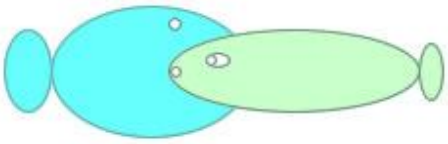
Florin Molnar

Contribuții la cunoşterea transmiterii ereditare a culorii la guppy

ISBN 978-973-88929-2-7

2008
Bioflux, Cluj-Napoca



Autor
Florin Molnar

Referenți ştiințifici:
Ioan Valentin Petrescu-Mag
Lucian Dragoş Gorgan

Director editură:
Ioan Valentin Petrescu-Mag
Consilier editorial:
Ruxandra Mălina Petrescu-Mag

Editura Bioflux, Cluj-Napoca, 2008

Mulțumiri

Doresc să aduc pe această cale mulțumiri Conducerii Facultății de Zootehnie şi Biotehnologii, referenților științifici, Cercet. Dr. Ioan Valentin Petrescu-Mag şi asist. Dr. Lucian Dragoş Gorgan pentru competența, răbdarea şi înțelegerea cu care m-au îndrumat în finalizarea acestei lucrări. De asemenea, mulțumesc tuturor cadrelor didactice de la Universitatea de Ştiințe Agricole şi Medicină Veterinară care de-a lungul acestor cinci ani de zile, au contribuit la formarea mea ca inginer şi cercetător.

Nu mai puțin importantă a fost contribuția fotografului Mircea Roşca, cu ajutorul caruia au fost realizate superbele fotografii, mulțumesc acvariştilor clujeni Vanea Ciprian, respectiv domnului Chifu Claudiu.

Adresez mulțumiri colegilor mei, alături de care am învățat de-a lungul celor cinci ani de studiu, pentru buna înțelegere care a dăinuit între noi.

Nu în ultimul rînd, mulțumesc prietenilor care mi-au fost alături, dar, mai presus de toate, țin să mulțumesc familiei şi în mod cu totul special mamei mele care m-a susținut fizic şi moral în această etapă importantă a formării mele şi nu numai.

Florin Molnar

CUPRINS

Intoducere **I**

Partea I. Date din literatura de specialitate

1. Scurtă retrospectivă asupra acvaristicii **2**
2. Peştii guppy **7**
2.1. Origine şi răspândire **7**
2.2. Taxonomie şi filogenie **8**
2.3. Genetica peştilor guppy **9**
3.Varietățile de guppy **16**
3.1. Varietăți ameliorate **17**

Partea a II-a. Cercetări proprii

1.Premisele ştiinţifice şi scopul cercetării **20**
2.Material şi metodă **22**
2.1.Material biologic **22**
2.1.1. Origine **22**
2.1.2.Descriere **23**
2.1.2.1.Half-Black Black (Tuxedo negru, Full Black) **23**
2.1.2.2.Red Blond **25**

2.2.Mediul de creştere **28**
2.2.1.Iluminarea **28**
2.2.2.Calitatea apei şi parametri fizico-chimici **28**
2.2.3.Aerarea apei **29**
2.3.Furajarea loturilor experimentale **30**
2.3.1. Hrana vie **30**
2.3.1.1. Tubifexul **30**
2.3.1.2 Crustaceii zooplanctonici **31**
2.3.2. Hrana uscată **33**
2.3.3. Modul de administrare a hranei **34**
2.4. Plantele utilizate **34**
2.5. Desfăşurarea experimentelor **35**
3.Rezultate şi discuții **37**
3.1.Rezultatele încrucişărilor **37**
3.2.Analiza segregării caracterului Half-Black prin testul X^2 **41**
4.Concluzii **44**
Referințe bibliografice **46**

Introducere

"Piscicultura ornamentală sau acvaristica reprezintă una din preocupările mereu crescânde ale tot mai numeroşilor amatori, care, grație progreselor tehnice şi a schimburilor internaționale, cucereşte şi interesează mii şi mii de adepți.

Eforturile conjugate ale acvariofililor, oamenilor de ştiință şi ale comercianților, promit pentru viitorul nu prea îndepărtat, un interes mereu crescând pentru acest hobby pasionant.

Acvariile, fie că sunt de apă dulce sau de apă sărată, reprezintă o secvență de natură, un univers viu şi fascinant în miniatură, expus ochilor noştri, care ne transpun într-o lume feerică, de poezie şi basm. Ele ne oferă secvențe revelatoare din secretele unei lumi vii, care altfel ar rămâne necunoscute, iar noi am fi mult mai săraci. Un acvariu amenajat cu gust şi pricepere, constituie un colț armonios de viață, în care pot fi introduse numeroase organisme acvatice, începând cu cele minuscule, unicelulare şi terminând cu vertebratele.

Acvaristica, această frumoasă şi odihnitoare îndeletnicire, ne asigură în mod plăcut şi util o parte din timpul liber, ne captivează şi ne incită, relaxându-ne totodată şi oferindu-ne clipe de neuitat din fascinantul univers al componentelor acvatice.

Diversitatea viețuitoarelor din mediul submers, ce nu pot fi mângâiate decât cu privirea, admirându-le totodată frumusețea, eleganța şi paleta cromatică, au condus la stârnirea curiozității omului, care s-a oferit cu multă răbdare şi pasiune să le studieze, să le descifreze tainele, aşa încât în prezent sunt milioane de amatori îndrăgostiți de acest microunivers acvatic şi de această îndeletnicire.

A fi proprietarul unui acvariu nu este însă o joacă de moment, ci presupune acceptarea unor responsabilități privind viața şi activitatea din acest microunivers viu, regizat de principii bioecologice esențiale, pentru buna lui funcționare şi spre binele colocatorilor noştri. Un acvariofil serios nu se va mulțumi numai să întrețină o colecție de peşti valoroşi, ci va fi obligat, chiar fără să vrea, să-şi dea seama, să-şi rememoreze unele cunoştințe asimilate pe parcursul vieții, să-şi completeze bagajul de informații cu noile cuceriri din biologie, hidrologie, biochimie, biogeografie, fizică, genetică etc. şi să înțeleagă legile biologice ce guvernează natura.

Acvaristica este extrem de benefică şi pentru copii, deoarece, pe lângă plăcerea pe care le-o produce fascinanta lume subacvatică, dezvoltă la aceştia cromatica culorilor, agerimea observațiilor, responsabilitatea, ordinea, capacitatea de judecată şi gândire, curiozitatea şi pasiunea. De asemenea, obligă copiii să se informeze în vederea sporirii posibilităților de a crea permanent noi biotopuri naturale, cât mai reconfortante în acest minuscul univers acvatic.

În afara rolului decorativ, acvariul contribuie şi la lupta împotriva ruperii de natură, speciile de peşti şi flora acvatică trezindu-le interesul celor care vin în contact cu acesta pentru înțelegerea relațiilor ecologice, dezvoltă gustul pentru natură şi oferă posibilitatea acumulării unor noi noțiuni despre lumea plantelor şi animalelor.

Rolul benefic al acvariilor a fost demonstrat şi în ameliorarea stărilor psihice ale bolnavilor, considerent pentru care în numeroase cabinete medicale, case de copii sau cămine pentru bătrâni, au fost instalate acvarii.

Acum, când deşertul urban şi industrial, masa de beton, fier şi asfalt, oferă omului o viață de calitate biologică tot mai scăzută, ce duce la tracasare, agitație, poluare sonică sau biologică, noi putem să-i recomandăm cu multă căldură ACVARISTICA. Câteva minute petrecute în prezența acestui colț al naturii, îi poate aduce omului ce trăieşte în claustrare, un sentiment de intimitate, de contopire cu natura, o relaxare şi o stare de confort psihic "(IOAN BUD 2002).

Partea I

Date din literatura de specialitate

1. SCURTĂ RETROSPECTIVĂ ASUPRA ACVARISTICII

Dacă unele plante cultivate sau domesticirea unor animale i-au servit ca sursă de hrană sau i-au uşurat munca şi totodată viața, altele avându-le în preajmă îi "bucurau inima", îi încântau ochii prin culorile lor, auzul prin cântecul lor, sau îl îmbătau cu al lor parfum. Omul primitiv a desenat pe pereții peşterilor plante şi animale dintre care nu lipsesc peştii. Îngrijirea animalelor sau creşterea unor plante în ghivece confirmă faptul că natura a fascinat omul din cele mai vechi timpuri.

Acvaristica îşi are începuturile în cele mai îndepărtate timpuri ale istoriei omeneşti, lucru dovedit de descoperirile arheologice din mai multe țări. În antichitate, cu 5000-6000 ani în urmă, egiptenii aveau în locuința lor bazine din care erau crescute specii ornamentale de peşti, existente si azi în acvariile noastre ca *Bagrus schilbeides, Chromis nilotica, Haplochromis sp, Mormyrus sp* şi alte specii, care trăiau în bazinul Nilului.

În vechea Chină, creşterea peştilor în recipiente era un lucru obişnuit. Multe legende chinezeşti vorbesc despre istoria „peştişorului de aur''. Caraşii aurii de diferite varietăți şi frumusețe rară au fost creați de către chinezi printr-o selecție de mii de ani. În China veche, cultul creşterii caraşilor aurii a atins apogeul în provincia Che-Kiang, unde în veacul al VI-lea cei înstăriți obişnuiau să crească aceşti peşti în vase sferice, de porțelan, frumos colorate. După o cronică veche, împăratul Kia-Tsing (1522-1566) a poruncit unui atelier manufacturier de porțelan să confectioneze 300 de vase din porțelan pentru temple, ornate cu flori de lotus şi cu zmei. Oaspeții acestor vase erau, bineînțeles „peştişorii de aur''.

În veacul al XVI-lea când spaniolii au invadat Mexicul au găsit la curtea împăratului aztec Montezuma o grădină zoologică frumos amenajată, unde existau bazine pentru peşti de consum şi peşti ornamentali prinşi din apele Mexicului iar în palat avea chiar vase de porțelan sferice în care erau ținuți peştii ornamentali.

Pe teritoriul Italiei au fost decoperite, în jurul palatelor, rămăşițele unor piscine şi vivarii, acestea dovedind că şi romanii obişnuiau să crească animale pentru frumusețe. Lângă Pompei au fost descoperite, urmele mai multor piscine ornamentale, pe care le putem considera drept precursori ai acvariului de astăzi.

În veacul al XVIII-lea, vasul de porțelan pentru peşti ajunsese unul dintre articolele însemnate ale exportului chinezesc pe care îl cumpărau în special curțile europene amatoare de lux. Odată cu vasele de porțelan, vasele comerciale au adus în Europa mulți caraşi aurii. Această pasiune a creşterii peştilor roşii s-a extins mai ales în Portugalia, Spania şi Franța, datorită flotelor comerciale dezvoltate ale acestor țări, care îi aduceau din sud-estul Asiei, unde băştinaşii îi exportau. Pe lângă China, europenii au descoperit şi alte țări furnizoare de peşti ornamentali (caras auriu şi combatant de Siam) ca, de exemplu, India, Thailanda, Siam, insulele Djawa (Jawa), Kalimantan (Borneo), Japonia etc. Şi aici peştii erau ținuți, fie în bazine, fie în vase sferice, asemănătoare cu cele chinezeşti.

A trebuit să treacă multă vreme până când amenajarea acvariului să se facă după cunoştințe de hidrochimie, hidrobiologie, fiziologie, ecologie, fizică, discipline a căror dezvoltare a permis păstrarea unui raport corect între plante şi peşti. Atunci s-a constatat că îngrijirea, hrănirea şi înmulțirea nu trebuie făcută la întâmplare ci conform condițiilor mediului de viață din care provin speciile respective.

Un pas important în evoluția acvaristicii l-a reprezentat dezvoltarea industriei sticlei (în jurul anului 1600) şi apariția vaselor din sticlă, care au revoluționat această pasiune. Astfel, datorită transparenței vaselor de sticlă, au fost posibile studii şi observații care au îmbogățit cunoştințele de acvaristică.

Strânsa legătură dintre plantele acvatice şi peşti a fost descoperită pentru prima dată în anul 1841 de către S.H. Ward, care a păstrat timp îndelungat într-un bazin plante acvatice şi peşti de apă dulce. El a observat că apa din bazin rămâne curată mai multă vreme. În anul 1842, Johnston a demonstrat existența unui echilibru al gazelor în apă, folosind în experiențele lui peşti şi plante acvatice.

Ph.H.Gosse amenajează primul acvariu cu peşti marini în incinta Grădinii zoologice din Londra, în 1850. El a introdus termenul de "aquarium". Acest "aquarium" modest înființat de Gosse a fost un precursor al acvariului de astăzi.

Expozițiile de acvarii, acvariul permanent din Grădina zoologică şi moda de a amenaja acvarii în locuințe din Anglia l-au impresionat pe germanul Rossmässler. Acesta a considerat că acvariul poate fi un mijloc de culturalizare a maselor şi a întreprins în Germania o campanie de popularizare în presă a acestuia. A scris numeroase articole despre acvariu, dintre care se detaşează cel apărut în 1856 în revista "*Gartenlaube*" intitulat "*Der See im Glasse*" adică "un lac în bazinul de sticlă". Articolul conținea principii care stau şi astăzi la baza amenajării ştiințifice a acvariului. În articol, autorul dezvoltă ideea că acvariul este o podoabă a căminului şi mijlocul cel mai eficient de distracție şi totodată de studiu, părere pe care astăzi o împărtăşesc toți acvarofilii. Anul apariției acestui articol (1856) este considerat drept anul naşterii acvaristicii moderne. Pe drumul indicat de Rossmässler, acvaristica s-a dezvoltat şi s-a răspândit repede şi în alte țări din Europa. La această răspândire şi popularizare a contribuit în mod

substanțial cartea ”*Das Süsswasser Aquarium*” (Acvariul de apă dulce), care a fost reeditată de patru ori într-un interval scurt. Iar în 1869, cunoscutul zoolog A.Brehm organizează acvariul de la Berlin.

În cadrul unor institute de cercetare cu profil ihtiologic sau hidrobiologic iau ființă acvarii în mai multe țări. Astfel, în 1872 se amenajează acvariul marin al Stațiunii de cercetări marine de la Sevastopol. În Rusia, N.S.Sograf duce o intensă propagandă pentru răspândirea acvaristicii, organizând în anul 1870 primul cerc de acvaristică. N.F.Zolotnițkii editează în 1889 cartea intitulată “*Akvarium liubitelia*” („Acvariul amatorului”), care s-a epuizat imediat după apariție.

În perioada interbelică în toată Europa, dar şi pe alte continente, iau ființă acvarii în grădinile zoologice sau în parcuri publice. Au loc numeroase expoziții de popularizare a peştilor ornamentali, apar cărți, reviste şi ulterior, filme, din ce în ce mai multe. Se înființează asociații, iar după cel de-al doilea război mondial ei s-au unit în Federația mondială a acvariştilor (*World Federation of Aquarists*), cu sediul în Olanda, care începând cu anul 1955 editează şi o revistă proprie, cu titlul “*The World Aquarists*”.

Acvariile publice de astăzi sunt adevărate muzee vii, în care mediul de viață artificial se apropie tot mai mult de biotopul natural. Astfel sunt Centrul Oceanopolis din Brest, Centrul Național Marin Boulogne-sur-Mer, Acvariul Muzeului de Zoologie din Nancy, Acvariul de la Rochelle, Acvariul din Tourain, Acvariul Tropical de la Tours etc.

O scurtă trecere în revistă a acvaristicii româneşti scoate în evidența preocuparea pentru acest domeniu încă din secolul trecut, când sunt menționate primele date referitoare la acvarii amenajate la unele case boiereşti şi respectiv la unele cadre militare superioare. Organizarea expozițiilor de peşti exotici a

început la noi în țară de mai bine de o jumătate de veac, ceea ce înseamnă că acvaristica are la noi un trecut destul de lung. În 1957-58 s-a înființat acvariul de la Constanța, care poartă numele marelui hidrobiolog român I. Borcea. În cadrul muzeului din Tulcea funcționează acvariul "Delta Dunării". Aceste acvarii sunt vizitate anual de zeci de mii de persoane, cărora li se prezintă fauna piscicolă a apelor dulci din țara noastra, din Marea Neagră, dar şi peştii ornamentali din apele tropicale şi subtropicale. Alte acvarii la dispoziția publicului larg mai sunt la Bucureşti, Galați, Cluj-Napoca, Tg Mureş, Iaşi, etc.

Datorită pasiunii unor profesori de biologie, în multe şcoli s-au organizat cercuri de acvaristică şi aproape în fiecare oraş există asociații şi magazine specializate pentru peşti de acvariu şi accesorii.

Astăzi acvariul nu se rezumă la un bol de sticlă în care creştem câțiva peştişori colorați, ci el a devenit un univers aparte, un univers în miniatură, supus unor legi naturale exacte şi precis cunoscute în care viețuitoarele interacționează şi convieţuiesc. Parametrii acestui "microunivers" sunt, astăzi, deplin controlabili, putîndu-se astfel asigura condițiile cele mai asemănătoare biotopului natural.

Acvaristica, prin complexitatea ei, a contribuit la dezvoltarea cercetării ştiințifice în domeniul acvatic, astfel încât, astăzi, diferite ramuri ştiințifice îşi găsesc aplicabilitatea, dintre ele putând menționa: biologia (genetica, microbiologia, fiziologia, etologia, biochimia, biologia moleculară, hidrobiologia), ecologia, reproducția, alimentația, ameliorarea, ingineria genetică, arhitectura etc.

2 PEŞTII GUPPY

2.1 Origine şi răspândire

Poecilia reticulata, sau atât de popularul şi raspânditul peşte guppy, a fost adus pentru prima dată în Europa în anul 1960 de către Robert John Lechmere Guppy, de unde i se trage şi numele.

Specia este originară din America de Sud: Venezuela, Barbados, Trinidad, nordul Braziliei şi Guyane (Maître-Allain 1999; Bud 2002; Bud et al. 2005). Astăzi specia trăieşte, în apele naturale sau bazinele artificiale, pe aproape toate continentele acolo unde temperatura i-a permis aclimatizarea şi perpetuarea. Specia a fost larg introdusă în apele naturale cu scopul principal de a se combate țânțarul anofel, dar guppy s-a dovedit un invadator, putând crea dezechilibre ecologice în ecosistemele naturale. Populații sălbatice de guppy se găsesc astăzi pe continentul African în Surinam şi Namibia, în Europa cel mai frecvent în apele termale, cum sunt cele din Ungaria, România (Rezervația 1 Mai, Băile Felix; Mag et al. 2005), în țările europene cu climat exotic, în Asia şi pe continentul Americii de Nord.

2.2. Taxonomie şi filogenie

Una dintre cele mai acceptate încadrări sistematice ale peştilor guppy (NCBI - http://www.ncbi.nlm.nih.gov/) îi consideră ca făcând parte din clasa Actinopterygii, ordinul Cyprinodontiformes, ordin ce reuneşte rivulinele, peştii killy şi ovoviviparii, din familia Poeciliidae (unde intră peştii molly, xipho, platy, gambuziile etc), subfamilia Poeciliinae şi din genul *Poecilia*. Denumiri populare: peştele milionar (*the Millionfish*) sau guppy (*the Guppyfish*).

Un cunoscut cercetător din domeniul geneticii populațiilor, al ecologiei şi al comportamentului peştilor guppy este cunoscutul biolog Felix Breden, de la Departamentul de Ştiințe Biologice a Universității Simon Fraser, Burnaby, British Columbia, din Canada. Actualele lui preocupări sunt identificarea cauzelor şi consecințelor diferențierii populațiilor de peşti poeciliizi şi înțelegerea relațiilor filogenetice din cadrul genului *Poecilia*. Breden a ales acest grup de peşti, deoarece guppy este un organism model pentru studiul selecției naturale şi a selecției sexuale. Studiile lui sunt importante întrucât datele filogenetice ar ajuta la înțelegerea şi cunoaşterea locului şi condițiilor în care caracterele au evoluat divergent. Pentru investigarea bazelor variației fenotipice a peştilor guppy, a apelat la studii genomice şi spune el: "cartarea genetică la peştii guppy ar putea răspunde la multe din semnele de întrebare referitoare la selecția sexuală" (www.sfu.ca/biology). Aceste rezultate ne-ar ajuta să înțelegem care sunt forțele care produc izolarea reproductivă şi fenomenul de speciație. De exemplu, în Trinidad există două ramuri distincte de guppy care, probabil, reprezintă invazii în etape diferite ale populațiilor din America de Sud. Masculi ce prezintă un grad înalt de pigmentare cu portocaliu şi femele cu o preferință pronunțata pentru aceste caractere ca şi la guppy, întalnim şi la alte specii ale

genului: *Poecilia picta* Regan 1913 şi *Poecilia parae* Eigenmann 1894. Acestea sunt, de asemenea, în atenția cercetătorilor în scopurile amintite mai sus. "Viviparii lui Endler" (*Endler's livebearers* sau ELB) din Venezuela, par să fie o populație de peşti pe cale de a depăşi bariera de specie, sau proaspăt desprinsă din specia *Poecilia reticulata,* până de curând fiind considerată o populație sau o subspecie a acesteia. Este ELB o nouă specie sau nu, cercetările care vor urma vor elucida acest lucru.

Analiza cariotipică a complexelor sinaptonemale (SC) ale speciilor *Poecilia reticulata, P. sphenops, P. velifera*, cât şi ale hibrizilor interspecifici *P. sphenops* x *P. velifera* şi *P. velifera* x *P. reticulata,* arată că divergența genetică dintre aceste trei specii nu a fost acompaniată de rearanjamente cromosomiale grosiere, iar neîmperecherile cromosomiale observate în cazul bivalenților hibridului interspecific *P. velifera* x *P. reticulata* par, mai degrabă, a fi determinate de diferențele genice ale mecanismelor specifice care controlează profaza meiotică, decât de divergențele cromosomiale ale speciilor (Rodionova et al. 1996). Cele trei specii poartă acelaşi număr de perechi de cromosomi (n = 23) şi sunt foarte înrudite, având origini comune (grup monofiletic) în ciuda diferențelor de tip de determinism al sexelor dintre ele.

2.3. Genetica peştilor guppy

La peştii guppy determinismul sexelor este, în principiu, unul de tip *Drosophila.* Masculul posedă un cromosom sexual X şi unul Y (Winge 1922) şi produce, din acest punct de vedere, gameți de două tipuri: X şi Y. Femela posedă doi cromosomi X şi prin urmare va produce doar gameți cu cromosomul X. Teoretic, dacă masculul donează progeniturii cromosomul Y, va rezulta un mascul. În caz

contrar va rezulta o femelă. Practic lucrurile nu stau tocmai aşa. Numeroase gene minore (poligene), cu rol în determinarea sexelor se găsesc răspândite prin tot genomul. Acestea, pot fi masculinizante sau feminizante. În situații extreme, când genele autosomale masculinizante se găsesc în număr mare, ele pot contrabalansa efectul genelor epistatice răspunzătoare de determinismul sexelor de pe heterosomi, rezultând masculi în ciuda unei constituții de tip XX a individului. Winge a denumit aceşti masculi masculi falşi. Există şi femele false, iar ele au o constituție XY. După ce a demonstrat existența unor masculi falşi XX a căror factori genetici ce determină sexul sunt situați exclusiv pe autosomi, Winge a încrucişat aceşti masculi cu femele normale. După cum se aştepta, a rezultat o descendență compusă exclusiv din femele. Femelele obținute le-a retroîncrucişat cu masculii falşi. Continuând aceste retroîncrucişări a constatat că în câteva generații raportul dintre sexe se reechilibrează, apărând atât masculi cât şi femele în proporții aproximativ egale. Aşadar, lipsa cromosomului Y din populație nu reprezintă un impediment în perpetuarea ei. Se înțelege deci, că masculinizarea femelelor în absența cromosomului Y nu poate fi atribuită decât factorilor genetici masculinizanți autosomali, care contrabalansează efectul cromosomilor X.

Poecilia reticulata are în propriul cariotip un număr de 46 cromosomi adică 22 perechi autosomi şi doi heterosomi (Rodionova et al. 1996). Cromosomii X şi Y la guppy sunt de aceeaşi mărime şi porțiunea lor proximală homoloagă poartă acelaşi set de gene, gene ce se pot recombina prin crossing-over. Genele situate în porțiunea distală a heterosomilor se transmit de obicei înlălțuit (Traut & Winking 2001, Nanda et al. 1990, 1992, Lindholm & Breden 2002; tabelul 1).

Datele din literatura de specialitate legate de moştenirea caracterelor atractive mascule de culoare arată faptul că acestea precum şi forma, mărimea şi ratele de curtare sunt primar sex-linkate la guppy. O excepție o reprezintă mărimea corpului, care se pare că este şi ea ereditară, dar nu este sex-linkată (Reynolds & Gross 1992; Yamanaka et al. 1995; Brooks & Endler 2001). Atât analizele de pedigree cât şi datele de genetică cantitativă arată faptul că cele mai multe caractere de formă şi culoare nu sunt strict Y linkate (Kirpichnikov 1981). Multe dintre acestea se recombină între cromosomii X şi Y, ceea ce denotă o homologie între cei doi heterosomi. Frecvențele crossing-over-ului sugerează că regiunile de pe cromosomii X şi Y în care are loc recombinarea sunt similare. Probabil că restricția recombinării nu este completă nici în regiunea nehomoloagă. Rare cazuri de crossing-over (la o frecvență mai mică de 1/3.800) s-au relatat chiar şi între genele *maculatus red* şi *maculatus black*, care sunt considerate a fi situate foarte aproape de locusul genei epistatice determinante a sexului (Lindholm & Breden 2002). O hartă genetică recentă întocmită de Khoo et al. (1999, 2003) arată că acest locus este flancat pe ambele părți de regiuni recombinante. Cromosomul X este mai puțin înțeles, dar se pare că poartă gene similare cu cele de pe Y, înafară de cele implicate în diferențierea sexului mascul, atâta timp ce masculii YY care nu au cromosom X sunt deplin viabili (Lindholm & Breden 2002). O singură genă X-linkată s-a găsit la guppy, mai precis cea pentru rezistența la temperaturi scăzute, care se exprimă atât la masculi cât şi la femele (Fujio et al. 1990). Două gene de culoare se cunosc pe X care nu s-au găsit pe cromosomul Y (*lineatus* şi *nigrocaudatus* I), dar numărul redus de probe experimentale ar putea fi o explicație pentru acest fapt. Probabil că dacă s-ar fi efectuat mai multe încrucişări aşa cum s-au făcut în cazul altor gene de culoare, s-ar fi înregistrat recombinări genetice prin crossing-over şi

pentru aceste caractere (Lindholm & Breden 2002). Oricum, aceste fenomene sporadice de recombinare nu pot explica extraordinara variabilitate fenotipică a patternurilor mascule Y-linkate şi dinamica rapidă a evoluției lor în funcție de spectrul de prădători. S-a demonstrat recent că există diferențe citologice şi moleculare între cromosomii X şi Y (Traut & Winking 2001). Doar jumătate din cromosomul Y face sinapsă cu regiunea corespunzătoare a cromosomului X în SC. Mai mult, orientarea cromosomilor a permis recombinarea în doar 2 cazuri din cele 49 SC observate. Aceasta sugerează că recombinarea este mult redusă chiar şi în regiunea proximală, homoloagă a celor doi heterosomi. Studiul prin CGH a indicat un segment mare, distal, al cromosomului Y care cuprinde ADN specific mascul (Traut & Winking 2001) şi că există o deosebită variație structurală în această regiune. Aceste date sunt confirmate de rezultatele unei hibridări *in situ* care arată că cromosomul Y, dar nu şi cromosomul X, al unor varietăți domestice de guppy poartă un număr mare de secvențe simplu-repetate (Nanda et al., 1990). Aceste secvențe ADN specific mascule simplu repetate nu au putut fi observate la descendenții recenți ai peştilor guppy sălbatici (Hornaday et al. 1994). Diferențierea de astăzi dintre heterosomii X si Y se explică prin acumularea de astfel de secvențe simplu repetate într-un număr mare de copii şi acumularea de alele Y-specifice în segmentul distal al cromosomului Y. Degenerarea cromosomului Y este împiedicată de un mecanism prin care moştenirea cromosomilor Y purtători de alele ce codifică caractere mascule puternic atractive conduce la creşterea mortalității (Brooks 2000).

Caracterele de culoare se exprimă în marea majoritate a cazurilor la masculi, dar pot fi exprimate la femele în cazul tratării lor cu testosteron, ceea ce denotă transmiterea lor şi pe linie maternă. Doar unele caractere care nu se regăsesc în fenotipul populațiilor naturale (*nigrocaudatus* I şi II, *flavus,*

pigmentiert caudalis, black caudal peduncle, red tail, blue tail, green tail, variegated tail) se exprimă la femele fără tratarea cu testosteron şi sunt mai degrabă mutații prezente doar la indivizii unor varietăți ameliorate.

Autosomii au doar puține gene de culoare şi de morfologie a înotătoarei caudale. Caracterele *zebrinus* şi *bar* se exprimă doar la masculi, pe când celelalte gene autosomale se exprimă atat la masculi cât şi la femele (tabelul 1).

Tabelul 1

Înlănțuirea caracterelor de formă şi culoare la guppy (Lindholm & Breden 2002)

Linkajul	Numărul de descendenți examinați (N)	Frecvența crossing-over-ului		Referințe bibliografice
		De pe X pe Y %(N)	De pe Y pe X %(N)	
Y-linkate				
Maculatus red	3,841	-	-	Schmidt 1920; Winge 1922, 1927, 1934; Winge & Ditlevsen 1938, 1947; Haskins & Haskins 1951; Haskins *et al.*1970
Oculatus	399	-	-	Schmidt 1920; Winge 1927
Armatus	1,412	-	-	Blacher 1927, 1928; Winge 1927; Haskins *et al.* 1970
Pauper	636	-	-	Winge 1927, 1934; Winge & Ditlevsen 1938, 1947; Haskins *et al.* 1970
Sanguineus	575	-	-	Winge 1927
Iridescens	256	-	-	Winge 1922; Blacher 1928; Winge & Ditlevsen 1947; Dzwillo 1959
Aureus	105	-	-	Winge 1927
Variabilis	81	-	-	Winge 1927
Ferrugineus	-	-	-	Winge 1927
Bimaculatus	68	-	-	Blacher 1927, 1928
Reticulatus	-	-	-	Natali & Natali 1931 (citați de Lindholm & Breden 2002)

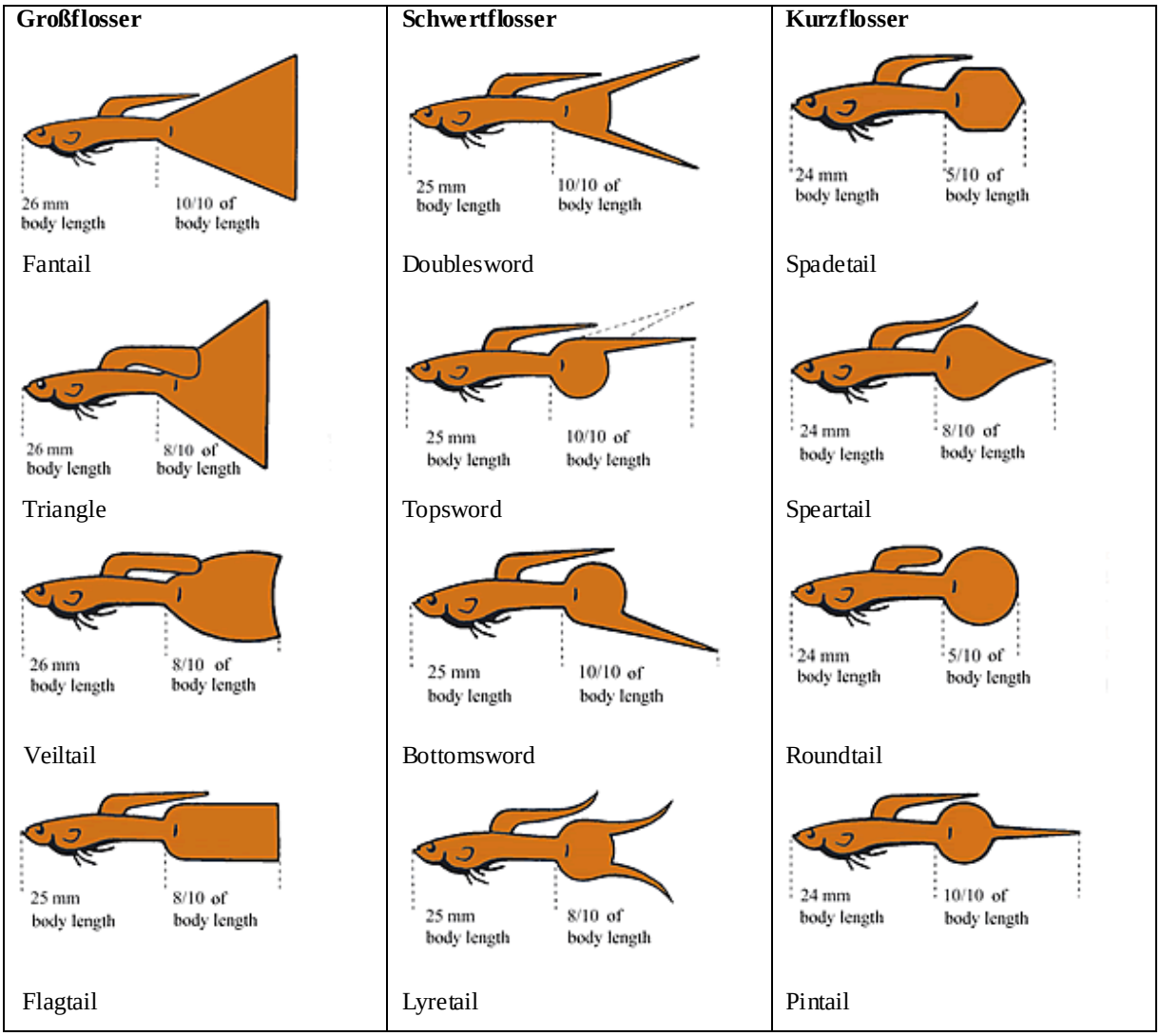
Trimaculatus	78	-	-	Natali & Natali 1931 (citați de Lindholm & Breden 2002)
Viridis	-	-	-	Natali & Natali 1931(citați de Lindholm & Breden 2002)
Bipunctatus	-	-	-	Natali & Natali 1931(citați de Lindholm & Breden 2002); Kirpichnikov 1935
Doppelschwert	609	-	-	Dzwillo 1959
Filigran	71	-	-	Dzwillo 1959
Orange area *Black area*	- -	- -	- -	Houde 1922; Brooks & Endler 2001; Karino & Haijima 2001 Brooks & Endler 2001
Fuzzy black area	-	-	-	Brooks & Endler 2001
Iridescent area	-	-	-	Brooks & Endler 2001
Mean brightness	-	-	-	Brooks & Endler 2001
Mean chroma	-	-	-	Brooks & Endler 2001
Attractiveness	-	-	-	Brooks & Endler 2001
Tail area	-	-	-	Brooks & Endler 2001
Courtship	-	-	-	Farr 1983
X-linkate				
Lineatus	76	-	-	Winge 1927, 1934
Nigrocaudatus I	21	-	-	Nybelin 1947
X- şi Y-linkate				
Maculatus-black	-	-	-	Winge & Ditlevsen 1947; Haskins *et al.* 1961
Elongatus	-	4.31 (348)	6.43 (1,276)	Winge 1922,1927
Vitellinus	-	6.13 (1,321)	3.75 (800)	Winge 1927,1934; Haskins *et al.* 1970
Coccineus	-	.33 (1,198)	.48 (414)	Winge 1927, 1934; Dzwillo 1959
Tigrinus	-	.21 (938)	2.91 (206)	Winge 1927, 1934
Luteus	-	.89 (1,012)	3.82 (157)	Winge 1927, 1934
Minutus	-	-	2.67 (487)	Winge 1927, 1934
Cinnamomeus	-	-	-	Winge 1927
Solaris	-	-	0 (20)	Kirpichnikov 1935
Caudomaculatus	-	-	-	Blacher 1928
Anterior rubra	-	20 (25)	-	Blacher 1928
Purpureus	-	-	0 (52)	Natali & Natali 1931; Kirpichnikov 1935

Lutescens	-	-	-	Natali & Natali 1931
Nigrocaudatus II	-	0 (74)	4.00 (25)	Dzwillo 1959; Nayudu 1979
Flavus	-	0 (77)	0 (17)	Winge & Ditlevsen1947; Nayudu 1979
Pigmentiert caudalis	-	5.19 (270)	7.42 (364)	Dzwillo 1959; Schröder 1969a; Nayudu 1979
Sb	-	-	-	Haskins *et al*. 1961
Red tail	-	2.06 (97)	1.64 (548)	Fernando & Phang 1990; Khoo *et al.* 1999
Blue tail	-	1.79 (280)	-	Fernando & Phang 1990, Phang & Fernando 1991
Green tail	0 (312)	-	-	Phang *et al*. 1989a; Phang & Fernando 1991
Snakeskin body *Snakeskin tail*	- -	- -	.36 (2,507) .11 (948)	Phang *et al*. 1989, 1990; Phang & Fernando 1991 Phang *et al*. 1989, 1990; Phang & Fernando 1991
Variegated tail	-	1.03 (679)	3.25 (462)	Khoo *et al*. 1999
Black caudal peduncle	-	2.73 (549)	2.56 (260)	Khoo *et al*. 1999
Autosomale				
Zebrinus	-	-	-	Winge 1927
Bar	-	-	-	Phang *et al*. 1999
Blond	-	-	-	Goodrich *et al*. 1944
Golden	-	-	-	Goodrich *et al*. 1944
Blue	-	-	-	Dzwillo 1959
Albino	-	-	-	Haskins & Haskins 1948
Kalymma	-	-	-	Schröder 1969b
Supressor	-	-	-	Schröder 1969b
Elongated	-	-	-	Horn 1972

3.Varietățile de guppy

Varietățile de guppy pot fi clasificate după forma înotătoarelor. Pentru participarea în cadrul unor competiții şi expoziții de peşti guppy trebuie ca

exemplarele să îndeplinească anumite condiţii legate de forma şi dimensiunile corpului şi a înotătoarelor (planşa 1).



Planşa 1. Condiţiile standard de formă şi mărime ce trebuiesc îndeplinite pentru admiterea în concursuri. Denumirea standard apare sub fiecare tip, precum şi dimensiunile, respectiv proporţiile standard (http://www.world-guppy.de/english/guppy-championat-anmeldung.php).

3.1. Varietăţi ameliorate

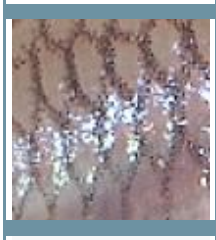
La peştii guppy există un polimorfism, un policromism şi o variabilitate genetică extraordinară atât între diferite populaţii, cât şi între indivizii ce compun aceeaşi populaţie. Dacă în natură lucrurile stau aşa, în cadrul varietăţilor ameliorate standardizate de formă şi culoare (actual existând mai mult de 40; Ben et. al. 2003) variabilitatea intrapopulaţională este mult redusă, indivizii fiind parcă „scoşi la indigo", iar diferenţele genotipice şi fenotipice dintre diferitele varietăţi de culoare este impresionantă.

Fără a mai intra în amănunte privitoare la multitudinea de forme şi culori ale varietăţilor de guppy de astăzi, putem clasifica varietăţile de guppy în mai multe categorii majore după culoarea de bază a corpului (tabelul 2).

Tabelul 2

Categorii de varietăţi de culoare după culoarea de bază a corpului (adaptat după Ramona Osche, în Guppy Labs e-Bulletin)

Fotografie	Culoarea de bază şi alelele răspunzătoare	Caracteristici	Descriere
-	super albino (aa[bb]rr)	albinism (total)	Lipsa totală a vreunui pigment în piele, ochi roşii
-	-	albinism (partial)	Lipsa parţială a pigmentaţiei, corp lipsit de culoare şi ochi colorati normal sau corp normal colorat dar ochi roşii
	white (bbrr)	leucism/ flavism	Lipsa parţială a pigmentaţiei roşii sau negre a pielii, ochi normal sau slab colorati

	albino (aa)	amelanism	Lipsa totală a pigmentației negre (absența melaninei), ochi roşii
	blond (bb)	hipomelanism	Pigmenții negrii (melanina) sunt reduşi la jumătate, ochi normal sau slab colorați
-	-	melanism	Un număr de două ori mai mare de pigmenți melanici
	blue2 /asian blue (r2r2)	Aneritrism	Lipsa totală a pigmentației roşii, ochii sunt colorați normal. Corp colorat albastru
-	-	hipoeritrism	Cantitatea de pigmenți roşii este redusă la jumătate
-	-	eritrism	Cantitate dublă de pigmenți roşii
	blue1 /european blue (r1r1)	axantism	Lipsa totală a pigmenților galbeni. Corp colorat albastru
-	-	hipoxantism	Cantitatea de pigmenți galbeni este redusă la jumătate
-	-	xantism	Cantitate dublă de pigmenți galbeni

Partea a II-a

Cercetări proprii

1.Premisele ştiinţifice şi scopul cercetării

Având în vedere faptul că această specie ocupă prima poziţie în topul vânzărilor pe piaţa acvariofilă, genetica peştilor guppy şi îndeosebi cunoaşterea modului de transmitere ereditară a caracterelor de formă şi culoare are o deosebită importanţă în acvariofilie.

Deşi multe probleme legate de transmiterea tiparelor coloristice se cunosc din îndelungatele observaţii ale pasionaţilor şi laboratoarele de acvacultură ale crescătorilor de peşti ornamentali, nu toate acestea au fost studiate într-o manieră ştiinţifică în laboratoare de specialitate.

Un grup dintre cele mai reprezentative varietăţi de guppy îl constituie Half-Black sau Tuxedo, uneori numit şi Guppy Imperial. Grupul reuneşte o gamă largă de varietăţi tuxedo, toate prezentând caracterul Half-Black sau corp cu jumătatea posterioară neagă. Iată câteva dintre cele mai cunoscute varietăţi de guppy tuxedo: Half-Black Red, Half-Black Black, Half-Black Blue şi Half-Black White. Toate acestea au un caracter comun de culoare şi anume: jumătatea posterioară neagră a corpului (Half-Black) determinat de gena *Nigrocaudatus* II (sau foarte rar *Nigrocaudatus* I). Uneori porţiunea neagră se întinde pe trei sferturi din lungimea corpului (3/4 Black).

Premisele ştiinţifice care au determinat realizarea studiilor noastre sunt cele câteva lucruri care se cunosc până în prezent despre tiparul varietăţilor Half-Black şi care ridică anumite semne de întrebare.

Se ştie până în prezent că gena *Nigrocaudatus* II :

- determină pigmentarea de un negru intens a pielii în jumatatea posterioară a corpului;
- inhibă aproape orice alt tipar coloristic al corpului;

- nu afectează coloritul înotătoarelor;
- este dominantă;
- se exprimă la diferiţi indivizi în doze diferite, ceea ce pune sub semnul întrebării dominanţa completă a genei.

Se mai cunoaşte despre gena *Nigrocaudatus* II că prezintă o formă X-linkată (DZWILLO 1959) dar, totodată şi o formă Y-linkată, formă despre care se ştie, de asemenea, că este semiletală. Forma Y-linkată a fost studiată de către NAYUDU 1979, acesta constatând că gena în formă Y-linkată determină o rată scăzută de creştere şi o mortalitate mare în populaţie. Rata mortalităţii constatate creştea direct proporţional cu intensitatea expresiei fenotipice a genei *Nigrocaudatus* II. Cu cât negrul corpului era mai pronunţat, cu atât mai grav afectat era individul respectiv (NAYUDU 1979).

Despre gena *Nigrocaudatus* II mai putem spune, de asemenea, faptul că realizează crossing-over sub următoarele rapoarte:

- de pe X pe Y frecvenţa crosig-overului este de 0,00 % (DZWILLO, 1959), iar
- de pe Y pe X frecvenţa crosig-overului este de 4,00 % (NAYUDU, 1979).

Gena *Nigrocaudatus* I (studiată de NYBELIN 1947) este o formă rară a genei *Nigrocaudatus* II, este prezentă la guppy în formă X-linkată şi nu se cunoaşte până în prezent în forma Y-linkată. Numărul mic de încrucişări făcute de autori ar putea fi o explicaţie pentru acest caz de linkaj strict cu cromosomul X (LINDHOLM & BREDEN 2002). Probabil că dacă studiul s-ar fi făcut pe loturi mai mari s-ar fi constatat şi în acest caz fenomenul de crossing-over, respectiv gena *Nigrocaudatus* I în forma Y-linkată.

Lucrarea de faţă este una ce abordează în ansamblu genetica culorii peştilor guppy şi îşi propune elucidarea unor probleme de transmitere ereditară a caracterelor de culoare la varietatea tuxedo roşu, mai precis:

- stabilirea dominanței sau dominanței incomplete a genei *Nigrocaudatus* II;
- elucidarea unor probleme legate de transmiterea caracterului *Red tail* în descendență;
- deslușirea naturii genetice a caracterului *Black tail* la guppy.

Dorim şi sperăm că rezultatele obținute de noi sunt utile atât crescătorilor de peşti ornamentali la scară mare (*en gros*), cât şi competitorilor/participanților la expoziții/concursuri de guppycultură sau acvariofililor pasionați, în munca de ameliorare şi perfecționare a varietăților de guppy.

2.Material şi metodă

Materialul biologic, bazinele de creştere, cât şi aparatele, ustensilele şi materialele consumabile necesare desfăşurării experimentelor au fost puse la dispoziția noastră de către conducerea Catedrei III Zootehnie, ele existând în dotarea biobazei şi microlaboratorului de piscicultură ornamentală a USAMV Cluj-Napoca.

2.1.Material biologic

2.1.1. Origine

În vederea studierii modului de transmitere ereditară a caracterelor de culoare a fost necesară efectuarea de încrucişări între varietatea roşie Red Blond şi varietatea neagră Half-Black Black (Tuxedo negru, sau Full Black), urmată de o retroîncrucişare a femelelor din generația F_1 cu masculul inițial. Materialul

biologic din varietățile amintite mai sus provine din biobaza USAMV Cluj-Napoca, ea existând acolo din anul 2004 când a fost adusă de biol. Drd. Petrescu-Mag Ioan Valentin de la crescătorii Vanea Ciprian (varietatea Red Blond), respectiv de la Chifu Claudiu (varietatea Half-Black Black).

2.1.2.Descriere

2.1.2.1.Half-Black Black (Tuxedo negru, Full Black)

Denumirea varietății îşi are originea în limba engleză: half = jumătate şi black = negru, neagră.

Varietatea Tuxedo negru (Planşele 2 şi 3) se caracterizează printr-un colorit negru al părții posterioare a corpului (Half-Black), de la înotătoarele pectorale până la pedunculul caudal. Responsabilă de caracterul Half-Black este gena *Nigrocaudatus* I sau II, genă care se exprimă la ambele sexe. Acest caracter de culoare acoperă orice alt colorit al corpului de-a lungul regiunii respective, cu excepția caracterului albastru metalizat poligenic numit *iridescent area* (BROOKS & ENDLER 2001) care poate apărea uneori la inserția înotătoarei dorsale.

Cea de a doua denumire (tuxedo = smoking) are aceeaşi origine şi defineşte un colorit negru în partea posterioara a corpului. Full Black (*eng.* full = complet, plin, total) este o denumire caracteristică unor linii din această varietate la care negrul se întinde aproape până la cap. Alți specialişti denumesc toate liniile din varietatea Half-Black Black ca fiind Full Black (sfertul anterior nepigmentat putând fi neglijat).

Al doilea „Black” din prima denumire se referă la coloritul înotătoarelor, care la varietatea noastră sunt negre. În situația în care înotătoarele poartă altă

culoare, spre exemplu roşu, denumirea varietății va deveni Half-Black Red (*eng.* red = roşu). Mai există şi varietăți cu alte culori ale înotătoarelor: albastre (Half-Black Blue, *eng*. blue = albastru, albastră), albe (Half-Black White, *eng.* white = alb, albă) etc.

Uneori coloritul înotătoarelor nu este unicolor şi determinarea varietății nu poate fi făcută clar. La varietatea noastră, Half-Black Black, pot apărea uneori impurități de culoare ca: albastru iridescent la inserția înotătoarei dorsale, roşu în caudală, alb în dorsală, sau roşu lângă branhii. Toate aceste impurități coloristice au cauză ameliorarea defectuoasă sau fecundările necontrolate în lotul reproducător. Prin degenerarea în timp a varietății Half-Black Black rezultă, de obicei, indivizi Half-Black Red, datorită scăderii intensității coloraţiei negre a înotătoarelor.

Planşa 2. Half-Black Black Guppy – femelă

Planşa 3. Half-Black Black Guppy - mascul

Tiparul coloristic negru este determinat, în cazul populației noastre, de gena *Nigrocaudatus* II, alături de alte gene cromogene melanice care determină pigmentarea cu negru a înotătoarelor. Alte tipare coloristice corporale lipsesc la această varietate, expresia lor fiind inhibată de gena *Nigrocaudatus* II. Singurul caracter persistent în prezența genei *Nigrocaudatus* II este *Iridescent area*, caracter genetic cantitativ, slab reprezentat în cazul liniei noastre.

2.1.2.2.Red Blond

Varietatea Red Blond se caracterizează prin coloritul roşu curat al întregului corp şi al înotătoarelor. Roşul pur este datorat genei *blond*, genă apărută printr-o mutație autosomală (GOODRICH ET AL. 1944; LINDHOLM & BREDEN 2002) care determină o sinteză redusă a pigmenților melanici, iar negrul

fiind slab reprezentat în expresia fenotipică. Indivizii acestei varietăți prezintă corpul roşu fără impurități melanice, o pigmentație normală sau slabă a ochilor şi uneori, foarte reduse impurități melanice la nivelul înotătoarei caudale care este tot de culoare roşie.

Coloritul roşu de fond al corpului este determinat de poligenele ce codifică caracterul cantitativ *Orange area* (HOUDE 1922; BROOKS & ENDLER 2001; KARINO & HAIJIMA 2001). Cu cât există mai multe copii ale acestei gene îndr-un genom, cu atât mai puternică este expresia caracterului respectiv. Mărimea suprafețelor roşii de pe corpul masculului este direct proporțională cu numărul poligenelor din genomul individului. *Orange area* este un caracter Y-linkat (HOUDE 1922; BROOKS & ENDLER 2001; KARINO & HAIJIMA 2001).

Planşa 4. Red Blond Guppy - mascul

Planşa 5. Red Blond Guppy - femelă

Coloritul roşu caudal este determinat de gena majoră sex-linkată *Red tail* care se exprimă la această varietate şi la femele într-o doză mai redusă (planşa 5.). Caracterul *Red tail* este un caracter X- cât şi Y-linkat, prezentând un procent de recombinare de 2,06% de pe X pe Y şi de 1,64% de pe Y pe X (FERNANDO & PHANG 1990; KHOO ET AL. 1999b,c).

2.2.Mediul creştere

2.2.1.Iluminarea

Peştilor li s-au asigurat condiții optime de iluminare, perioadele de iluminare alternând cu cele de întuneric, raportul ore lumină: ore întuneric fiind de 1:1, astfel încât peştilor nu le-au lipsit orele de odihnă, absolut necesare.

În vederea realizării acestor condiții, alături de iluminarea naturală a bazinelor care în perioada în care s-a desfăşurat experimentul nu atingea un nivel satisfăcător de intensitate şi durată, s-a folosit iluminarea artificială prin utilizarea tuburilor de neon (20W) amlpasate la o înălțime de aproximativ 40 cm deasupra acvariilor.

2.2.2.Calitatea apei şi parametri fizico-chimici

Cu privire la parametrii fizico-chimici medii ai apei potabile utilizate de către noi în cadrul experimentelor, aceştia au fost analizați de către colectivul nostru. Iată-i pe cei mai importanți în tabelul de mai jos (tabelul 3.).

Tabelul 3.

Valoarea celor mai importanți parametri fizico-chimici ai apei, înregistrați în bazinele experimentale

Parametrul	Valoarea medie
pH	7-7,5
Oxigen dizolvat	6-7mg/l
Salinitate	0,4 (g/l)
Duritate	2 grade germane (20mg CaO/l)
Temperatura	22-24ºC

Apa utilizată în experimente a fost cea potabilă de la rețeaua de alimentare a Municipiului Cluj-Napoca. Conform Comunicatelor Companiei de Apă Someş SA, principalii parametri ai apei potabile din perioada efectuării experimentelor au fost cei redați în tabelul 4.

Tabelul 4.

Sinteza buletinelor de analiză a apei în perioada desfăşurării experimentelor (www.rajaccj.ro)

Parametru (Unitate de măsură)	**Admis prin Legea 458/2002**	**În sistemul administrat de Companiei de Apă Someş SA**
Turbiditate (NTU)	5	0,47 - 0,97
Cloruri (mg/l)	250	1,85 – 4,76
Plumb (µ/l)	25	0,83 - 4,05
Azotați (mg/l)	50	1,34– 3,98
Coliformi totali (nr/100ml)	0	0

Apa a fost schimbată periodic. La fiecare două zile erau înlăturate resturile organice de pe fundul bazinului prin sifonare şi odată cu acestea ¼ din volumul de apă. Schimbarea parțială a apei era făcută chiar şi în situațiile când ea era limpede pentru a se păstra un pH aproximativ constant şi identic pentru toate bazinele experimentale. Învechirea apei (puțin dure) şi acumularea de substanță organică ar fi dus la scăderea valorii pH-ului la valori sub 6,5, lucru care nu era de dorit.

2.2.3.Aerarea apei

Este bine ca în bazinele de creştere să se asigure un minimum de 5-8 mg oxigen per litru apă. Actual, pe piața acvariofilă se gaseşte o gamă largă de

contactoare aer-apă sau oxigen-apă. Uneori, se poate folosi oxigenul pur îmbuteliat şi în anumite situații chiar apa oxigenată (H_2O_2). Oxigenul îmbuteliat se foloseşte frecvent la ambalarea materialului biologic acvariofil**.** Cu toate acestea, datorită prețurilor ridicate ale sistemelor mai sus prezentate am folosit în cadrul experimentelor noastre un sistem simplu, compus dintr-o pompă cu piston, furtun de silicon, racorduri din material plastic cu robinet, bureți paralelipipedici şi pietre poroase pentru dispersia bulelor. Acest sistem are la bază dispersia aerului în bule fine mărind suprafața de contact dintre cele două medii. Astfel s-a realizat menținerea unui nivel satisfăcător al oxigenului în apă şi facilitarea schimbului de gaze între aer şi apă.

2.3.Furajarea loturilor experimentale

Hrănirea peştilor în perioada de desfăşurare a experimentlor s-a făcut într-un mod diversificat, atât cu hrană vie cât şi cu furaje speciale, procurate de pe piața acvariofilă.

2.3.1. Hrana vie

S-au utilizat tubifecşi şi crustacei acvatici, după cum se vede în cele ce urmează.

2.3.1.1. Tubifexul

Tubifecşii (*Tubifex ssp.*, planşa 6.) sunt viermi oligocheți care trăiesc în apele poluate ale oraşelor de unde sunt colectați şi spălați prin site speciale în

mai multe ape. Au obiceiul de a se aduna ghemotoace şi astfel sunt uşor de separat de resturile grosiere de deşeuri care rămân pe fundul vaselor de separare. Necesită spălarea continuă sub curent de apă pentru o perioadă minima de trei zile înaintea folosirii lor ca hrană. Tot în acest mod trebuiesc şi păstrați în vederea hrănirilor viitoare, întrucât nu supraviețuiesc în medii bogate în compuşi azotați. Ei se administrează întregi sau tăiați şi spălați.

Planşa 6. Grămăjoare de viermi tubifex după spălare (*Tubifex ssp.*)

2.3.1.2. Crustaceii zooplanctonici

Crustaceii zooplanctonici sunt o altă hrană apetisantă pentru peşti cu care aceştia se dezvoltă foarte bine. Dintre genurile mai cunoscute menționăm: *Daphnia, Ciclops, Artemia* (Planşa 7.) etc. Există date foarte multe în literatura

de specialitate despre creşterea crustaceilor cu destinație acvariofilă şi în special a acelora de apă sărată. Crustaceii zooplanctonici sunt indispensabili creşterii puietului de peşte.

Planşa 7. Artemia autohtonă - *Artemia salina*

Ca hrană vie pentru puiet, dar şi pentru adulți, s-au folosit cu precădere naupli de artemia. Pentru obținerea acestora s-a achiziționat de pe piața acvariofilă o cutie de 450g ouă de artemia liofilizate care au fost incubate după cum urmează.

Sistemul de obținere a naupliilor este unul foarte simplu, compus dintr-un tub de plastic cu un volum de 2 litri. Recipientul a fost suspendat în poziție verticală cu ajutorul unei cleme de marginea unui acvariu. În interiorul recipientului a fost introdusă o piatră poroasă racordată la sistemul de aerare. Perdeaua din bule de aer mențin în suspensie ouăle şi mai apoi nauplii, asigurând în acelaşi timp o cantitate de oxigen necesară dezvoltării acestora. Având în vedere faptul că aceşti crustacei trăiesc într-un mediu salin, în recipient s-au introdus 1,5 litri de apă, la care s-a adăugat o lingură şi jumătate de sare gema (aproximativ 15-20g). În condițiile în care s-a desfăşurat experimentul timpul de incubare al a durat în medie aproximativ 22-26 de ore. Administrarea naupliilor s-a realizat după o separare a acestora de cojile ouălor care plutesc.

Naupli au constituit hrana exclusivă în primele stadii de dezvoltare, iar mai apoi s-a administrat o doză zilnică pe întreaga perioadă de creştere a puietului, juvenililor şi adulților.

2.3.2. Hrana uscată

Hrana uscată trebuie în primul rând să conțină toată gama de vitamine, minerale şi aminoacizi. Raportul glucide/lipide/proteine nu este, nici el, de neglijat.

În perioada experimentală am folosit acelaşi tip de furaj, Troco Grower Premium, tip 0, adică varianta cea mai fin granulată. Date referitoare la compoziția furajului folosit în decursul experimentelor se regăsesc în tabelul 5.

Tabelul 5

Compoziția furajului Troco Grower Premium, utilizat în experimentele efectuate

Component	Cantitatea
Proteină brută	56%
Grăsime brută	15%
Celuloză brută	0,5%
Cenuşă	9%
Calciu	1,8%
Fosfor	1,5%
Lizină	3,7%
Metionină	1,5%
Vitamina A	22500UI/kg
Vitamina D3	2500UI/kg
Vitamina E	200mg/kg
Vitamina C	300mg/kg
Cupru	5mg/kg
Seleniu	0,35mg/kg

2.3.3.Modul de administrare a hranei

Începând cu prima zi alevinii se hrănesc cu naupli de artemia de 3-4 ori pe zi *ad libitum*; trebuie prevenită supraalimentarea pentru a menține calitatea bună a apei în acvariu.

Începând cu a doua săptămână se administrează alternativ naupli şi furaj, numărul hrănirilor scăzând la 3 iar după prima lună de viață începe administrarea de tubifex.

2.4.Plantele utilizate

În bazinele experimentale s-au sădit specii de plante din genul *Cryptocoryne*, plante foarte decorative (Planşa 8.). Pe lângă acestea au mai fost folosite şi plantele plutitoare *Ceratopteris spp.*, *Elodea spp.* şi *Pistia stratiotes* care pot fi chiar consumate de către peştii poeciliizi ca hrană vegetală.

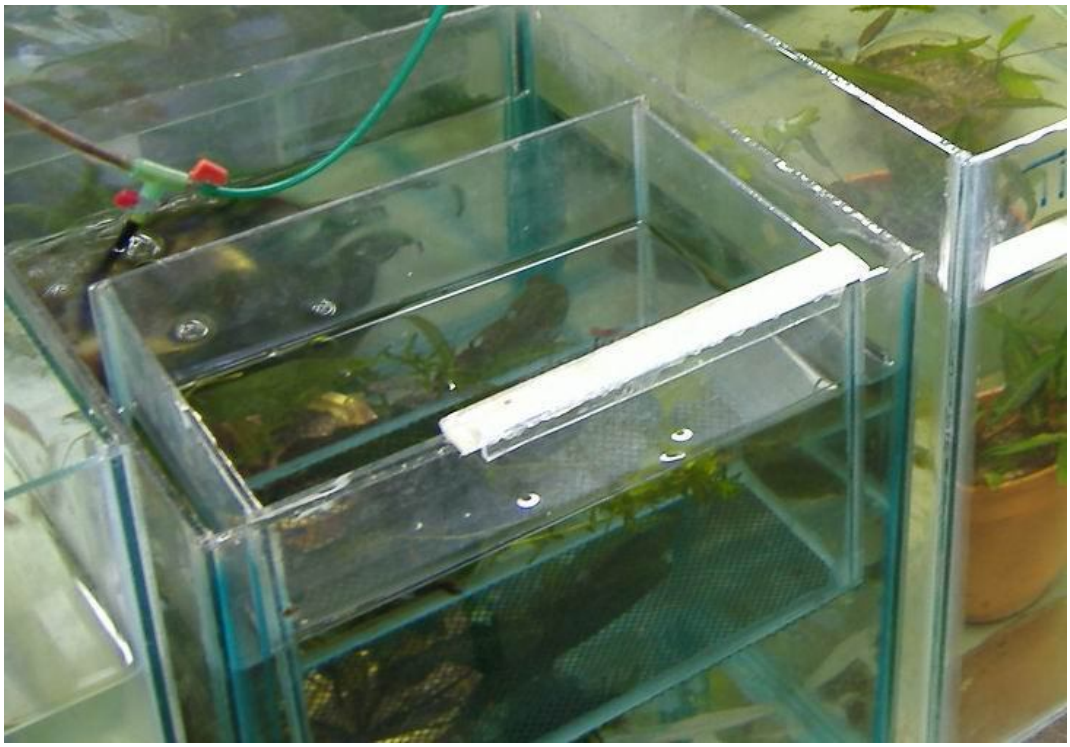
Planşa 8. Bazin de creştere plantat cu *Criptocorine spp*.

2.5. Desfăşurarea experimentelor

După alegerea a trei femele virgine din varietatea Half-Black Black în vederea încrucişării lor cu masculi Red Blond, acestea au fost menţinute pentru o

perioadă de două luni izolate de alte exemplare pentru a avea certitudinea că sunt cu siguranță nefecundate şi libere de orice tip de alți posibili produşi. În momentul confirmării acestui fapt au fost introduşi, alături de femele în bazin, trei masculi din varietatea Red Blond pentru o durată de o săptămână, în vederea împerecherii, perioadă după care au fost îndepărtați.

După alte trei săptămâni, femelele au fost introduse într-un bazin de reproducere suspendat, cu fundul din plasă rară de culoare verde prin care nou-născuții să poată evada într-un bazin mai mare imediat după momentul parturiției (planşa 9.).



Planşa 9. Parturiția în cuşti cu gratii pentru evadarea puilor

În momentul finalizării parturiției, pentru a nu influența negativ dezvoltarea puietului şi pentru o mai mare uşurință în manipularea şi creşterea

tineretului, s-a recurs la transferarea femelelor într-un alt bazin cu condiții similare.

Odată cu începutul diferențierii sexuale, masculii au fost imediat transferați în alt bazin de creştere, înainte ca ei să atingă maturitatea sexuală, femelele rămânând în continuare în acelaşi bazin. După separarea pe sexe, tineretul a fost crescut separat o perioadă de aproximativ trei luni pentru confirmarea diferențierii sexuale, pentru atingerea maturității depline a femelelor virgine şi pentru confirmarea virginității femelelor necesare pentru următoarea etapă experimentală.

Durata de trei luni, stabilită până la următoarea etapă experimentală, era necesară deoarece stadiile ontogenetice timpurii se caracterizează prin apariția parțială (în linii mari) a caracterelor sexuale mascule sau femele, sau apariția doar a unora din caracterele sexuale. Spre exemplu, o femelă juvenilă poate avea prezent punctul negru (sau de culoare închisă) din regiunea anală ce va da naştere petei de gestație, dar poate să nu aibă un abdomen dezvoltat specific unei femele. O altă femelă juvenilă, poate avea atât punctul cât şi abdomenul dezvoltat, dar să aibă o dimensiune extrem de mică pentru a putea fi considerată femelă adultă etc (Mag 2004, 2005).

Ulterior, s-a trecut la cea de a doua fază a experimentului, în care s-au ales în mod randomic un număr de cinci femele din generația F_1 şi au fost introduse intr-un lot format exclusiv din mascului Red Blond, unde au rămas pentru o perioadă de o săptămână, fiind ulterior mutate într-u bazin cu condiții similare de viață.

La trei săptămâni de la acest moment, femelele au fost introduse în cuşti cu gratii şi bazine pentru parturiție, similare cu cele utilizate în prima etapă. Imediat după încheierea parturiției, toate femelele au fost transferate într-un alt

bazin, puietul rămânând în continuare în bazinul inițial până la evidențierea diferențierii sexuale.

3.Rezultate şi discuții

3.1.Rezultatele încrucişărilor

Indivizii rezultați în generația F_1 (planşa 10.) şi analiza fenotipică a acestora nu a adus nici o informație nouă în ceea ce priveşte ereditatea culorii peştilor guppy. Astfel, în urma maturizării progeniturii celor trei femele au rezultat un număr de 24 de masculi şi 22 de femele, destul de omogeni din punct de vedere fenotipic. Ambele sexe au prezentat caracterul *Half-Black*, femelele prezentându-l mai puțin intens decât mamele lor. În ceea ce priveşte coloritul înotătoarei caudale, *Black tail*, el a scăzut în intensitate la întreaga progenitură (46 de indivizi).

În figura 1. se poate observa schema încrucişării unei femele Haf-Black Black homozigote la locusul *ni* cu un mascul Red Blond hemizigot pentru locusul *ni*. Se poate observa, de asemenea că femela produce un singur tip de gameți X*Ni*, pe când masculul produce două tipuri de gameți: X*ni* şi Y*0*. Deci gametul teoretic producător de mascul nu are gena *Nigrocaudatus* II. Cu toate acestea, în generația F_1 rezultă un singur fenotip (sau două fenotipuri dacă luăm în considerare şi sexul, masculul prezentând caracterul într-o doză mai mare decât femela).

Planşa 10. Fenotipul generației F_1 (în stânga femela, în dreapta masculul)

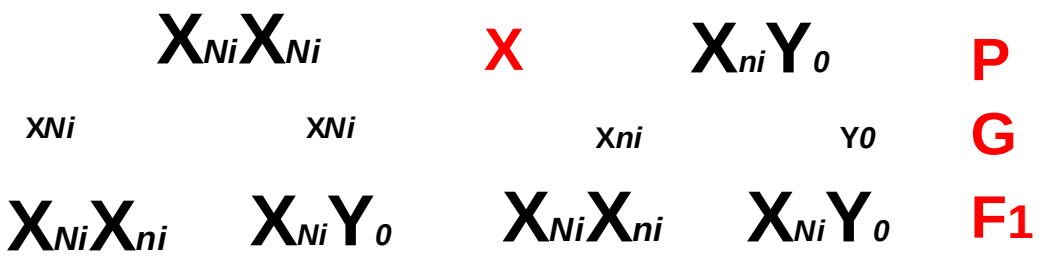


Figura 1. Schema încrucişării Half-Black Black X Red Blond

În urma retroîncrucuşării unor femele din generația F_1 cu masculi din generația parentală de Red Blond s-a observat în F_B o segregare mendeliană, o dominanță a genei *Nigrocaudatus* II şi o variație a intensității expresiei acesteia datorită poligenelor melanice.

În generația F_B (figura 2.) au rezultat două fenotipuri diferite (patru, dacă luăm în considerare şi sexul, respectiv dimorfismul sexual) din punctul de vedere al coloritului corpului, după cum urmează: 66 masculi *Half-black*, 59 femele *Half-black*, 72 masculi de tip sălbatic şi 65 femele de tip sălbatic (planşa 11.).

Intensitatea caracterului half-black în F_B (la cei 125 de indivizi *Half-black*) a scăzut din nou în intensitate comparativ cu cea a indivizilor din generația F_1 (fapt vizibil mai mult la femele decât la masculi, planşa 11.). Înotătoarea caudală a prezentat în F_B o slabă expresie fenotipică a caracterului *Black tail*, pigmentul roşu (*Red tail*) devenind vizibil în anumite porțiuni ale înotătoarei caudale la masculi. La masculii acestei generații F_B, caudala a prezentat o variabilitate mare coloristică, apărând pe lângă caudala negricioasă, caudale maronii, cărămizii, roşii murdare şi roşii, care au segregat independent de culoarea corpului. Se pare că poligenele melanice sunt responsabile, atât pentu caracterul *Black tail* cât şi de alterarea caracterului *Red tail* la guppy. Coloritul caudalei variază de la negru la roşu odată cu scăderea numărului poligenelor melanice şi direct proporțional cu creşterea numărului de retroîncrucişări efectuate.

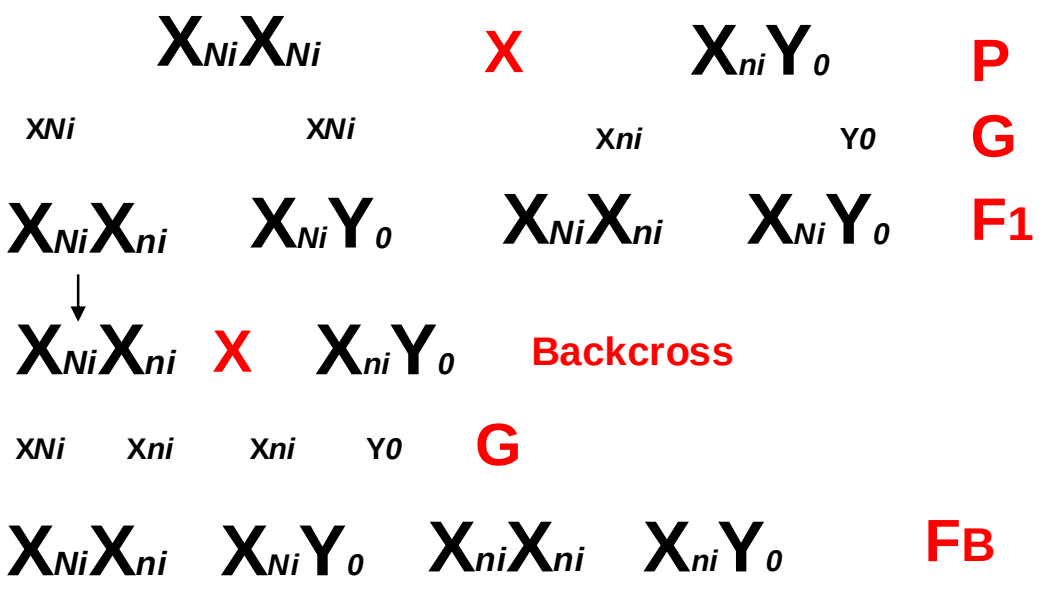
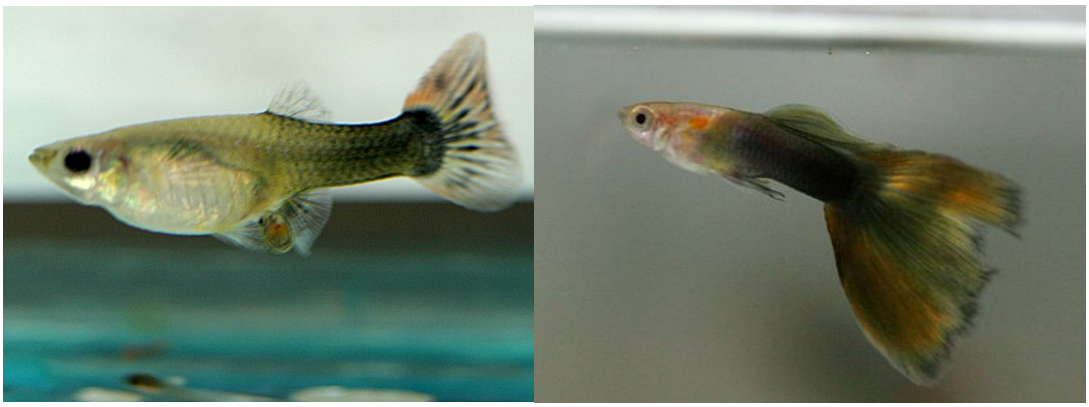
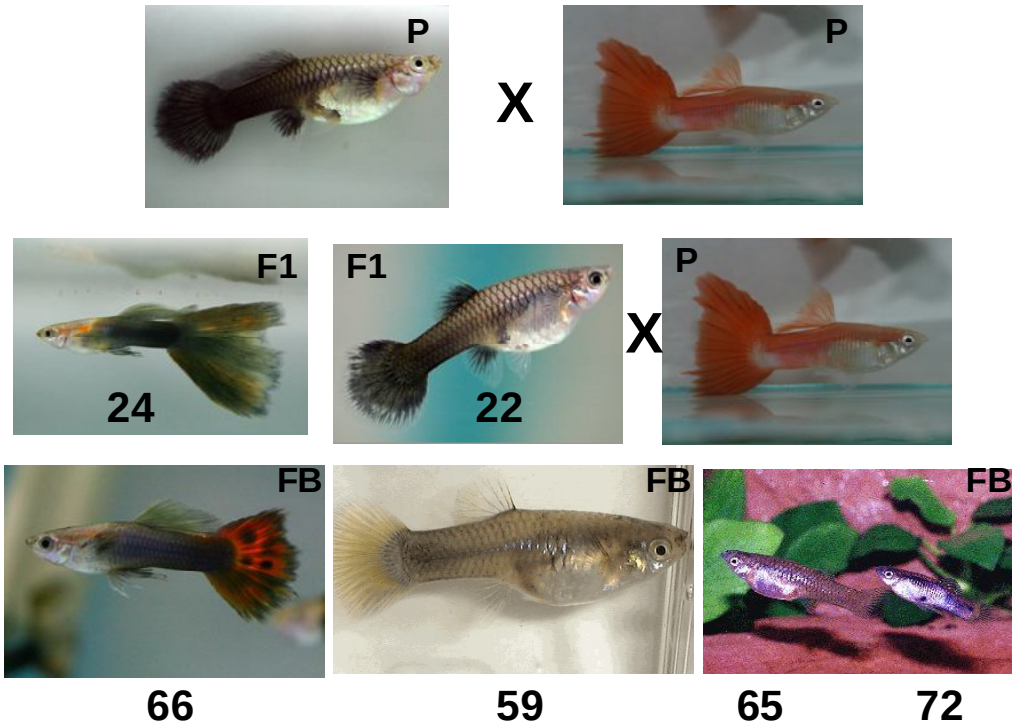


Figura 2. Schema retroîncrucişării femelei rezultate în F_1 cu masculul Red Blond inițial



Planşa 11. Fenotipul femelelor (stânga) şi masculilor (dreapta) Half-Black din generația F_B



Planşa 12. Fenotipul generațiilor parentale (P), F_1 şi F_B, respectiv numărul de indivizi rezultați pentru fiecare fenotip în parte

3.2.Analiza segregării caracterului Half-Black prin testul X^2

Testul $\mathbf{X^2}$ elaborat de către PEARSON 1900 (citat de ARDELEAN 2006), poate fi folosit în compararea unei frecvențe empirice cu una teoretică.

Cu ajutorul acestui model de calcul statistic vom putea vedea dacă modul de segregare obținut este conform cu aşteptările noastre, respectiv dacă gena *Nigrocaudatus* II este dominantă sau nu.

Frecvența teoretică în cazul nostru este frecvența calculată pentru apariția caracterului Half-Black, conform legilor mendeliene ¼ - ¼ - ¼ - ¼ (frecvența aşteptată, a se urmări figura 2). Frecvența empirică a cazului nostru este cea observată în urma analizei fenotipice a indivizilor rezultați în urma încrucişărilor efectuate (a se urmări planşa 12 de mai sus).

Valoarea $\mathbf{X^2}$ se calculează cu ajutorul următoarei formule:

$\mathbf{X^2} = \Sigma(f_0-f_a)^2/f_a$, unde:

f_a= frecvența aşteptată,
iar f_0= frecvența observată.

Tabelul 6.

Analiza segregării prin testul X^2

Fenotipul corpului în F_B	**Număr de indivizi în F_B, segreganți**	
	Observat	**Calculat/aşteptat**
Half-Black masculi	66	65,5
Half-Black femele	59	65,5
Masculi cu corp sălbatic	72	65,5
Femele cu corp sălbatic	65	65,5
Total	**262**	**262**

$\mathbf{X^2}$ = $((66-65,5)^2/65,5)+ ((59-65,5)^2/65,5)+ ((72-65,5)^2/65,5)+ ((65-65,5)^2/65,5) = 0,5^2/65,5 + 6,5^2/65,5 + 6,5^2/65,5 + 0,5^2/65,5 = 0,25/65,5 + 0,25/65,5 + 42,25/65,5 + 42,25/65,5 = 0,0038 + 0,0038 + 0,6450 + 0,6450 = 1,2976$.

Atunci când se lucrează cu testul X^2, se porneşte de la „ipoteza zero”, adică se presupune că între măsurătorile empirice şi cele aşteptate (teoretice, standard) nu există nici un fel de deosebiri. În realitate, frecvențele reale de apariție ale unor fenomene calitative sunt întotdeauna diferite de cele teoretice, aşteptate. Valoarea X^2 măsoară magnitudinea acestor diferențe pe baza comparării X^2_{calc} cu $X^2_{teor.P5\%}$ pentru $P_{5\%}$. Evident, când valoarea calculată este mai mică decât cea observată, „ipoteza zero” se verifică. Dimpotrivă, atunci când valoarea calculată este mai mare sau egală cu cea observată „ipoteza zero” nu se verifică, deci între cele două frecvențe deosebirile sunt reale.

Pentru GL = 4-1 = 3 (GL = numărul claselor aşteptate - 1), valoarea lui X^2_{teor} pentru $P_{5\%}$ este de 7,81. În cazul nostru, 1,2976 este cu mult mai mic decât valoarea 7,81, deci, „ipoteza zero” se verifică. Putem afirma asfel că gena *Nigrocaudatus* II este dominantă sau incomplet dominantă. Dominanța incompletă a genei *Nigrocaudatus* II este infirmată de diferențele vizibile de expresie genică dintre indivizii femeli Half-Black ale generațiilor F_B şi F_1.

Având certitudinea dominanței genei *Nigrocaudatus* II, putem pune cu certitudine pe seama poligenelor melanice diferențele de intensitate ale expresiei genei *Ni* între generațiile F_B, F_1 şi femela Half-Black inițială (P).

4.Concluzii

- În vederea observării modului de transmitere ereditară a caracterelor *Half-Black* (jumătatea posterioară neagră), *Red tail* (caudală roşie) şi *Black tail* (caudală neagră), s-a efectuat încrucişarea dintre femele din varietatea Half-Black Black cu masculi Red Blond, urmată de retroîncrucişarea femelelor din generația F_1 cu masculul inițial Red Blond (P).
- Fenotipul obținut în F_1 nu a adus nici o informație nouă cu privire la transmiterea ereditară a caracterelor de culoare la guppy, rezultând indivizi Half-Black Black heterozigoți sau hemizigoți pentru locusul *Ni*. Putem menționa totuşi că negrul corporal, dar şi caudal a scăzut în intensitate ca expresie fenotipică în generația F1 față de generația parentală maternă (P).
- În urma retro-încrucişării femelelor heterozigote pentru *Ni* din F_1 cu masculi din generația parentală Red Blond şi analiza fenotipului descendenților prin testul X^2, s-a observat în generația F_B o segregare de tip mendelian, o

dominanță a genei *Nigrocaudatus* II şi o variație a intensității expresiei acesteia datorită poligenelor melanice, implicate şi ele, se pare, în intensitatea expresiei negrului corporal. Aceste poligene melanice sunt, de asemenea, responsabile atât pentru caracterul *Black tail* cât şi pentru alterarea caracterului *Red tail* la guppy.

- În generația F_B au rezultat două fenotipuri diferite (patru, dacă luăm în considerare şi sexul, respectiv dimorfismul sexual) din punct de vedere al coloritului corpului, după cum urmează: 66 masculi Half-Black, 59 femele Half-Black, 72 masculi de tip sălbatic şi 65 femele de tip sălbatic. Intensitatea caracterului Half-black în F_B (la cei 125 de indivizi *Half-black*) a scăzut din nou în intensitate comparativ cu cea a indivizilor din generația F_1, fapt vizibil mai mult la femele decât la masculi.

- Înotătoarea caudală a prezentat în F_B o slabă expresie fenotipică a caracterului *Black tail*, pigmentul roşu (*Red tail*) devenind vizibil în anumite porțiuni ale înotătoarei caudale la masculi. La masculii acestei generații F_B, caudala a prezentat o variabilitate mare coloristică, apărând pe lângă caudala negricioasă, caudale maronii, cărămizii, roşii murdare şi roşii, care au segregat independent de culoarea corpului (*Half-Black*). Se pare că poligenele melanice sunt responsabile, atât pentu caracterul *Black tail* cât şi de alterarea caracterului *Red tail* la guppy. Coloritul caudalei variază de la negru la roşu odată cu scăderea numărului poligenelor melanice şi direct proporțional cu creşterea numărului de retroîncrucişări efectuate. Experimentul efectuat a dus la diluarea cu fiecare generație a caracterului *Black tail*, până la exticție.

- Putem afirma asfel că gena *Nigrocaudatus* II este dominantă sau incomplet dominantă. Dominanța incompletă a genei *Nigrocaudatus* II este infirmată de diferențele vizibile de expresie genică dintre indivizii femeli heterozigoți Half-Black ale generațiilor F_B şi F_1.

- Având certitudinea dominanței genei *Nigrocaudatus* II, putem pune cu certitudine pe seama poligenelor melanice diferențele de intensitate ale expresiei genei *Ni* între generațiile F_B, F_1 şi femela Half-Black inițială (P).
- Cunoaşterea bazei genetice şi a modului de transmitere ereditară a caracterelor de culoare la varietarea roşie de tuxedo este esența şi punctul de plecare al ameliorării varietății în scop economic, comercial şi ştiințific.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ARDELEAN, M. 2006 Principii ale metodologiei cercetării agronomice şi medical veterinare. Editura AcademicPres, Cluj-Napoca.
2. BEN, J. et al. 2003 Clonning and tissue expression of 6-pyruvoyl tetrahydropterin synthase and xantine dehydrogenase from *Poecilia reticulata*. Mar. Biotechnol. 5:668-2003.
3. BROOKS 2000 Negative genetic correlation between male sexual attractiveness and survival. Nature 406:67-70.
4. BROOKS, R., J. A. ENDLER 2001a Direct and indirect sexual selection and quantitative genetics of male traits in guppies (*Poecilia reticulata*). Evolution 55:1002-1015.
5. BROOKS, R., J. A. ENDLER 2001b Female guppies agree to differ: phenotypic and genetic variation in mate choice behavior and the consequences for sexual selection. Evolution 55(8):1644-1655.
6. BUD, I. 1995 Acvaristica pe înțelesul tuturor. Editura Promedia Cluj-Napoca.

7. BUD et al. 2001 Peştii şi tainele umbrelor subacvatice. Ed. Ceres, Bucureşti.
8. BUD, I. 2002 Acvaristica. Piscicultura ornamentală. Editura AcademicPres, Cluj-Napoca.
9. BUD, I., V.V. VLĂDĂU 2004 Ghid de lucrări practice în piscicultură. Ed. Risoprint Cluj-Napoca.
10. BUD, I. et al. 2005 Acvaristica - mică enciclopedie. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
11. BURA, M. 2002 Acvacultură specială: broaşte, crustacee şi moluşte. Ed. Orizonturi universitare Timişoara.
12. BURA, M. 2005 Acvacultură specială. Tehnologia creşterii şi valorificării broaştelor şi racilor. Lucrări practice. Ed. Orizonturi universitare Timişoara.
13. FERNANDO, A. A., V. P. E. PHANG 1990 Inheritance of red and blue caudal fin colourations in two domesticated varieties of guppy, *Poecilia reticulata*. Journal of Aquaculture in the Tropics.
14. FUJIO et al. 1990 Detection of a low temperature-resistant gene in guppy (*Poecilia reticulata*), with reference to sex-linked inheritance. Japanese Journal of Genetics 65:201-207.
15. GOODRICH, H. B. et al. 1944 The cellular expression and genetics of two new genes in *Lebistes reticulatus*. Genetics 29:584-592.
16. HORNADAY et al. 1994 Absence of repetitive DNA sequences associated with sex chromosomes in natural populations of the Trinidadian guppy (*Poecilia reticulata*). Journal of Molecular Evolution 39:431-433.

17. KHOO, G. et al. 1999a Genetic basis of the variegated tail pattern in the guppy, *Poecilia reticulata*. Zoological Science (Tokyo) 16:431-437.
18. KHOO, G. et al. 1999b Linkage analysis and mapping of three sex-linked color pattern genes in the guppy, *Poecilia reticulata*. Zoological Science (Tokyo) 16:893-903.
19. KHOO, G. et al. 1999c Sex-linkage of the black caudal-peduncle and red tail genes in the tuxedo strain of the guppy *Poecilia reticulata*. Zoological Science (Tokyo) 16:629-638.
20. KHOO, G. et al. 2003 Genetic Linkage Maps of the Guppy (*Poecilia reticulata*): Assignment of RAPD Markers to Multipoint Linkage Groups. Marine Biotechnology: 5(3):279-293.
21. KIRPICHNIKOV, V. S. 1981 Genetic bases of fish selection. Translated by G. G. Gause. Springer, Berlin.
22. LINDHOLM, A., F. BREDEN 2002 Sex chromosome and sexual selection in Poeciliid fishes. The American Naturalist 160:214-224.
23. MAG, I. V. 2004 Cercetari privind posibilitatile de dirijare a reproductiei in vederea modificarii raportului sexual la pestii guppy (*Poecilia reticulata*). Disertatie. Conducator stiintific: conf.dr. Corina Rosioru. Facultatea de Biologie si Geologie. Universitatea Babes Bolyai, Cluj-Napoca.
24. MAG-MUREŞAN, I. V. et al. 2004 The constancy of water quality in guppyculture. Cea de-a 33-a Sesiune Internațională de Comunicări Ştiințifice a Facultății de Zootehnie din Bucureşti / The 33rd International Session of Scientific Communications of The Faculty of Animal Science Bucharest.

25. MAG, I. V., I. BUD 2004 Predispoziția organismului la mutații somatice se poate transmite ereditar / Predisposition of the organism to somatic mutations may be hereditary. Revista Agricultura 51-52:41-44.
26. MAG, I. V. 2005 Caracterizarea biofiziologica si particularitatile speciei *Poecilia (Lebistes) reticulata*. Referat. Conducator stiintific: prof. dr. ing. Ioan Bud. Facultatea de Zootehnie si Biotehnologii. Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara Cluj-Napoca.
27. MAG, I. V. 2005a Stadiul actual şi performanțele obținute pe plan mondial în domeniul pisciculturii ornamentale. Referat. Conducător ştiințific: Prof. Dr. Ing. Ioan BUD. Facultatea de Zootehnie si Biotehnologii. Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara Cluj-Napoca.
28. MAG, I. V. 2005b Caracterizarea biofiziologică şi particularitățile speciei *Poecilia (Lebistes) reticulata.* Referat. Conducător ştiințific: Prof. Dr. Ing. Ioan BUD. Facultatea de Zootehnie şi Biotehnologii. Universitatea de Ştiinte Agricole şi Medicină Veterinară Cluj-Napoca.
29. MAG, I. V., R. M. PETRESCU 2006 Peştii ca bioindicatori ai poluării apei. Environment & Progress nr. 8, in press.
30. MAÎTRE-ALLAIN, T. 1999 Marele ghid al acvaristului. Cum construim, amenajăm şi întreținem un acvariu. Ed. Aquila ’93.
31. MICLEA, V., M. ZĂHAN 2006 Reproducția peştilor. Editura Accent.
32. MOLNAR F., P. ŞERBAN 2006 Linkage-ul genelor *Nigroaudatus* cu cromozomul X la guppy (*Poecilia reticulata*, PETERS 1859) ,

Sesiunea de comunicării ştiinţifice studenţeşti. USAMV, Cluj-Napoca.

33. MOLNAR, F., R. HĂRŞAN 2007 Caracterizarea fenotipică a varietăţilor de guppy din Romania, Sesiunea de comunicării ştiinţifice studenţeşti. USAMV, Cluj-Napoca.

34. MOLNAR F.,M.-I. MOLNAR 2007 Ereditatea paternurilor coloristice la varietatea de guppy tuxedo roşu (*Poecilia reticulata* Peters 1859) , Sesiunea de comunicării ştiinţifice studenţeşti. USAMV, Cluj-Napoca.

35. NANDA, I. et al. 1990 Simple repetitive sequences are associated with differentiation of the sex chromosomes in the guppy fish. J. Mol. Evol. 30:456-462.

36. NANDA, I. et al. 1992 Early stages of sex chromosome differentiation in fish as analysed by simple repetitive DNA sequences. Chromosoma 101:301-310.

37. NAYUDU, P. L. 1979 Genetic studies of melanic color patterns and atypical sex determination in the guppy, *Poecilia reticulata*. Copeia 1979:225-231.

38. NYBELIN, O. 1947 Ett fall av X-bunden nedärvning hos *Lebistes reticulatus* (Peters). Zoologiska Bidrag fran Uppsala 25:448-454.

39. PĂSĂRIN, B. 2001 Acvacultura ornamentală. Editura Terra Nova, Iaşi.

40. PĂSĂRIN, B., T. STAN 2003 Acvacultura. Îndrumător practic. Editura Karro, Iaşi.

41. PĂSĂRIN, B., T. STAN 2004 Reproducerea peştilor. Editura Karro, Iaşi.

42. OPREA, L., R. GEORGESCU 2000 Nutriţia şi alimentaţia peştilor. Editura tehnică, Bucureşti.

43. RODIONOVA, M. I. et al. 1996 Synaptonemal complex analysis of interspecific hybrids of *Poecilia* (Teleostei, Poeciliidae). Brazilian Journal of Genetics, 19:231-235.

44. REYNOLDS & GROSS 1992 Female mate preference enhances offspring growth and reproduction in a fish, *Poecilia reticulata*. Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Sciences 250:57-62.

45. SABADOŞ, L. 2006 Cercetări privind fenomenul de inducere artificială a feminizării prin administrarea de estrogeni la specia *Poecilia reticulata* (Peters, 1859). Lucrare de diplomă. Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară Cluj-Napoca, Facultatea de Zootehnie şi Biotehnologii. Coordonatori ştiinţifici: Prof. Dr. Ing. Ioan BUD, Biol. Drd. Valentin I. MAG.

46. TRAUT, W., H. WINKING 2001 Meiotic chromosomes and stages of sex chromosome evolution in fish: Zebrafish, Platyfish and Guppy. Chromosome Research 9:659-72.

47. WINGE, Ö. 1922 Crossing over between the X- and the Y-chromosome in *Lebistes*. Comptes rendus des Travaux du Laboratoire Carlsberg 14(20):1-20.

48. WINGE, Ö. 1922 One-sided masculine and sex-linked inheritance in *Lebistes reticulatus*. Journal of Genetics 12:146-162.

49. WINGE, Ö. 1927 The location of eighteen genes in *Lebistes reticulatus*. Journal of Genetics, 18:1-43.

50. WINGE, Ö. 1934 The experimental alteration of sex chromosomes into autosomes and vice versa, as illustrated by *Lebistes*. Comptes Rendus des Travaux du Laboratoire Carlsberg 21:1-49.

51. YAMANAKA et al. 1995 Estimation of the number of loci controlling the male body size in the guppy. Tohoku Journal of Agricultural Research 46:21-28.
52. INTERNET 2005**:** The International Federation of Online Clubs and Aquatic Societies website (http://www.ifocas.fsworld.co.uk/).
53. INTERNET 2005: Felix Breden - http://www.sfu.ca/biology
54. INTERNET 2006**:** http://www.kathyboast.com/pics/fish/100_0132.jpg**.**
55. INTERNET 2006: http://www.deeplens.com/gallery/page_01.htm.
56. INTERNET 2006: Guppy Labs e-Bulletin http://www.guppylabs.com
57. INTERNET 2006: NCBI - http://www.ncbi.nlm.nih.gov/
58. INTERNET 2006: Fishbase - http://www.fishbase.org
59. INTERNET 2007 : www.rajaccj.ro

Acvariul USAMV Cluj-Napoca