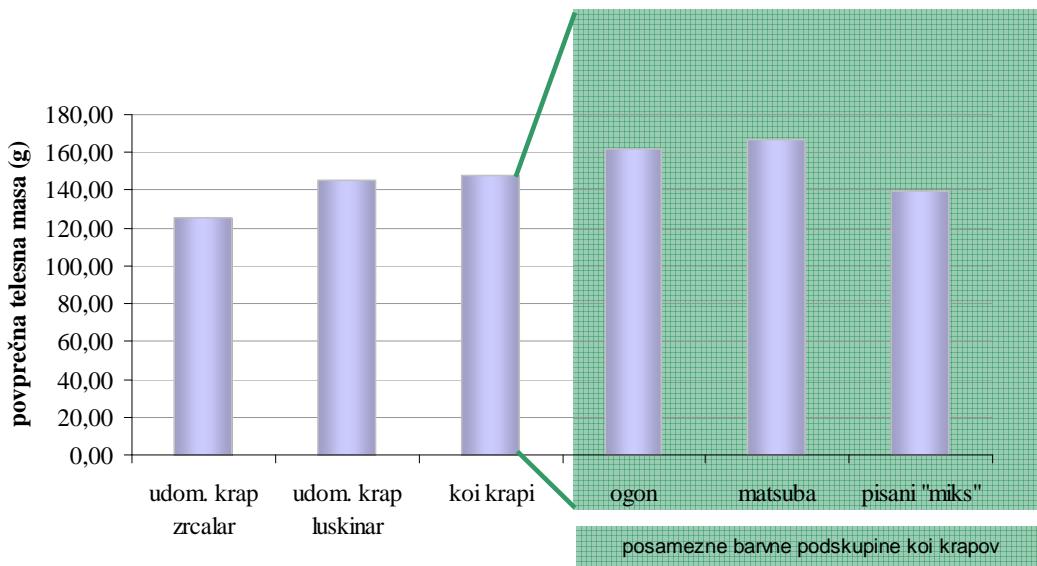
4.2.2.3 Telesna masa obravnavanih skupin na dan izlova

Skupina luskinarja je imela na dan izlova povprečno telesno maso 60,24 g, skupini zrcalarja in koi krpa pa sta merili 55 g. V skupini koi krpa je skupina *ogon* merila 75 g, *matsuba* 74 g in *pisani »miks«* 36,75 g.

**GRAFIKON 6:** Prikaz povprečne telesne mase obravnavanih skupin na dan izlova.

4.2.2.4 Dolžina telesa z repom na dan izlova

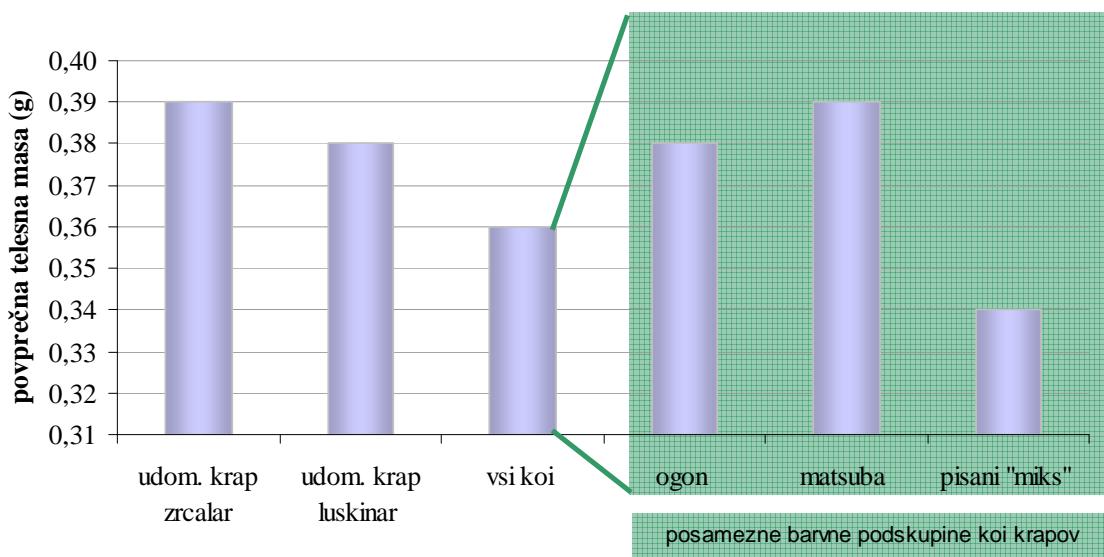
Dolžina telesa z repom je bila: pri koi krapu 147,66 mm, pri luskinarju 145 mm ter pri zrcalarju 125 mm. Pri skupini koi krapov je skupina barvne varietete *matsuba* merila 166,53 mm, *ogon* 161,58 mm ter *pisani »miks«* 139,16 mm.



GRAFIKON 7: Prikaz telesne dolžine z repom obravnavanih skupin na dan izlova.

4.2.2.5 Indeks profila na dan izlova

Indeks profila je pri zrcalarju meril 0,39, pri luskinarju 0,38 ter pri koi krapu 0,34. V skupini koi krpa je indeks profila pri barvni varieteti *matsuba* meril 0,39, pri varieteti *ogon* 0,38 in *pisani »miks«* 0,34.



GRAFIKON 8: Prikaz indeksa profila posameznih skupin na dan izlova.

5 RAZPRAVA

5.1 Poskus I

Poskus smo zasnovali kot sistematično opazovanje vzreje, kjer smo določene podatke beležili in jih analizirali. V raziskavi smo spremljali kvantitativne lastnosti koi krapa in udomačenega krupa, ki so pomembne v ribogojski praksi povsod po svetu in tudi pri nas: telesno maso, dolžino telesa, dolžino telesa z repom ter indeks profila.

Zaradi premajhne kapacitete lastnega vališča nismo mogli sočasno opraviti kontroliranega drstenja zrcalarja, ki je bilo opravljeno v vališču ribogojnice Požeg. Imetnik ribogojnice Franc Krumpak, je edini izvajal kontrolirano drstenje toplovodnih rib za potrebe domačega trga že od osamosvojitve Slovenije in je razpolagal z matično jato za repopulacijo krupa v Sloveniji. V tehnologiji kontroliranega drstenja in času izvajanja postopka pri zrcalarju ni bilo bistvenih odstopanj v primerjavi s kontroliranim drstenjem koi krupa.

Vzrejna sezona 2003 je bila zelo neugodna, saj je tega leta vso Slovenija prizadela močna suša. V ribogojnici na Sv. Florijanu je bil vzrejni ribnik le delno napolnjen, saj je imel zaradi suše napajalni potok veliko manjši pretok kot običajno, kasneje pa je sploh presahnil. Tako je bilo uporabljenih le 60 % maksimalne uporabne površine vzrejnega ribnika, ki se je kasneje zaradi izparevanja do septembra zmanjšal na samo 40 %. Med poskusom v vzrejnem ribniku je bila voda globoka od 0,3-1 m (povprečna običajna globina napolnjenega vzrejnega ribnika je 1,2-3 m).

Zaradi visoke gostote rib in majhne vodne površine so bile izgube velike, predvsem zaradi ribojedih ptic (siva čaplja, vodomec, ponirek), kač in žab. Zadušitev rib ni bilo, ker smo izvajali prezračevanje vode in apnenje ter smo v sodelovanju z Nacionalnim veterinarskim inštitutom (NVI) opravljali redne meritve osnovnih vrednosti vode in zdravstveni pregled rib. Kljub slabim razmeram so ribe priraščale zelo dobro. Izgub rib zaradi katerihkoli bolezenskih sprememb nismo zasledili. Zajedavske invazije niso bile signifikantne. V mesecu avgustu nismo izvedli dveh meritov, ker ribe niso prihajale na krmišče zaradi nizke koncentracije kisika v vodi. V nekaj meritvah nismo uspeli odložiti velikega števila rib, ker so ribe z naraščanjem postajale bolj pazljive, voda na krmišču je bila vedno bolj plitka (zaradi evaporacije) in število rib se je zmanjševalo zaradi izgub.

Odločili smo se za skupno testiranje obravnavanih skupin, ker ta model ustreza običajni ribogojski praksi, kjer skupaj gojijo udomačenega in koi krapa. Skupno testiranje rib v poskusu nam je najbolj ustrezovalo tudi zato, ker nismo imeli na razpolago zadosti ribnikov s primerljivimi pogoji vzreje. V prid skupnemu testiranju je tudi dejstvo, da je v zemeljskih ribnikih zaradi vpliva raznih dejavnikov na kvaliteto vode in razvoj planktona v praksi skoraj nemogoče zagotoviti enake pogoje. Ne izključujemo možnosti, da so v raziskavi pridobljeni rezultati pogojeni tudi s tekmovalnostjo med obravnavanimi skupinami, čeprav smo poskus začeli z enakimi pogoji za vse obravnavane skupine. Možno je celo, da so prav slabi pogoji reje v letu 2003 pogojevali pospešeni tekmovalnosti med obravnavanimi skupinami.

Pri primerjalnih testih na kvantitativne lastnosti ima vlogo tudi količina rumenjaka v ikrah. Starejše samice imajo v ikrah praviloma večjo količino rumenjaka in s tem nudijo zarodu boljše pogoje za preživetje in razvoj v prvih dnevih življenja in zato posledično večji zarod. Matice koi krapa so bile sorazmerno mlade in zagotovo vemo, da so se v našem poskusu prvič drstile. Pri odbiranju matic zrcalarja v ribogojnici Požeg smo izbirali matice, ki so po naši presoji ustrezale starosti matic koi krapa, čeprav ne vemo zagotovo, ali so se drstile prvič.

V poskus I smo zaradi lažjega razlikovanja od zrcalarja pri kontrolnih izlovih in dokončnem izlovu vključili le koi krapa z luskami. Na ta način smo vedeli, da vsi luskinavi kapi ozajajo od koi krapa ter da so vsi zrcalarji izhajajo iz udomačenega krapa. Namreč se pri koi kapih obarva le določen odstotek zaroda, preostali del pa je težko razlikovati od udomačenega krapa, saj se v pigmentaciji praktično ne razlikujeta. V poskusu nismo obravnavali nebarvanih koi krapov, ker jih je težko razlikovati od nebarvanih zlatih koresljev, ki so se nahajali v vzrejnem ribniku.

Pri zaključnih meritvah poskusa prav tako nismo obravnavali rib, manjših od približno 50 mm telesne dolžine z repom, ker je bilo zelo težko razlikovati majhne koi krapa od barvnih zlatih koresljev. Zaradi velikega števila rib, ki so rasle v slabih razmerah, je bil signifikantni del vseh rib zaostal v razvoju in ga prav tako nismo obravnavali v poskusu. Zaostale ribe v prvem letu razvoja težko prezimijo, tiste pa, ki prezimijo, so zelo dovetne za pogojne kužne in zajedavske bolezni. Zato predstavljajo vzrejni balast in donos brez realne vrednosti.

Pri zrcalarju nismo vedeli za poreklo in za linijo, ker v Sloveniji do sedaj nismo posvečali nobene pozornosti odbiri plemenek in načrtne selekciji. Izbrali smo tipičnega zrcalarja, ki se uporablja za gojenje v Sloveniji.

Pri tem se zavedamo, da pri takšnem naključnem odbiranju matic za kontrolirano drstenje ne vemo, kakšen je genetski potencial matice ter da so možna odstopanja v rejnih lastnostih zaroda. Prav tako nismo poznali rodovniškega porekla plemenek koiev.

Poleg že omenjenih skupin krapov smo pri poskusu I v vzrejni ribnik vložili tudi ličinke zlatega koreslja in ga gojili za prodajo. Poskus je bil namreč prilagojen pridobitni dejavnosti ribogojnice, zato med poskusom zlatega koreslja nismo mogli izločiti. V okviru skupnega testiranja prisotnost zlatega koreslja ni mogla vplivati na razlike med obravnavanimi skupinami. Lahko le špekuliramo, da bi obravnavane skupine v odsotnosti zlatega koreslja morda dosegle večjo končno maso, ker jim je zlati koreselj tekmovalno zmanjševal količino naravne hrane v ribniku. Pri uživanju kompletne krme pa zlati koreselj nikakor ni ogrožal koi krapa in zrcalarja, ker je bila velikost pelet prevelika za koreslje in tudi koi krap ter zrcalar sta bolj agresivna (požrešna).

Zrcalar je v poskusu dosegel bistveno večjo povprečno telesno maso (117,86 g) od koi krapa (60,57 g). Pri posameznih barvnih varietetah koi krapov smo opazili bistvene razlike v povprečni telesni masi: barvni varieteti *ogon* (74,9 g) in *matsuba* (61,6 g) sta imeli bistveno večjo telesno maso od »miks« varietet (49,3 g) ter varietet *shiro bekko* (36,04 g) in *showa-sanke* (37,6 g). Barvni varieteti *matsuba* in *ogon* sta imeli večjo telesno maso (*matsuba* 61,6 g in *ogon* 74,9 g) od povprečne telesne mase vseh koi krapov za razliko od pisanih »miks« koi krapov (katerih nismo mogli razvrstiti v določeno varieteto) in varietet *shiro bekko* ter *showa-sanke*, ki so imele nižjo telesno maso (pisani 49,3 g, *shiro bekko* 36,04 g in *showa-sanke* 37,6 g).

Hitrost priraščanja in telesna masa, katero krapi dosegajo ob koncu sezone, nedvomno spadata v najpomembnejše kvantitativne lastnosti. Zrcalar je v poskusu pokazal veliko superiornost v primerjavi s koi krapom. Nadalje so bile med linijami koi krapov opazne signifikantne razlike v telesni masi, kar se ujema s podatki iz literature (Waddington 1995; Rothbarth 1997; Stech 2007), kjer je zapisano, da enobarvne inačice in *matsuba* hitreje priraščajo od varietet *kohaku*, *shiro bekko* in *showa-sanke*. Poskus je jasno pokazal, da pri obravnavanju hitrosti priraščanja koi krapa ne moremo posploševati vzrejnih lastnosti, saj so razlike med posameznimi linijami izrazito vidne.

Rezultati o doseganju telesne mase ob koncu sezone jasno kažejo, da reja koi krapa za prehrano ljudi v primerjavi z rejo zrcalarja ni ekonomsko opravičljiva. Nadalje, skupno gojenje zrcalarja in koi krapa verjetno negativno vpliva na rast koi krapa zaradi tekmovalnosti, pogojevane z različnimi vzrejnimi potenciali.

Prav tako ima skupno gojenje različnih inačic koi krapa verjetno negativne posledice na varietete s slabšimi vzrejnimi lastnostmi. Zato je smiselno skupaj gojiti varieteti *ogon* z *matsuba* ter varietete *shiro bekko* z *showa-sanke*.

Po podatkih iz literature so razlike v hitrosti priraščanja med posameznimi linijami krapov največje v prvi vzrejni sezoni, v nadaljnji vzreji pa ti izzvenijo (Linhart in sod., 2002, Wohlfarth, 1993). Kljub temu menimo, da je doseganje čim večjih mladic v prvi vzrejni sezoni ključnega pomena, saj na ta način dosežemo boljšo prezimitev mladic, manjše izgube na račun plenilcev ter hitrejše doseganje konzumne velikosti v naslednjih vzrejnih sezонаh.

Vrednosti povprečnih dolžin telesa in povprečnih telesnih mas obravnavanih skupin so bile sorazmerne in primerljive: najdaljše telo je imel zrcalar (148,75 mm), koi krapi pa so v povprečju merili 123,8 mm. V skupini koi krapov je *ogon* meril 141,17 mm, *matsuba* 130,26 mm, *shiro bekko* 117,08 in *pisani »miks«* 122,32 mm.

Dolžina rib z repom je bila proporcionalna dolžini telesa. Tako je dolžina telesa pri zrcalarju znašala 82,77 % skupne dolžine ribe z repom. Ta odstotek je bil podoben pri skupini koi krapov (82,3), kjer so posamezne skupine pokazale manjša odstopanja: *ogon* 82,9 %, *matsuba* 83,08 %, *shiro bekko* 81,7 %, *showa- sanke* 82,22 in *pisani »miks«* 82,14 %. Iz navedenih rezultatov lahko sklepamo, da je dolžina telesa v jasni pozitivni korelaciji s hitrostjo priraščanja, kar se ujema s podatki iz literature (Vanderputte, 2003). Dolžina telesa z repom je pokazala enako proporcionalno velikost v odnosu na dolžino telesa pri vseh obravnavanih skupinah in ocenujemo, da je merjenje telesne dolžine enakovredno merjenju telesne dolžine z repom. Nadalje smo med merjenjem opazili, da je pri manjših ribah merjenje telesne dolžine z repom enostavnnejše in zahteva manj časa ter da posledično zmanjšuje stres pri ribah, kar je ključno pri obravnavanju mladih kategorij rib.

Indeks profila je bil največji pri zrcalarju, kjer je znašal 0,42. Pri koi krapih je bil bistveno nižji in je znašal 0,34. Isti indeks profila je imela podskupina *pisani »miks«* (0,34), višji indeks sta imela *ogon* (0,35) in *matsuba* (0,36), nižja indeksa profila pa sta imela *shiro bekko* (0,33) in *showa-sanke* (0,33). V poskusu je bil indeks profila sorazmeren telesni masi oz. skupine z višjo telesno maso so imele tudi višji indeks profila. Odstopanje zrcalarja v telesni masi in indeksu profila je neposredno povezano s selekcijo, ki je bila usmerjena v čim višji indeks profila in hitro priraščanje.

Pri podskupinah koi krapov pa ne moremo povezovati indeksa profila ali hitrosti priraščanja s selekcijo, saj imata ta dva parametra pri koi krapu postranski pomen in nista bila nikoli pomembna parametra pri selekciji. Iz tega razloga lahko sklepamo, da obstaja povezava med hitrostjo priraščanja in indeksom profila oz. da imajo krapi, ki hitreje priraščajo, praviloma tudi nekoliko višji indeks profila. Ta ugotovitev ni v skladu s splošno sprejeto tezo Ankoriona s sod. (1992), ki zavrača katero koli povezavo med indeksom profila in hitrostjo priraščanja. Pri tem se zavedamo, da so podskupine koi krapov morda imele različen indeks profila zaradi različnega porekla. Genetske analize koi krapov so pokazale medsebojno oddaljenost med določenimi barvnimi inačicami, po drugi strani pa so nekatere barvne inačice koi krapov pokazale sorodnost z udomačenimi linijami konzumnih krapov (David in sod., 2001). Ravno barvni inačici *ogon* in *matsuba* sta pokazali sorodnost s konzumnimi linijami evropskih krapov, kar se ujema s tezo Balona (1995), da sta omenjeni barvni inačici nastali iz evropskih linij krapov. Tudi v našem poskusu I sta barvni inačici *ogon* in *matsuba* pokazali hitrost priraščanja in indeks profila višji od povprečja koi krapov. V poizkusu II je odstopanje omenjenih barvnih inačic bilo še bolj izrazito, saj sta bili telesna masa in indeks profila na koncu poskusa primerljivi z tistimi pri udomačenem krapu. Iz rezultatov predhodnih raziskav in iz rezultata naše raziskave lahko domnevamo, da obstaja določena povezava med indeksom profila in hitrostjo priraščanja, vendar lahko zaradi dolgotrajne selekcije ta povezava izgine zaradi ozkega grla, previsokega indeksa profila, ki je povezan z deformacijo skeleta, ali iz drugih razlogov, kar bi bilo treba podrobneje raziskati.

5.2 Poskus II

V poskusu II smo primerjali kvantitativne vzrejne lastnosti koi krapa, zrcalarja in luskinarja od starosti mesečnika do starosti enoletne mladice. Poskus II nam je omogočil, da natančno izmerimo začetno maso vseh obravnavanih skupin in da začnemo poskus z določenim številom rib. Vzreja v poskusu I se je pričela z enako starimi ličinkami, kar pa še vedno ne pomeni popolno primerljivost, ker se ličinke posameznih matic lahko razlikujejo v količini rumenjaka, ki bistveno vpliva na hitrost začetnega razvoja in preživetje.

V poskusu II smo imeli možnost vključiti še eno linijo udomačenega krapa. Odločili smo se za luskinarja, ker ga je bilo preprosto razlikovati od zrcalarja in koi krapov. V poskusu I nismo mogli vključiti luskinarja, ker bi ga bilo zelo težko ločiti od nebarvanih (oz. naravno obarvanih) koi krapov.

Izbiro matic luskinarja smo opravili po enakih kriterijih kot pri zrcalarju. Kontrolirano drstenje smo opravili sočasno z drstenjem zrcalarja v ribogojnici Požeg. Za ličinke luskinarja nismo imeli razpoložljivega ribnika v ribogojnici na Sv. Florijanu, zato smo ličinke vložili v ribnik za rejo mladic v ribogojnici Požeg. Ta ribnik je bil na enak način pripravljen za vlaganje ličink: predhodno izsušen in pognojen s hlevskim gnojem.

Pri meritvah pri vlaganju smo merili le dolžino telesa z repom, da bi skrajšali čas manipulacije z ribo, ki je pri tej velikosti zelo ranljiva. Pri vlaganju mesečnikov je od skupin zrcalarja in luskinarja, ki sta pa bili približno enaki, izstopala skupina koi krapov s telesno maso, dolžino telesa z repom in višino telesa. Razlika je bila opazno vidna, saj je imela skupina koi krapov za četrtino višjo telesno maso od zrcalarja in luskinarja.

Zrcalar in luskinar sta imela na začetku poskusa približno enako telesno maso, kljub temu da sta bila vzrejena na različnih lokacijah. Večjo velikost koi krapov v fazi mesečnika si težko razlagamo. V skupini koi krapov nismo določali podskupin barvnih inačic, ker so pri tej velikosti težko vidljive.

V poskusu II nismo opravljali kontrolnih meritov zaradi majhnega števila vloženih rib, temveč smo opravili le zaključne meritve ob izlovu.

Vse skupine so pokazale približno enako preživetje. Nekoliko nižje preživetje koi krapov povezujemo z lažjo vidljivostjo za plenilce (žabe in kače), ki so občasno plenili v poskusnem ribniku.

Pri zaključnih meritvah je imela skupina koi krapov za 10 % večjo telesno maso od skupin zrcalarja in luskinarja, ki sta bili enaki. Koi krapi niso ohranili začetne prednosti 25 % v telesni masi, saj so povečali telesno maso za približno 21-krat v primerjavi s skupinami luskinarja in zrcalarja, ki sta povečali svojo maso za približno 23-krat. Kljub očitni hitrejši rasti udomačenih linij krapa (zrcalarja in luskinarja), moramo biti znova pazljivi pri interpretaciji rezultatov koi krapov, saj obstajajo znotraj skupine bistvena odstopanja. Znova sta barvni inačici *ogon* in *matsuba* pokazali nadpovprečno rast v primerjavi z večbarvnimi inačicami.

V poskusu je bila telesna dolžina najnižja pri zrcalarju, skupini luskinarja in koi krapov pa sta bili enaki. Izstopanja v dolžini telesa neodvisno od telesne mase so posledica razlik v indeksu profila obravnavanih skupin.

V poskusu II znova opažamo povezanost med hitrostjo priraščanja in indeksom profila. Koi krapi so imeli bistveno nižji indeks profila od zrcalarja in luskinarja, vendar sta imeli barvni inačici koi krapov *matsuba* in *ogon* enak indeks profila kot zrcalar in luskinar. Tudi v poskusu II nam rezultati nakazujejo očitno povezanost med hitrostjo priraščanja in indeksom profila v podskupinah koi krapov. Luskinar in zrcalar sta pokazala uniformnost v hitrosti priraščanja in indeksu profila, kar se ujema z izsledki novejših raziskav, ki so pokazale nizko genetsko variabilnost v populacijah udomačenih koi krapov. Na našem vzorcu luskinarjev in zrcalarjev je neobjektivno soditi o statusu genetske raznovrstnosti med udomačenimi krapi v Sloveniji, saj gre za majhen vzorec naključno izbranih matic, čeprav smo takšne rezultate pričakovali, ker bi bilo v Sloveniji nerealno pričakovati večjo genetsko variabilnost pri udomačenem krapu kot pa drugod v Evropi.

6 POVZETEK

V Sloveniji se načrtni selekcijski program v krapogojstvu ne izvaja. Signifikantni delež skupnega krapogojskega pridelka pripada koi krapom in njihovim hibridom z udomačenim krapom, kar je iz raznih vidikov vprašljivo. Kljub temu, da vzreja koi krapov spada med ekonomsko najpomembnejše panoge ribogojstva, v literaturi nismo zasledili natančnih podatkov o kvantitativnih vzrejnih lastnostih koi krapov, poznavanje tega pa je ključno za uspešno vzrejo.

Namen raziskave je bilo ugotoviti kakšne vzrejne lastnosti ima koi krap v primerjavi z udomačenim krapom zrcalarjem (v nadaljnjem tekstu »zrcalar«). V ribogojskih pogojih smo primerjali telesno maso in indeks profila koi krpa z zrcalarjem v prvem gojitvenem letu. Raziskava je bila sestavljena iz poskusa I in poskusa II.

V poskusu I smo:

- opravili sočasno kontrolirano drstenje koi krpa (varietete kohaku, sanke, ogon in matsuba) in zrcalarja,
- zarod obeh vložili v vzrejni ribnik,
- nadaljevali z intenzivno vzrejo,
- sočasno opravljali kontrolne odlove z meritvami ter
- ob izlovu ribnika opravili zaključne meritve na 390 zrcalarjih in 302 koi krapih.

V poskusu II smo:

- v fazi mesečnika v manjši ribnik vložili 50 zrcalarjev, 50 udomačenih krapov luskinarjev in 150 koi krapov,
- nadaljevali z intenzivno vzrejo, ter
- ob izlovu ribnika opravili zaključne meritve na vseh ribah.

Pri meritvah v obeh poskusih smo koi krapa razvrščali v skupine *ogon*, *matsuba*, *showasanke*, *shiro bekko* in *pisani »miks«*. Dolžino in višino telesa smo merili z natančnostjo 0,1 mm in telesno maso z natančnostjo 0,1 g.

V poskusu II smo želeli primerjati kvantitativne vzrejne lastnosti zrcalarja, luskinarja in koi krapa od starosti mesečnika do starosti enoletne mladice. Poskus II nam je omogočil, da natančno izmerimo začetno maso vseh obravnavanih skupin in da začnemo poskus z določenim številom rib. Namreč, vzreja v poskusu I se je pričela z enako starimi ličinkami, kar pa še vedno ne pomeni popolne primerljivosti, ker se ličinke posameznih matic lahko razlikujejo v količini rumenjaka, ki pa bistveno vpliva na hitrost začetnega razvoja in preživetje. Poleg tega smo imeli v poskusu II možnost vključiti še eno linijo udomačenega krapa. Odločili smo se za luskinarja, ker ga je bilo preprosto razlikovati od zrcalarja in koi krapov. V poskusu I nismo mogli vključiti luskinarja, ker bi ga bilo zelo težko ločiti od nebarvanih (oz. naravno obarvanih) koi krapov.

V poskusu I je zrcalar dosegel skoraj 2-krat večjo telesno maso (117,86 g) od skupine koi krapov (60,57 g), vendar so imele v skupini koi krapov različne barvne podskupine neenakomerno telesno maso. Tako sta imeli skupini *ogon* (74,9 g) in *matsuba* (61,6 g) bistveno večjo telesno maso od skupin *pisani* »*miks*« (49,3 g), *shiro-bekko* (36,4 g) in *showa-sanke* (37,6 g). Indeks profila je bil prav tako največji pri zrcalarju, kjer je znašal 0,42. Pri koi krapih je bil bistveno nižji in je znašal 0,34. Isti indeks profila je imela podskupina *pisani* »*miks*« (0,34), višji indeks sta imela *ogon* (0,35) in *matsuba* (0,36), nižja indeksa profila pa sta imela *shiro bekko* (0,33) in *showa-sanke* (0,33). V poskusu je bil indeks profila sorazmeren telesni masi oz. skupine z višjo telesno maso so imele tudi višji indeks profila.

V poskusu II je imela skupina koi krapov na začetku poizkusa krapov za četrtnino večjo telesno maso od skupin zrcalarja in luskinarja, ki sta bili približno enaki. Pri zaključnih meritvah je imela skupina koi krapov za 10 % večjo telesno maso od skupin zrcalarja in luskinarja, ki sta bili znova enaki. Koi krapi niso ohranili začetne prednosti 25 % v telesni masi, saj so povečali telesno maso za približno 21-krat v primerjavi s skupinami luskinarja in zrcalarja, ki sta povečali svojo maso za približno 23-krat. Kljub očitni hitrejši rasti udomačenih linij krapa (zrcalarja in luskinarja) so se v skupini koi krapov ponovno pojavila bistvena odstopanja. Znova sta barvni inačici *ogon* in *matsuba* pokazali nadpovprečno rast v primerjavi z večbarvnimi inačicami. Koi krapi so imeli bistveno nižji indeks profila od zrcalarja in luskinarja, vendar sta imeli barvni inačici koi krapov *matsuba* in *ogon* enak indeks profila kot zrcalar in luskinar. Tudi v poskusu II nam rezultati nakazujejo povezanost med hitrostjo priraščanja in indeksom profila v podskupinah koi krapov. Luskinar in zrcalar sta pokazala uniformnost v hitrosti priraščanja in indeksu profila, kar se ujema z izsledki novejših raziskav, ki so pokazale nizko genetsko variabilnost v populacijah udomačenih koi krapov.

Rezultati raziskave so pokazali, da je vzreja koi krapov smiselna le za okrasne namene zaradi bistveno nižje hitrosti priraščanja v primerjavi z udomačenim krapom zrcalarjem. Pri koi kapih obstajajo signifikantna odstopanja v hitrosti priraščanja med barvnimi inačicami koi krapov, kar je treba upoštevati pri vzreji. Indeks profila je pokazal pozitivno korelacijo s hitrostjo priraščanja, kar ni v skladu s trenutno sprejeto tezo, da sta hitrost priraščanja in indeks profila nepovezani vzrejni lastnosti, ki se morata ločeno upoštevati pri selekciji na kvantitativne vzrejne lastnosti krapa.

7 SUMMARY

Currently a selective carp breeding programme is not being implemented in Slovenia. A significant share of carp breeding consists of koi carp and their various hybrids, which are bred with domestic carp. Despite the fact that koi carp farming is considered one of the most economically significant branches of fish breeding, precise data regarding the quantitative breeding properties of koi carp are not available even though this knowledge is crucial for successful breeding. The purpose of the studies was to establish the breeding characteristics of koi carp in comparison to domestic mirror carp (here after mirror carp). The body mass and profile indexes of koi carp were compared with mirror carp in the first rearing year under breeding conditions. The study consisted of two trials, Trial I and Trial II.

Trial I:

- Simultaneously controlled spawning of koi carp (kohaku, sanke, ogon and matsuba varieties) and mirror carp was carried out.
- Both varieties were stocked in a rearing pond.
- Intensive rearing was continued during which controlled capture was implemented and measurements were taken.
- During the final harvesting sample of 390 mirror carp and 302 koi carp were taken and measured.

For the measurements, the koi carp were classified into the *ogon*, *matsuba*, *showa-sanke*, *shiro bekko* and *coloured “mix”* groups. The body lengths and heights were measured with an accuracy of 0.1 mm and body mass with an accuracy of 0.1 g.

Trial II:

- During the initial phase, 50 mirror carp, 50 domestic scaled carp and 150 koi carp all one-month old were stocked into a smaller pond.
- Intensive rearing was continued and when the pond was finally emptied, measurements of all fish were taken.

In Trial II the quantitative rearing properties of the mirror carp, scaled carp and koi carp of ages of one month to one year were measured and compared. In Trial II initial mass of all treated groups was precisely measured and the trial was started with the specified number of fish. Rearing in Trial I began with identically aged larvae, but because the larvae of individual females vary in their quantities of yolk, there were possibly significant effects on the rate of initial development and survival. Trial II included one additional line of domestic carp. This was scaled carp, because they are easy to differentiate from mirror carp and koi carp. They were not included in Trial I, however, owing to the difficulty in differentiating them from non-coloured (naturally coloured) koi carp. In Trial I the mirror carp attained almost twice the body mass (117.86 g) of the koi carp (60.57). The group of koi carp, however, comprised various coloured subgroups with irregular body masses. Thus, the *ogon* (74.9 g) and *matsuba* (61.6 g) groups had a significantly higher body mass than the *coloured "mix"* (49.3 g), *shiro-bekko* (36.4 g) and *showa-sanke* (37.6 g) groups. The profile index was also highest for the mirror carp and amounted to 0.42. The profile index for koi carp was significantly lower and amounted to 0.34. The profile index for the *coloured "mix"* (0.34) subgroup had an identical profile index while the *ogon* (0.35) and *matsuba* (0.36) had higher index profiles and the *shiro bekko* (0.33) and *showa-sanke* (0.33) lower index profiles. The profile index in the trial correlated to body mass, the group with higher body mass also having a higher profile index.

In Trial II, at the beginning of the trial the koi carp group had a 25% higher body mass than the mirror carp and scaled carp groups, with the latter two groups having approximately the same body mass. The final measurements showed that the koi carp group had a 10% higher body mass than the mirror carp and scaled carp group, whose body masses were again the same. The koi carp did not maintain their initial 25% body mass advantage because their body mass only increased approximately 21 times in comparison to the scaled carp and mirror carp groups whose body mass increased 23 times. Despite the apparent faster growth of the domestic line of carp (mirror carp and scaled carp), significant deviations were again observed in the koi carp group. Again, the coloured varieties *ogon* and *matsuba* displayed above average growth in comparison to the multi-coloured varieties. The koi carp had a significantly lower profile index compared to the mirror carp and scaled carp, whereas the coloured koi carp varieties *matsuba* and *ogon* had profile indexes identical to the mirror carp and scaled carp. The results of Trial II also showed a correlation between the rate of growth and the profile index in the koi carp subgroups.

The scaled carp and mirror carp displayed uniformity in terms of the growth and profile indexes, coinciding with the results of newer studies which displayed low genetic variability in domestic carp populations.

The results of this study showed koi carp breeding to be sensible only for ornamental purposes due to their significantly lower rate of growth in comparison with domestic mirror carp. A significant deviation in the rate of growth for koi carp among coloured varieties of koi carp exists, and this needs to be considered before the decision to breed has been made. The profile index displayed a positive correlation with the rate of growth, in contrast to the currently accepted hypothesis that the rate of growth and profile index are unrelated with regard to rearing characteristics, both of which should be taken into consideration separately when performing selection based on quantitative rearing characteristics of carp.

8 ZAHVALA

Pri izvajanju magistrske naloge sem se soočal z raznimi ovirami, ki sem jih uspel premagati s pomočjo številnih oseb. Na tem mestu bi se zahvalil le nekaterim, druge pa prosim za razumevanje.

Največjo zahvalo dolgujem mentorici prof. dr. Vlasti Jenčič, ki me je spodbujala med celotnim programom magisterija. Pri izpeljavi raziskovalnega programa in pri izdelavi magistrske naloge je bila zavzetost in strokovnost prof. dr. Vlaste Jenčič ključnega značaja, interaktivni in kreativni pristop pa mi je odprl nova obzorja in dal spodbudo za nadaljnje raziskovalno delo.

Za trud in koristne pripombe se zahvaljujem tudi članom komisije za oceno in zagovor prof. dr. Alenki Dovč in profesorjema iz Veterinarske fakultete v Zagrebu prof. dr. Zdravku Petrinecu in prof. dr. Zvonimirju Kozariću.

Pri pridobivanju praktičnih znanj in veščin tehnike kontroliranega drstenja ter intenzivne reje krapa se iskreno zahvaljujem ing. Francu Krumpaku, ki mi je z veliko razumevanja in potrpežljivosti nesebično pomagal.

Spremljanje parametrov kvalitete vode ter zdravstvenega stanja rib med poskusom je omogočil mag. Tomaž Kristofič, kateremu se zahvaljujem za ves trud in skrb.

Pri zbiranju literature in pri izmenjavi izkušenj sem dolžan zahvaliti prof. Bercsényiju Miklósu z Madžarske, ter dr. Márku Bódishu, prav tako z Madžarske.

Prof. dr. Samuel Appelbaum iz oddelka za akvakulturo Univeze Ben Gurion, Izrael je pokazal veliko zanimanja za magistrsko nalogu in me je pri izdelavi naloge nenehno spodbujal. Pomagal mi je interpretirati rezultate ter oblikovati ideje za nadaljnje aktivnosti na raziskovalnem področju, za kar mu se iskreno zahvaljujem.

Za pomoč pri ureditvi literature se zahvaljujem knjižničarki mag. Brigit Greč Smole, za lektoriranje teksta v slovenščini in angleščini Maji Mrak, za računalniško ureditev teksta pa Božu Pircu.

9 LITERATURA

1. Amano M (1971). Fancy carp, the beauty of Japan.
Tokyo: Kajima Shoten Publishing Co. 158 str.
2. Anjum (1995). Biochemical and chromosomal genetic characteristics of several breeding populations of common carp, *Cyprinus carpio* (L.).
Poland, Olsztyn: Olsztyn university of agriculture and tecnology, Faculty of Water Protection and Freshwater Species. Ph.D.Thesis.
3. Ankorian Y, Moav R, Wolfarth. G (1992).
Bidirectional mass selection for body shape in common carp. Genet Sel Evol 24: 43-52.
4. Antipa G (1909). Fauna Ichtiologica a Romaniei.
Academia Romana, Publ Fond Adamachi 3(16): 1-294.
5. Axelrod HR (1973). Koi of the world. Japanese colored Carp.
Neptune City: T. F. H. Publications, 239 str.
6. Axelrod HR (1988). Koi varietes. Japanese colored carp-Nishikigoi.
Neptune City: T. F. H. Publications, 144 str.
7. Bakos J (1979). Crossbreeding Hungarian races of common carp to develop more productive hybrids. In: Pillary TVR, Dill W, eds. Advances in aquaculture.
Fishing News Books Ltd. Farnham, 633-5.
8. Bakos J, Gorda S (1995). Genetic improvement of common carp strains using intraspecific hybridization.
Aquaculture 129: 183-6.
9. Balon EK (1969). Studies on the wild carp *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758. I. New opinions concerning the origin of the carp.
Pr Lab Ryb 2: 99-120.
10. Balon EK (1974). Domestication of the carp *Cyprinus carpio* L.
Toronto: Royal Ontario Museum, Life sciences, 37 str.

11. Balon EK (1995). Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourments to the swimming flowers.
Aquaculture 129: 3-48.
12. Balon EK, Crawford SS, Lelek A (1986). Fish communities of the upper Danube (Germany, Austria) prior to the new Rhein-Main-Donau connection.
Environ Biol Fish 15: 243-71.
13. Berka R (1996). Aquaculture and freshwater market in Czech Republic.
Vodnanyi: Czech Fish Farmers Assotiation. 36 str.
14. Bialowas H (1991). Possibilities of application of the heterosis effect in commercial production of common carp (*Cyprinus carpio* L.).
Acta Hydrobiol 33: 319-34.
15. Bialowas H, Irnazarov I, Pruszynski T, Gaj C (1997). The effect of heterosis in inter-line crossing of common carp.
Arch Ryb Pol 5: 13-20.
16. Bojcić C, Debeljak Lj, Vuković T et al. (1982). Sladkovodno ribarstvo.
Zagreb: Jugoslavenska medicinska naklada, 605 str.
17. David L, Rajasekaran P, Fang J, Hillei J, lavi U (2001). Polymorphism in ornamental and common carp strains (*Cyprinus carpio* L.) as revealed by AFLP analysis and a new set of microsatellite markers.
Mol Genet Genomics 266: 353-62.
18. Drori S, Ofir M, Levavi-Sivan B, Yaron Z (1994). Spawning induction in common carp (*Cyprinus carpio* L.) usin pituitary extract of GnRH superanalogue combined with metoclopramide: analysis of hormone profile, progress of oocyte maturation and dependance on temperature.
Aquaculture 119: 393-407.
19. FAO (2002). Yearbook of fisheries statistics summary tables. Available from://
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Cyprinus_carpio/en (30. 11. 2010).
20. FAO Fisheries Department (2006). Fisheries Statistics. FAO-Rome. Available from:
<http://www.thefishsite.com/articles/831/cultured-aquatic-species-common-carp> (30. 11. 2010).

21. Gomelsky B, Chefas NB, Hulata G (1998). Studies on the inheritance of black patches in ornamental (Koi) carp.
Isr J Aquac-Bamidgeh 50: 134-9.
22. Gorda S, Bakos J, Liska J, Kakuk C (1995). Live gene bank of common carp strains at the Fish Culture Research Institute, Szarvas.
Aquaculture 129: 199-202.
23. Gospic D (2002). Kontrolirano mriješćenje koi šarana.
Zagreb: Veterinarski fakultet. Diplomski rad.
24. Gospic D (2009). Intensive carp farming (5-10 t/ha/year) based on practical experiences of G20, Slovenian fish farm. In: Zbornik predavanja IV. Međunarodne konferencije »Ribarstvo«.
Beograd: Poljoprivredni fakultet, Institut za zootehniku, 170-5.
25. Hines RS, Wohlfarth GW, Moav R, Hulata G (1974). Genetic differences in susceptibility to two diseases among strains of the common carp.
Aquaculture 3: 187-97.
26. Horvath L, Tamas G, Tolg I (1984). Special methods in pond fish husbandry.
Budapest: Akademiai Kiado; Seattle: Halver Corporation; 1-32.
27. Hulata G (1995). A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection.
Aquaculture 129: 143-55.
28. Hulata G, Moav R, Wohlfarth G (1980). Genetic differences between the European and Chinese races of the common carp. III. Gonadal abnormalities in the inter-racial hybrids.
J Fish Biol 16: 369-70.
29. Iljasov JI, Simonov VM, Vikhman AA, Ostashevsky AL, Shart LA (1989). Evaluation of effectiveness of common carp selection for resistance to dropsy in experimental and industrial conditions. In: Problems of selection, genetics and breeding work in pond fish culture.
Moscow: All-union research institute of pond fish culture, 98-104.
30. Isaac E (1962). On the domestication of cattle.
Science 137: 195-204.

31. Isaac E (1970). Geography of domestication.
New York: Prentice-Hall, 132 str.
32. Jhingran VG, Pullin RSV (1985). A hatchery manual for the common, Chinese and major carps.
ICLARM Stud Rev 11: 191 str.
33. Jiang Y, Wu C (1989). Breeding. In: Zhang Y, Tan Y, Ouyang H eds. Chinese pond fish culture.
Beijing: Science Publ, 89-120.
34. Katassonov VY, Dementiev N (1995). A scheme for selection of common carp males for offspring.
Aquaculture 129: 216.
35. Kestemont P (1995). Different systems of carp production and their impacts on the environment.
Aqaculture 129:1-4, 347-72.
36. Kiprichnikov V S, Ilyasov JI, Shart LA et al (1993). Selection of Krasnodar common carp (*Cyprinus carpio* L) for resistance to dropsy: principal results and prospects.
Aquaculture 111: 7-20.
37. Kiprichnikov VS (1974). Methods and effectiveness of breeding the Ropshian carp. Communication I. Purposes of breeding, initial forms and systems of crosses.
Genetika (Moscow) 8: 65-72.
38. Kiprichnikov VS (1981). Genetic bases of fish selection.
Berlin: Springer Verlang, 410 str.
39. Kiprichnikov VS, Iljasov JUI, Shart LA (1987). The development of dropsy-resistant carp breeders. In: Problems of parasitology and pathology of fish. Proc Zool Inst Acad Sci USSR, Leningrad 171: 33-46.
40. Kohlmann K, Gross R, Murakaeva A, Kerstern P (2003). Genetic variability and structure of common carp (*Cyprinus carpio* L.) populations throughout the distribution range inferred from allozyme, microsatellite and mitochondrial DNA markers.
Aquat Living Resour 16: 421-31.

41. Kohlmann K, Kerstern P (1999). Genetic variability of German and foreign common carp (*Cyprinus carpio* L.) populations.
Aquaculture 173: 435-45.
42. Laius A (1990). Unterschiedliche Überwinterungstechnologien für einsommmerige Karpfen (*Cyprinus carpio*) in Estland.
Z Binnenfisch DDR, 37: 215-8.
43. 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: 481-91.
44. Maitland P S, Linsell K (2006). Guide to freshwater fishes of Britain and Europe.
London: Philip's, a division of Octopus Publishing Group Ltd, 2-4 Heron Quays, E14 4JP. 269 str.
45. Marković Z, Poleksić V, Živić I et al (2009). Stanje ribarstva u Srbiji. In: Zbornik predavanja IV. Međunarodne konferencije »Ribarstvo«.
Beograd: Poljoprivredni fakultet, Institut za zootehniku, 30-8.
46. Milstein A (1992). Ecological aspects of fish species interactions in polyculture ponds.
Hydrobiologia 231: 177-86.
47. Milstein A (1997). Do management procedures affect the ecology of warm water polyculture ponds?
World Aquaculture 28(3): 12-9.
48. Milstein A. (2005) Polyculture in aquaculture.
Animal Breeding Abstr. 73(12): 15N-41N.
49. Mišik V (1958). Biometrika dunajskeho kapra (*Cyprinus carpio* L.) z dunajskeho systemu na Slovensku (Biometry of the Danubian carp of Slovakia).
Biol Pr (Bratislava) 4(6): 55-125.
50. Mišik V, Tuča V (1965). Posudzovanie exterieru dunajskeho kapra so zretelom na vyber plemenneho materialu (Recognition of the shape of Danubian carp for breeding selection).
Polnohospodarstvo 11: 35-44.

51. Moav R, Finkel A, Wohlfarth G (1975). Variability of intermuscular bones, vertebrae, ribs, dorsal fin rays and skeletal disorders in the common carp.
Theor Appl Genet 46: 33-43.
52. Moav R, Wohlfarth GW (1966). Genetic improvement of yield in carp.
FAO Fish Rep 44(4): 12-29.
53. Moav R, Wohlfarth GW (1976 A). Genetic differences between the Chinese and European races of the common carp: analysis of genotype-environment interactions for growth rate.
Heredity 34: 323-40.
54. Moav R, Wohlfarth GW (1976 B). Two-way selection for growth rate in the common carp (*Cyprinus carpio* L.).
Genetics 82: 83-101.
55. Pokorný J, Hatvich P, Rysavy J, Klezl L (1983). The weight evaluation of K1 carp fry with use of standard line.
Zivoč Vyroba 28, 843-9.
56. Pokorný J, Lucky Z, Lusk S et al (2004). Velký enciklopedický rybarský slovník.
Plzeň: Nakladatelství Fraus, 301 str.
57. Pokorova D, Vesely T, Piackova V, Reschova S, Hulova J (2005). Current knowledge on koi herpesvirus (KHV): a review.
Vet Med Czech 50: 139-47.
58. Prinsloo JF, Schoonbee HJ (1984). Evaluation of the relative growth performance of three varieties of the European common carp, *Cyprinus carpio*, in Transkei.
Walter SA 10: 105-7.
59. Rothbard S (1997). Koi breeding.
Neptune City: T.F.H. Publications, 53 str.
60. Shapira Y, Benet-Perlberg A, Zak Z, Hulata G, Levavi-Sivan B (2002). Differences in resistance to koi herpes virus and growth rate among strains and crossbreds of common carp (*Cyprinus carpio* L.). In: Proceedings of the 20th Genetic Days.
Brno: 250 str.

61. Sin AW (1982). Stock improvement of the common carp in Hong Kong through hybridization with the introduced Israeli race »Dor-70«.
Aquaculture 29: 299-304.
62. Smisek J (1979). Hybridization of carp of the Vodnany and Hungarian lines. Bull. BullVURH Vodnany 15 (1): 3-12.
63. Spasic M, Markovic Z et al. (2009). Possibilities of improvement of production traits of the carp (*Cyprinus carpio*) by selective breeding. In: Zbornik predavanja iz IV međunarodne konferencije »Ribarstvo«.
Beograd: Poljoprivredni fakultet, Institut za zootehniku, 153-9.
64. Steffens W (1964). Vergleichende anatomisch-physiologische Untersuchungen an Wild- und Teichkarpfen (*Cyprinus carpio* L.): ein Beitrag zur Beurteilung der Zuchtleistungen beim deutschen Teichkarpfen.
Z Fish 12: 725-800.
65. Steffens W (1967). Das Domestikationsproblem beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.).
Verh Theor Angew Limnol 16: 1441-8.
66. Suzuki R, Yamaguchi M (1980a). Meristic and morphometric characters of five races of *Cyprinus carpio*.
Jpn J Ichtyol 27: 199-206.
67. Suzuki R, Yamaguchi M (1980b). Improvement of quality of the common carp by crossbreeding.
Bull Jpn Soc Sci Fish 46: 1427-34.
68. Stéch L (2007). KOI.
Zliv Alcedor s.r.o. 332 str.
69. Taniguchi N, Kijima A, Tamura T, Takegami K, Yamasaki I (1986). Color, growth and maturation in ploidy-manipulated fancy carp.
Aquaculture 57: 321-8.
70. Vandepitte M, Peignon e, Vallod d, Haffray P, Komen J, Chevassus B (2002b). Comparison of growth performances of three French strains of common carp (*Cyprinus carpio*) using hemi-isogenic scaly carp as internal control.
Aquaculture 205: 19-36.

71. Vanderputte M (2003). Selective breeding of quantitative traits in the common carp (*Cyprinus carpio*): a review.
Aquat Living Resour 16: 399-407.
72. Vanderputte M, Kocour M, Mauger S et al (2004). Heritability estimates for growth-related traits using microsatellite parentage assignment in juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.).
Aquaculture 235: 223-36.
73. Vanderputte M, Quillet E, Krieg F et al (2002a). The »PROSPER« methodology on brown trout (*Salmo trutta fario*): four generations of improved individual selection on grow rate. In: Proceedings of the 7th World congress on genetics applied to livestock production.
Montpellier: CD-ROM communication 06-04.
74. Waddington P (1995). Koi kichi.
London: Peter Waddington Ltd. 269 str.
75. Wang C W, Li S, Xiang S, Wang J et al (2006). Genetic parameter estimates for growth-related traits in Qujiang solor common carp (*Cyprinus carpio* var. color).
Aquaculture 259: 103-7.
76. Wang C, Li S (2004). Phylogenetic relationships of ornamental (koi) carp, Oujiang color car and Long-fin carp revealed by mitochondrial DNA COII gene sequences and RAPD analysis.
Aquaculture 231: 83-91.
77. Wohlfarth G. W (1993). Heterosis for growth rate in common carp.
Aquaculture 113: 31-46.
78. Wohlfarth G. W, Moav R, Hulata G (1986). Genetic differences between the Chinese and European races of the common carp. 5. Different adaptation to manure and artificial feeds.
Theor Appl Genet 72: 88-97.
79. Wohlfarth GW, Lahman M, Hulata G, Moav R (1980). The story of »Dor-70«, a selected strain of the Israeli common carp.
Bamidgeh 32: 3-5.

80. Wohlfarth GW, Moav R (1972). The regression of weight gain on initial weight in carp, 1. Metods and results.
Aquaculture 1: 7-28.
81. Wohlfarth GW, Moav R (1985). Communal testing, a metod of testing the growth of different genetic groups of common carp in earthen ponds.
Aquaculture 48:143-57.
82. Wohlfarth GW, Moav R, Hulata G (1983). A genotype-environment interaction for growth rate of common carp growing in intensively manured ponds.
Aquaculture 33: 187-95.