

**Efectul tratamentului biofizic
asupra performanței de creștere și
stării de sănătate a puietului de
crap (*Cyprinus carpio*, Linnaeus,
1758)**

INTRODUCERE

Acvacultura, ca activitate de creștere a peștelui, efectuată conștient și planificată, se deosebește de pescuit prin formarea unor condiții care satisfac pretențiile alimentare ale oamenilor, condiții în care anumite specii de pești cresc și se înmulțesc, pentru ca, în ultimă instanță, să se obțină produse comestibile (carne de pește, icre etc.).

Crapul este una dintre cele mai răspândite și cunoscute specii de pești dulcicoli din Europa și Asia, fiind valoros pentru pescuitul sportiv, acvacultură și consumul uman. Înțelegerea ecobiologiei sale este esențială pentru gestionarea durabilă a resurselor acvatice și protecția biodiversității. În România, este o specie foarte răspândită în apele interioare, fiind crescută intensiv în bazine piscicole.

Crapul este una dintre cele mai valoroase specii pentru acvacultură. Este crescut în sistem extensiv, semiintensiv și intensiv, datorită:

- Ratei mari de creștere;
- Rezistenței la boli și stres;
- Cererii ridicate pe piață.

Tendința actuală a acvaculturii din țările UE și SUA este de mărire a ponderii producției de pește obținut în sisteme intensive de creștere și în special în sisteme de apă recirculantă (Grozea A., 2007). Sistemele recirculante au fost introduse în multe părți ale lumii, de mulți ani, pentru diferite scopuri; dezvoltarea acestora a fost în mare măsură amânată din cauza multor constrângeri, inclusiv a costurilor economice și a soluțiilor tehnice, care încă trebuie îmbunătățite. În România, practica acvaculturii în sisteme recirculante de acvacultură (RAS) evidențiază o multitudine de oportunități. Acestea includ controlul condițiilor de mediu pentru optimizarea producției, posibilitatea de control al cantității de furaj administrată în vederea maximizării eficienței conversiei hranei, controlul eficient al factorilor climatici, diminuarea cantității de substanțe chimice în bilanțul de materii prime și materiale al procesului tehnologic (Cristea V. et al., 2002). Aceste sisteme implică, însă, costuri de capital ridicate și sunt destul de complexe din punct de vedere tehnic, motiv pentru care un management inadecvat poate conduce la pierderi apreciable de producție.

Importanța acvaculturii pentru asigurarea securității alimentare globale este deja consacrată, mai ales în condițiile în care producția pescuitului tradițional a atins un prag de saturație, motiv pentru care sectorul acvaculturii românești necesită o planificare strategică adaptată factorilor ambienali, economici și tehnologici care îi influențează producția (Gheorghe-Irimia et al., 2024).

În vederea inițierii studiilor experimentale au fost selectate 900 de exemplare de puiet de crap dintr-un heleșteu de creștere, obținute prin reproducere natural-dirijată în cadrul Laboratorului Experimental de Cercetări Agro-pescărești Brateș. Studiile experimentale propuse constau în creșterea acestui material biologic în diferite sisteme de creștere, și anume: creștere intensivă în sistem recirculant de tip acvariu, creștere în viviere flotabile amplasate într-un heleșteu de creștere și creștere semi-intensivă în heleșteu clasic de mică dimensiune.

Din lotul experimental de 900 de exemplare, 450 de exemplare au fost supuse tratamentului biofizic (biorezonanță). Exemplarele supuse tratamentului biofizic au distribuite în sistemele de creștere menționate anterior, astfel:

- 100 de exemplare puiet de crap distribuite în sistem recirculant de tip acvariu (în duplicat 50 ex/acvariu);
- 250 de exemplare puiet de crap distribuite în vivieră flotabilă amplasată într-un heleșteu de creștere;
- 100 de exemplare de puiet de crap distribuite în heleșteu clasic de mică dimensiune.

În fiecare sistem de creștere a fost format și lotul martor cu un număr identic de exemplare, astfel:

- 100 de exemplare puiet de crap distribuite în sistem recirculant de tip acvariu (în duplicat 50 ex/acvariu);
- 250 de exemplare de puiet de crap distribuite în vivieră flotabilă amplasată într-un heleșteu de creștere. Având în vedere că exemplarele din lotul martor au fost introduse în aceeași vivieră flotabilă, s-a procedat la marcarea acestora prin tăierea pectoralei pentru o identificare corectă;
- 100 de exemplare de puiet de crap distribuite în heleșteu clasic de mică dimensiune.

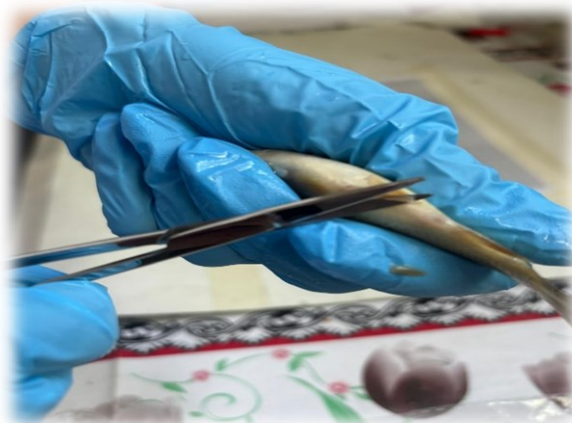


Foto nr. 1. Marcarea exemplarelor din varianta experimentală martor

În perioada de adaptare a materialului biologic distribuit în diferitele sisteme de creștere a fost identificată apariția unei patologii provocate de parazitul (protozoarul ciliat *Ichthyophthirius multifiliis*), care este agentul patogen al bolii *Ihtioftirioza*, cunoscută popular sub denumirea de boala „grișului” sau „White Spot Disease”. Această infecție parazitară este externă gravă și afectează peștii de acvariu și peștii dulcicoli.

Manifestările clinice observate la exemplarele de crap au constat în apariția unor formațiuni punctiforme albicioase, cu aspect caracteristic, localizate la nivelul tegumentului, înotătoarelor și branhiilor. Aceste modificări au fost însoțite de alterarea comportamentului, manifestată prin agitație accentuată, precum și de accelerarea respirației și diminuarea sau chiar absența apetitului pentru hrană. Ansamblul semnelor clinice observate a fost compatibil cu tabloul caracteristic infecției cu *Ichthyophthirius multifiliis*.

Primele manifestări ale bolii au fost observate la exemplarele de crap menținute în sistemul recirculant de tip acvariu. Evoluția afecțiunii a fost rapidă, primele mortalități semnificative fiind înregistrate la aproximativ 20 de ore de la apariția semnelor clinice. În lotul martor, mortalitatea a fost de 89 de exemplare din lotul inițial de 100 de pești, ceea ce corespunde unei supraviețuirii de 11%. În lotul supus tratamentului prin biorezonanță, mortalitatea înregistrată a fost de 12 exemplare din 100, rezultând o supraviețuire de 88%. În această etapă a fost aplicat tratamentul de îmbăiere cu clorură de sodiu (NaCl) în concentrație de 20 g/l, cu expunere pe o durată de 15 minute, la o temperatură apei de 15–25 °C, tratament recomandat puietului de ciprinide (Dăscălescu P., Costea M., 2014).

La aproximativ 24 de ore de la debutul simptomatologiei la exemplarele menținute în acvarii, primele mortalități au fost observate și în cadrul loturilor de crap crescute în viviera flotabilă. Având în vedere evoluția rapidă a afecțiunii, intervenția terapeutică a fost inițiată imediat după identificarea primelor semne clinice, utilizând același protocol de tratament, respectiv îmbăierea cu clorură de sodiu (NaCl) în concentrație de 20 g/l, cu expunere pe o durată de 15 minute.

Deși intervenția terapeutică a fost aplicată încă de la debutul manifestărilor clinice, lotul martor menținut în vivieră a înregistrat o mortalitate ridicată. Din lotul experimental inițial de 250 de exemplare au supraviețuit 58 de pești, ceea ce reprezintă o rată de supraviețuire de 23,2%. În schimb, lotul supus tratamentului biofizic prin biorezonanță a prezentat o rată de supraviețuire considerabil mai ridicată: din cele 250 de exemplare introduse inițial, au supraviețuit 232 de exemplare, corespunzătoare unei rate de supraviețuire de 92,8%.

După stabilizarea stării de sănătate și reducerea manifestărilor clinice asociate infecției cu *Ichthyophthirius multifiliis*, exemplarele de puiet de crap rămase au fost redistribuite în vederea continuării studiului experimental. Astfel, 69 de exemplare provenite din lotul martor au fost introduse într-un sistem recirculant de tip acvariu, iar alte 69 de exemplare provenite din lotul tratat prin biorezonanță au fost introduse într-un sistem similar. Aceste două loturi au constituit materialul biologic utilizat în etapa experimentală prezentată în continuare.

Exemplarele de crap provenite din lotul tratat biofizic prin biorezonanță, rămase în urma tratamentului aplicat pentru combaterea infecției cu *Ichthyophthirius multifiliis*, au fost distribuite în alte sisteme de creștere, urmând să constituie material biologic pentru cercetări experimentale ulterioare.

În concluzie, datele obținute în etapa de adaptare a materialului biologic evidențiază o evoluție rapidă și severă a infecției cu *Ichthyophthirius multifiliis*, caracterizată prin apariția unor semne clinice specifice și prin înregistrarea unor mortalități importante într-un interval de timp relativ scurt. Comparativ cu loturile martor, exemplarele de crap supuse tratamentului biofizic prin biorezonanță au prezentat o rată de supraviețuire net superioară, atât în sistemele recirculante de tip acvariu, cât și în viviera flotabilă. Diferențele observate între cele două loturi experimentale indică o asociere între aplicarea tratamentului biofizic prin biorezonanță și menținerea unei rate de supraviețuire mai mari în condițiile experimentale analizate.

Material și metode

Infrastructura de cercetare

În contextul actual, marcat de necesitatea utilizării eficiente a resurselor și a protejării mediului, sistemele recirculante de acvacultură (RAS – Recirculating Aquaculture Systems) reprezintă o soluție modernă și sustenabilă pentru creșterea organismelor acvatice în medii controlate. Aceste sisteme sunt utilizate pe scară largă atât în ferme piscicole industriale, cât și în scopuri educaționale sau de cercetare.

Infrastructura de cercetare a fost concepută pentru a permite desfășurarea experimentelor în condiții controlate, bazându-se pe un sistem recirculant de mici dimensiuni. Acesta este compus din 2 acvarii, fiecare echipat cu un filtru extern Tetra, utilizat pentru menținerea calității apei și asigurarea unui mediu stabil din punct de vedere al parametrilor fizico-chimici ai apei de cultură. Caracteristicile constructive ale fiecărui acvariu

sunt următoarele:

- Lungime: 100 cm;
- Lățime: 39 cm;
- Înălțime: 36 cm;
- Volum total: aprox. 140 litri (0,14 m³).

Fiecare acvariu este echipat cu un filtru extern de tip Tetra EX 1500, cunoscut pentru fiabilitatea și eficiența sa în filtrarea și condiționarea apei tehnologice.

Funcțiile principale ale filtrului Tetra EX 1500:

- ✓ Filtrare mecanică: captarea particulelor solide din apă (resturi de hrană, fecale, detritus);
- ✓ Filtrare biologică: substratul poros din interiorul filtrului permite colonizarea bacteriilor nitrificatoare (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*), care transformă amoniacul toxic în nitriți, apoi în nitrați;
- ✓ Filtrare chimică: cartușele Tetra includ cărbune activ pentru îndepărtarea mirosurilor și substanțelor dizolvate.

Avantaje ale filtrului Tetra EX 1500:

- Compact și silențios;
- Ușor de întreținut (cartușele filtrante sunt detașabile);
- Potrivit pentru utilizare continuă în cercetare (funcționare 24/7);
- Asigură un flux constant al apei, favorabil oxigenării în sistemele mici;
- Contribuie la stabilizarea calității apei. *Oxigenarea apei* se realizează prin pietre de aer racordate la o pompă de aerare (Resum C) cu două ieșiri. Utilizarea acestor pompe este esențială pentru menținerea nivelurilor optime de oxigen dizolvat (7-8 mg/l).

Pentru a asigura un mediu de creștere stabil, au fost monitorizați parametrii, esențiali pentru creșterea și dezvoltarea organismelor acvatice, cu ajutorul unui multiparametru HANNA portabil, care a măsurat: oxigenul dizolvat, temperatura apei, saturația zilnic.

Datorită controlului atent al parametrilor și reutilizării apei, aceste sisteme sunt din ce în ce mai utilizate în cercetare și educație. În cadrul infrastructurii descrise, sistemul de acvarii și echipamentele asociate au permis realizarea unor determinări experimentale relevante, cu impact redus asupra mediului și un consum minim de resurse.

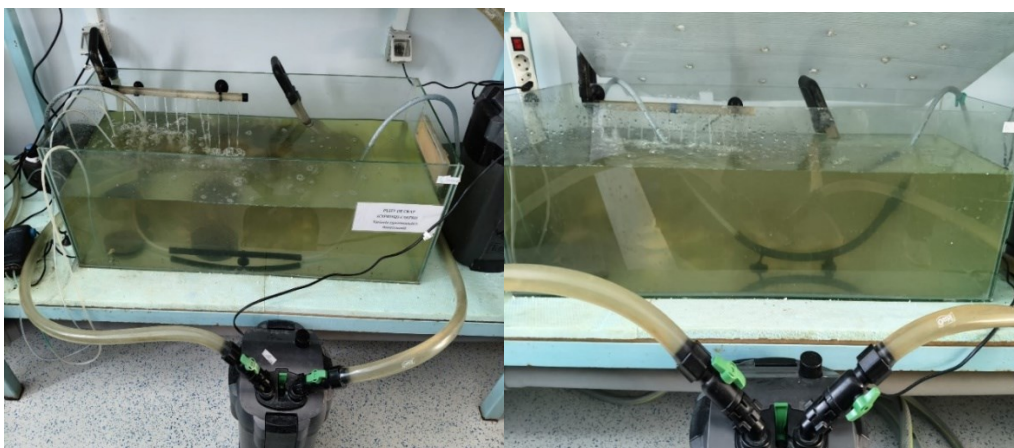


Foto nr. 2. Sistemul recirculant de acvacultură de tip acvariu (foto original)

Materialul biologic

Materialul biologic folosit în cadrul experimentului este reprezentat de puiet de crap în vârstă de aproape 3 luni (Foto 3), obținut în cadrul Laboratorului Experimental de Cercetări Agro-pescărești Brateș al Institutului de Cercetare-Dezvoltare pentru Ecologie Acvatică, Pescuit și Acvacultură, Galați. Exemplarele de crap au fost distribuite randomizat în două variante experimentale, anume:

- VM - Varianta martor cu biomasă medie inițială – 1061 g; număr de exemplare 69; masa medie individuală – $15,38 \pm 1,68$ g/ex;
- VB - Varianta biorezonanță cu biomasă medie inițială – 994 g; număr de exemplare 69; masa medie individuală – $14,41 \pm 1,93$ g/ex.

Exemplarele de crap, din varianta VB, au fost supuse unor tratamente biofizice, care reprezintă interacțiunea controlată dintre undele acustice și materialul biologic. Efectul biorezonanței este acela de a produce efecte benefice asupra creșterii sau efecte de inhibare asupra agenților patogeni, fără administrarea substanțelor chimice.

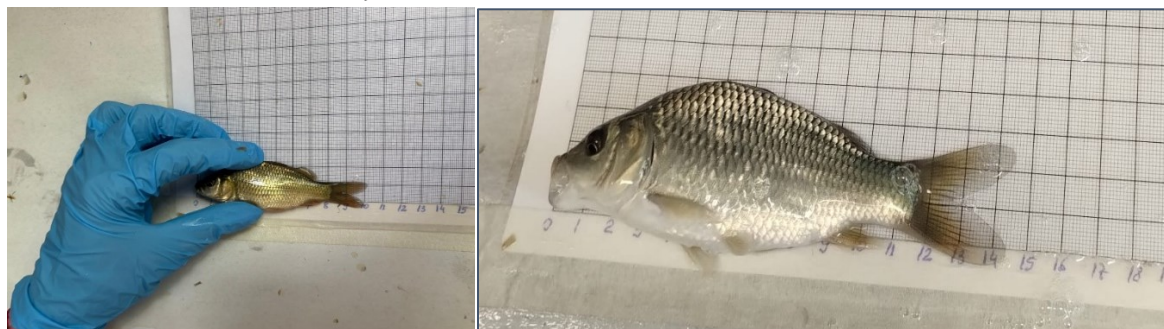


Foto nr. 3. Exemplare puiet de crap la începutul și sfârșitul experimentului(foto original)

Experimentul s-a desfășurat în intervalul iulie-septembrie (24.07.2026-14.09.2026), pe o perioadă de 48 de zile. Exemplarele de crap au fost hrănite cu furaj cu un conținut de 50% de proteină brută (tabelul nr. 1), adecvat pentru vârsta peștilor. Intensitatea hrănirii/rația, exprimată prin cantitatea de hrană administrată în raport cu masa corporală a biomasei de cultură, a fost de 3% (kg hrană*zi/kg masa corporală).

Hrana a fost administrată în unitățile de creștere în intervalul 9 a.m. – 4 p.m. Frecvența hrănirii: 3 mese/zi, administrarea peletelor realizându-se manual la orele 8 a.m.; 1 p.m.; respectiv 4 p.m. Managementul alimentației preconizat, sub aspectul modului de administrare a hranei și al intervalului orar menționat, asigură șanse egale pentru toate exemplarele din bazine în ceea ce privește accesul la hrană.

Tabelul nr. 1. Compoziția biochimică a furajului *Aqua Start*,
granulație de 1,5 mm

Nutrienții	Unitatea de măsură	Valorile <i>Aqua Start</i> 1,5 mm
Proteină brută	%	50
Grasime brută	%	20
Celuloză	%	0,5
Fosfor	%	1,25
Vitamina A	I.U.	12500
Vitamina D3	I.U	2250
Vitamina E	mg	250
Vitamina C	mg	300
Energie digestibilă	MJ/kg	19,7

Evaluarea indicatorilor de performanță a creșterii

La începutul și sfârșitul experimentului peștii au fost cântăriți și s-au calculat următorii parametri: sporul real de creștere [Sr], ritmul zilnic de creștere [GR], rata specifică de creștere [SGR], factorul de conversie al hranei [FCR], factorul de conversie al proteinei [PER], folosind următoarele ecuații:

• Sporul real de creștere [Sr] se calculează ca diferența dintre biomasa finală și biomasa inițială.

[Sr] = (Bf) – (Bi) [g], unde, Bf - biomasă finală;

Bf - Biomasă inițială.

• Ritmul zilnic de creștere [GR] – se determină prin raportarea diferenței dintre biomasa finală (Bf) și biomasa inițială (Bi) la timpul de creștere (t) exprimat în număr de zile.

$[GR] = (Bf - Bi)/t$ [g/zi], unde,

t – număr de zile.

• Factorul de conversie al hranei [FCR] – se calculează prin raportarea cantității de furaje distribuite la sporul de creștere a peștelui.

$[FCR] = Q/Sr$ [g furaj/g spor biomasa], unde FCR – coeficient de conversie;

Q – cantitate de furaje administrate; Sr – sporul real de creștere.

• Rata specifică de creștere [SGR] – se determină conform relației: $[SGR] = 100 \times (\ln Bf - \ln Bi)/t$ [%/zi]

• Factorul de conversie al proteinei [PER] – se calculează cu ajutorul relației:

$[PER] = Sr/F \times Pb$ [g/g], unde, Sr- spor de creștere (g);

F – cantitatea de furaje ingerate (g);

Pb - ponderea proteinei brute în furaj, exprimată zecimal.

Analiza indicatorilor hematologici

La sfârșitul perioadei experimentale, fără a periclita latura tehnologică a experimentului, prin manipulare în condiții de siguranță a biomasei de cultură, s-au prelevat probe biologice de sânge (cca. 0,3 ml) de la 10 exemplare de puiet de crap din ambele variante experimentale (VM și VB). La pești există mai multe metode de recoltare a sângelui: puncție cardiacă – la pești de dimensiuni mari, puncție din vena caudală – la pești de diferite dimensiuni, tăierea caudalei – la pești de dimensiuni mici.

Prelevarea s-a realizat prin puncție din vena caudală folosind heparina ca anticoagulant, această metodă fiind cea mai puțin invazivă și, în care nu este necesară sacrificarea animalului. Pentru evitarea contaminării sângelui prelevat cu mucus sau apă, locul de prelevare a fost șters în prealabil, iar după recoltare, pentru dezinfectare, a fost tamponat cu soluție de betadină 10 %. La această metodă de recoltare este nevoie de o seringă și un ac de unică folosință care trebuie introdus în lungul liniei mediane, în spatele înotătoarei anale. Prelevarea probelor s-a efectuat pe puiet de crap sedat în prealabil cu ulei de cuișoare.



Foto nr. 4. *Prelevarea probelor biologice de sânge (foto original)*

Pentru a urmări efectul biorezonanței asupra stării de sănătate a biomasei de cultură reprezentată de puiet de crap, s-au prelevat probe biologice de sânge la sfârșitul experimentului (cca. 0,3 ml) de la 10 exemplare din fiecare variantă experimentală, extrase aleator.

După recoltarea probelor de sânge s-au determinat principalii indicatori hematologici (hematocrit, hemoglobină, eritrocite, respectiv constante eritrocitare) prin metode deja consacrate în literatura de specialitate și medicina veterinară (Blaxhall P.C., 1973; Ghergariu et al., 1985; Svobodova Z., 1991).

Determinarea cantitativă a hemoglobinei (Hb).

Pentru determinarea cantitativă a hemoglobinei am utilizat metoda colorimetrică cu reactiv Drabkin. Probele de sânge au fost analizate cu ajutorul spectrofotometrului SPECORD 210 Analytikjena la o lungime de undă de 540 nm.

Determinarea hematocritului (Ht).

Hematocritul s-a determinat prin metoda microhematocritului ce presupune centrifugarea sângelui în tuburi capilare de microhematocrit heparinate. Centrifugarea se face cu ajutorul aparatului HETTICH HAEMATOCIT 210, la o turație 12000 rot/min timp de 5 minute. În urma centrifugării s-a citit pe nomogramă (tubul de microhematocrit așezându-se perpendicular pe nomogramă) raportul dintre elementele figurate și plasma sanguină. Valoarea hematocritului reprezintă exprimarea procentuală a raportului dintre volumul eritocitar (coloana roșie) și volumul total sanguin (coloana totală). Determinarea hematocritului este cea mai exactă metodă

pentru aprecierea stării de anemie și de policitemie (creșterea numărului de eritrocite). Literatura de specialitate recomandă citirea Ht imediat după centrifugare pentru a preîntâmpina erori datorate evaporării plasmei din tuburi.

Determinarea numărului de globule roșii (N).

Determinarea numărului de globule roșii s-a efectuat după metoda clasică, utilizând ca lichid de diluție - soluția Vulpian, camera de numărat Neubauer și pipeta Potain pentru eritrocite. Cu pipeta Potain s-a aspirat sânge până la diviziunea 0,5, apoi lichid de diluție Vulpian (nu produce hemoliza eritrocitelor) până la diviziunea 101, realizându-se o diluție de 1:200. Apoi s-a agitat bine pipeta Potain, timp de aproximativ 1 minut, s-au eliminat primele 2-3 picături iar următoare picătură s-a pus în camera de numărat, pe care în prealabil s-a montat lamela perfect (până la observarea inelelor lui Newton). După cca. 1 minut s-au numărat eritrocitele din 5 pătrate situate între liniile triple din mijlocul crucii. Pentru numărarea eritrocitelor pe hemocitometru s-a folosit microscopul la o mărire de 10 oc. × 40 ob.

Constantele eritrocitare.

Constantele eritrocitare reflectă gradul de funcționare al eritrocitelor, conținutul de hemoglobină al fiecărui eritrocit și raportul dintre acest conținut și valoarea lui. Cele mai importante constante eritrocitare sunt: VEM, HEM, CHEM.

Rezultate și discuții

Crapul este un pește extrem de important în acvacultură, la nivel mondial fiind preferat de mulți acvacultori pentru rata de creștere satisfăcătoare și adaptabilitatea ridicată, constatate în diferite sisteme de producție. Crapul, în sistemele de creștere intensivă recirculante, poate duce la randamente ridicate pe tot parcursul anului, cu puțin stres în ceea ce privește calitatea apei de întreținere. Deși utilizarea de sisteme de recirculare presupune costuri ridicate de întreținere, aceasta ar putea fi justificată printr-o mare densitate și practicarea unui management de producție eficient.

Evaluarea parametrilor fizico-chimici ai apei tehnologice

Principalul deziderat tehnologic ce trebuie realizat într-un sistem recirculant de acvacultură constă în asigurarea unor condiții mediale care să corespundă, într-o cât mai mare măsură, particularităților ecofiziologice ale speciei de cultură – puietul de crap în cazul de față (Cristea și colab., 2002).

Temperatura optimă cerută pentru creștere și alte activități fiziologice variază în mare măsură în funcție de specie. Fiecare specie are o temperatură optimă pentru creștere care este probabil determinată de temperatura optimă pentru activitatea specifică a enzimelor. Parametrii de calitate ai apei pentru creșterea crapului sunt prezentați în tabelul nr. 2.

Tabelul nr. 2. Valorile optim admisibile ale principalilor parametri fizico-chimici ai apei dintr-un sistem recirculant de acvacultură pentru specia *Cyprinus carpio*.

Parametrul analizat	U.M.	Valoarea optima
Temperatura	° C	21-27
Oxygen dizolvat	mg/l	6-8
	% (saturație)	70-105
Cl ⁻	mg/l	1-100
pH	u pH	7,0-8,0
Amoniac (NH ₃)	mg/l	<0,02
Azotul total amoniacal (TAN)	mg/l	<2,00
Azotiti (NO ₂ ⁻)	mg/l	<0,10
Azotati (NO ₃ ⁻)	mg/l	<30,00

Temperatura apei (°C), în strânsă corelație cu oxigenul dizolvat, este cea mai importantă caracteristică a apei care afectează bunăstarea fizică a peștilor și a înregistrat pe perioada experimentală valori medii de $24,93 \pm 1,37$ °C în varianta martor (VM) și $25,15 \pm 1,36$ °C în varianta cu biorezonanță (VB). Figura nr. 1 reliefează dinamica acestui parametru pe perioada experimentală (48 de zile).

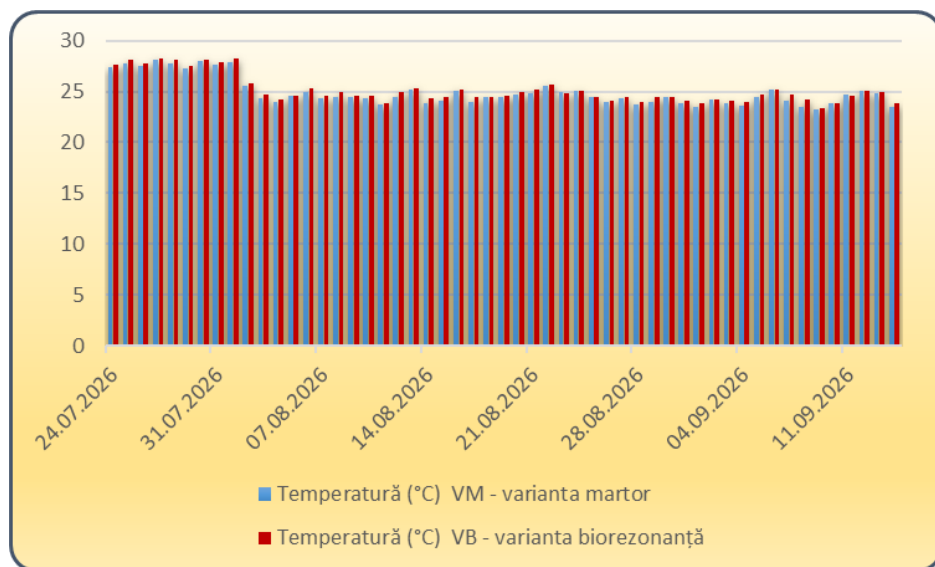


Figura nr. 1. Valorile înregistrate ale temperaturii în perioada experimentală

Oxigenul dizolvat (DO) reprezintă unul dintre cei mai importanți parametri calitativi ai apei care determină, în sens limitativ, nivelul capacității portante, respectiv al densității de populare dintr-un sistem recirculant. Concentrația oxigenului dizolvat, măsurată la nivelul unităților de creștere, a înregistrat valori medii de $6,56 \pm 0,32$ mg/l în varianta experimentală martor (VM) și $6,35 \pm 0,30$ mg/l în varianta experimentală cu biorezonanță (VB), optim pentru specia de cultură, iar reprezentarea grafică este redată în figura nr. 2.

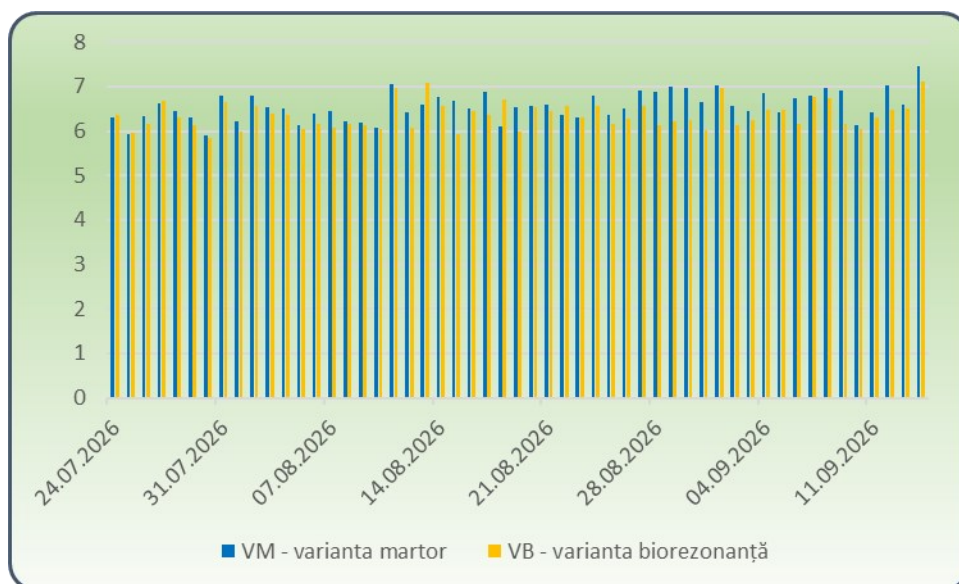


Figura nr. 2. Valorile înregistrate ale oxigenului dizolvat în perioada experimentală

pH-ul apei s-a menținut în intervalul admisibil pentru creșterea crapului, 7,30–7,95. Se cunoaște faptul că evaluarea compușilor cu azot are importanță deosebită în acvacultură, deoarece o parte din produșii de descompunere, în principal amoniacul și nitriții, sunt toxici; într-o măsură mai mică, și azotații devin toxici atunci când, prin acumulare, ating concentrații mari. Săptămânal, compușii azotului (N-NO_2^- , N-NO_3^- , N-NH_4^+) s-au determinat cu spectrofotometrul folosind kituri compatibile specifice. În acest sens, compușii azotului pe durata experimentală au fost menținuți în ecartul optim (nitriți < 0,1 mg/l și nitrați 15-23 mg/l) prin schimbarea unui volum de apă de 20-30% din totalul unității de creștere și prin capacitatea filtrelor de a condiționa apa tehnologică.

Evaluarea performanței de creștere a puietului de crap

Ipoteza formulată în cadrul acestui experiment a vizat investigarea efectelor biorezonanței asupra performanței de creștere a materialului biologic, urmărindu-se identificarea unor posibile diferențe de creștere între variantele experimentale (VM – varianta martor și VB – varianta cu biorezonanță). Pentru a evidenția exclusiv influența biorezonanței, ambele unități de creștere au fost menținute în condiții de mediu asemănătoare pe toată durata experimentului.

Pentru a evalua efectul biorezonanței asupra creșterii, am analizat și relația dintre greutate și lungime ($G = a \cdot L^b$) în bazinul martor și în bazinul cu biorezonanță, atât la începutul, cât și la finalul perioadei experimentale (24.07–14.09.2026), regresia fiind calculată prin transformare logaritmică, iar rezultatele fiind comparate între bazine și între cele două momente experimentale.

Datele sunt reprezentate grafic, astfel:

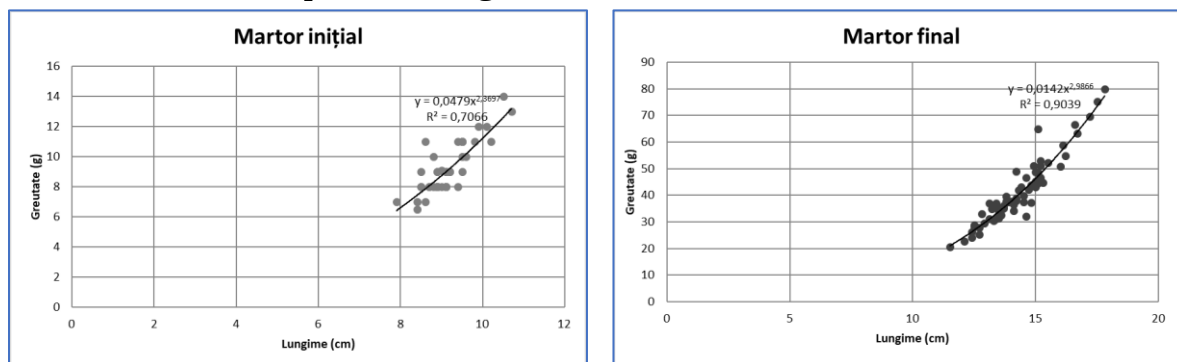


Figura nr. 3. Regresiile greutate lungime a lotului de puiet de crap în varianta experimentală martor

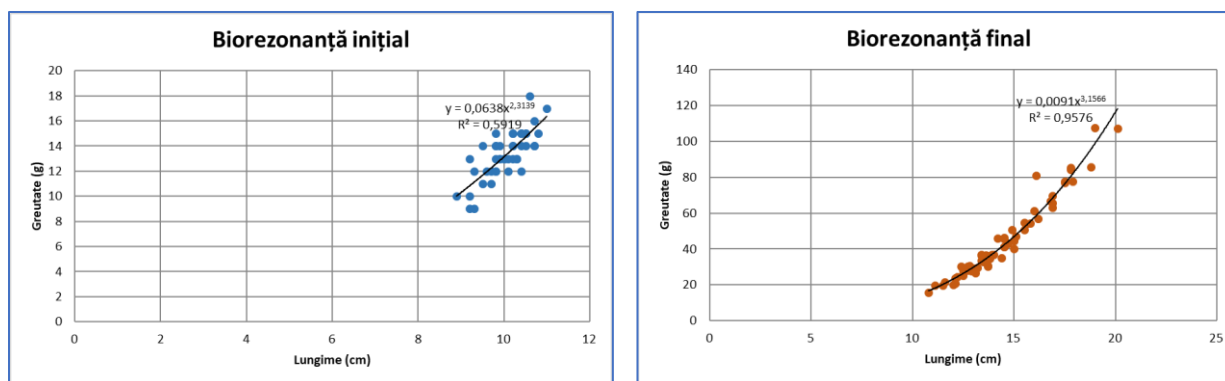


Figura nr. 4. Regresiile greutate lungime a lotului de puiet de crap în varianta experimentală cu tratament biofizic (biorezonanță)

În toate cele patru loturi greutatea crește cu lungimea după o lege de putere ($G = a \cdot L^b$), cu R^2 între 0,60 și 0,96, deci lungimea explică cea mai mare parte din variația greutății. Loturile finale au R^2 mai mare (0,90 la martor, 0,96 la biorezonanță) decât cele inițiale (0,67 și 0,60). Aceasta arată că, în varianta cu biorezonanță, greutatea exemplarelor a fost determinată într-o măsură mai mare de lungime, deci creșterea corporală a fost mai uniformă și mai bine corelată, iar relația lungime–greutate s-a stabilizat. Valoarea exponentului b apropiată de 3 (3,16 la biorezonanță și 2,99 la martor) indică, în ambele variante, o creștere aproximativ izometrică.

Indicatorii de performanță tehnologică ai puietului de crap obținuți la sfârșitul perioadei experimentale sunt prezentați sintetic în tabelul nr. 3.

Tabelul nr. 3. Indicatori de performanță tehnologică privind creșterea crapului în perioada experimentală

Varianta experimentală	VM - varianta martor	VB - varianta biorezonanță
Indicatorul/bazinul	B1	B2
Numar pesti inițial	69,00	69,00
Număr pești final	67,00	68,00
Supraviețuirea (%)	97,10	98,55
Biomasa inițială (g)	1061,00	994,00
Biomasa inițială (kg/m ³)	2,12	1,99
Biomasa finală (g)	2739,00	3024,00
Biomasa finală (kg/m ³)	5,48	6,05
Spor creștere biomasa (g)	1678,00	2030,00
Spor creștere biomasa (kg/m³)	3,36	4,06
Masa medie inițială (g/ex)	15,38	14,41

Varianta experimentală	VM - varianta martor	VB - varianta biorezonanță
Masa medie finală (g/ex)	40,88	44,47
Spor creștere individual (g)	25,50	30,06
Zile creștere	48,00	48,00
Proteina bruta furaj (PB %)	50,00	50,00
Ratia zilnică (% biomasa)	3,00	3,00
Cantitatea totală de furaje distribuite (g)	2414,00	2693,00
GR (Rata creșterii zilnice) (g/zi)	34,96	42,29
SGR (%/zi)	1,98	2,32
FCR (g furaj/g spor biomasa)	1,44	1,33
PER (raportul eficienței proteinelor) (g/g)	1,39	1,51

Performanța tehnologică joacă un rol important în cazul operării unui sistem recirculant de acvacultură, aceasta depinzând de o multitudine de factori, printre care se numără satisfacerea cerințelor nutriționale ale speciei de cultură în concordanță cu vârsta, precum și maximizarea eficienței hrănirii, respectiv optimizarea coeficientului de conversie a hranei.

Rezultatele obținute evidențiază un spor de creștere al biomasei totale mai mare cu 21% în varianta experimentală cu biorezonanță (VB) și un spor individual de creștere mai mare cu 17,9% tot în aceeași variantă (figura nr. 5).

Ritmul de creștere al puietului de crap a înregistrat o rată a creșterii zilnice mai mare cu 21% în varianta cu biorezonanță, comparativ cu martorul și o rată specifică de creștere mai mare cu 17,2 % în varianta experimentală cu biorezonanță (figura nr. 6). De asemenea, factorul de conversie al hranei a fost cu 7,6% mai eficient în varianta cu biorezonanță, în timp ce eficiența reținerii proteinei de către puietul de crap a fost cu 8,6% mai mare în varianta experimentală cu biorezonanță, comparativ cu varianta martor (figura nr. 7).

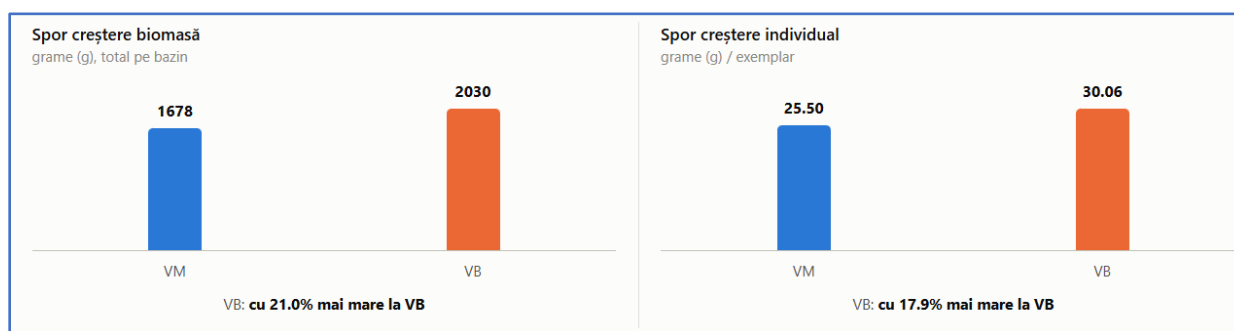


Figura nr. 5. Sporul de creștere al puietului de crap

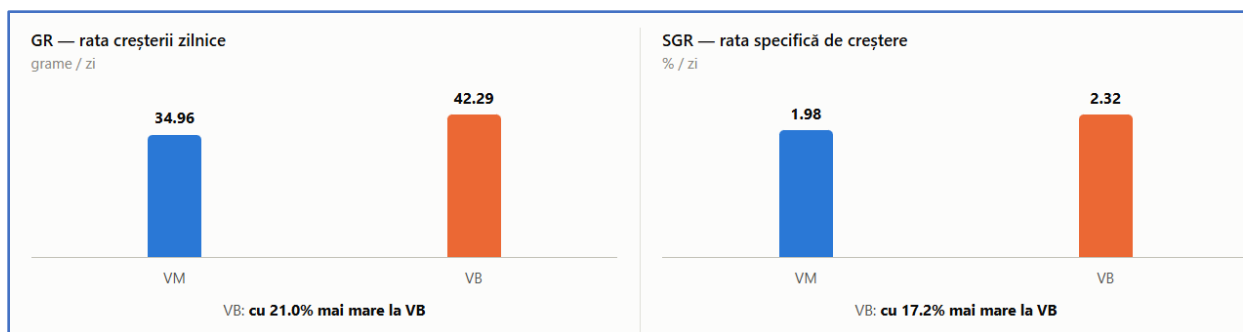


Figura nr. 6. Ritmul de creștere al puietului de crap

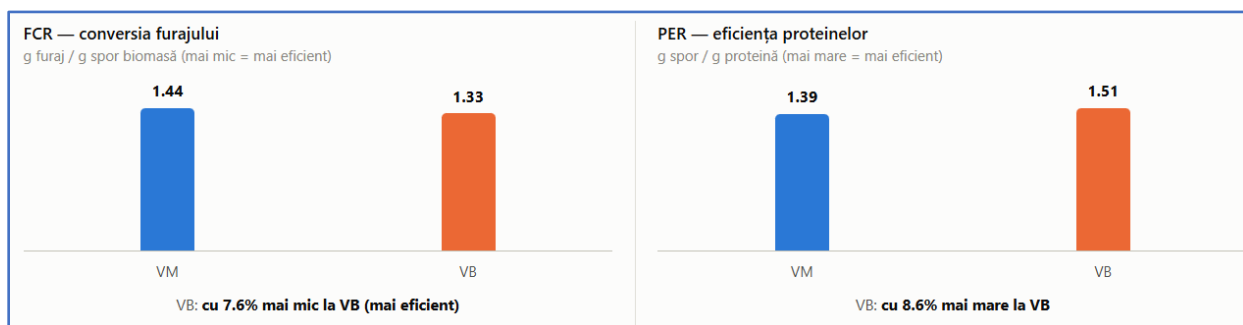


Figura nr. 7. Eficiența furajării puietului de crap

Analiza hematologică și biochimică a sângelui

Sângele este componenta principală a mediului intern din care mai fac parte lichidul interstițial și limfa. Ca o consecință a caracteristicilor sale structurale, sângele îndeplinește un rol homeostatic de primă importanță pentru organismul animal, fiind implicat în următoarele funcții de bază: respirație, nutriție, excreție și termoreglare.

Prin investigarea anumitor caracteristici calitative și cantitative ale sângelui, putem obține informații prețioase cu privire la starea fiziologică a biomasei de cultură. Modificarea unor caracteristici sanguine reprezintă răspunsul ecofiziologic al sângelui care asigură supraviețuirea organismului în condiții diferite de mediu.

Pentru a evidenția, într-un mod cât mai fidel, răspunsul fiziologic al acțiunii tratamentului biofizic (biorezonanța) asupra performanței de creștere și stării de sănătate a puietului de crap (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758), s-a analizat dinamica valorilor indicatorilor hematologici și a constantelor eritrocitare la finalul perioadei experimentale.

Pentru a evalua în mod obiectiv impactul biorezonanței asupra stării de sănătate a exemplarelor de crap, valorile obținute pentru principalii parametri hematologici au fost comparate cu intervalele de referință disponibile în literatura de specialitate (Tabelul 4).

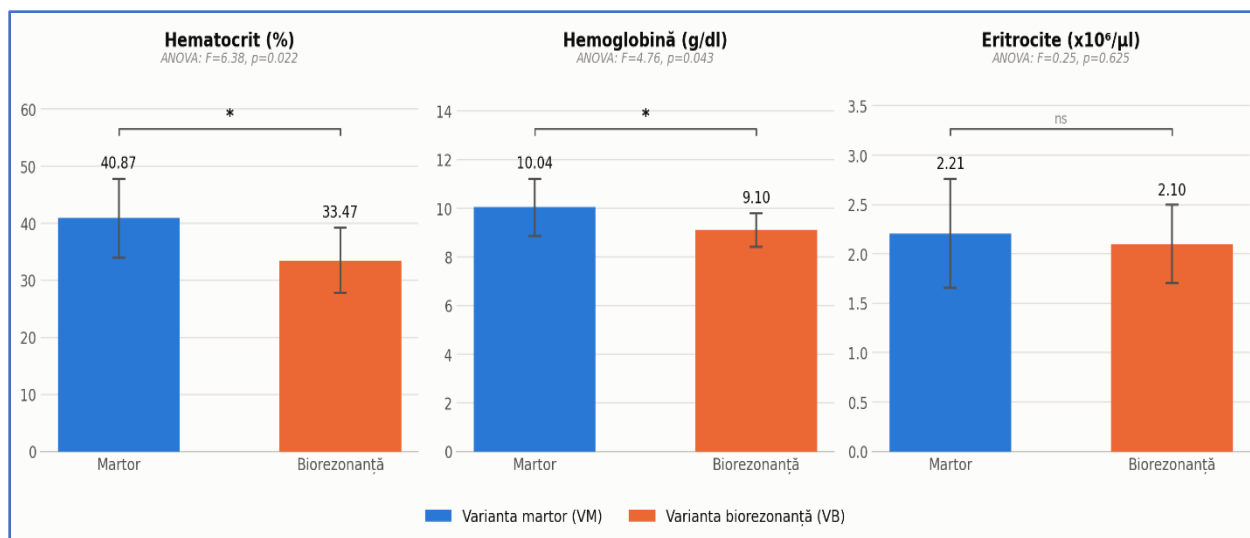
Tabelul nr. 4. Indicatori de hematologici ai speciei *Cyprinus carpio* –
intervale de referință

Bibliographical references	Red blood cells (10 ⁶ /μl)	Hb (g/dl)	Ht (%)	VEM (μm ³ / erythrocyte)	HEM (pgHb/ erythrocyte)	CHEM (gHb/ 100ml erythrocyte)	WBC (10 ³ / μl)
Ghittino, 1983	1.10-2.20	6,5-10,6	32.- 43,8	152-364	50-63	15-25	-
Bastami K.D, et 2009,	1,397	8,73	31,5	225	59-64	27,4-28,8	-
Kumar V. et al., 2010	1,58	5	29,75	189,3	31,8	17,14	143
Gulec A.K. et al., 2011	1,02	11,7	17,9	198	166	89,5	-
Sieroslawska A. et al., 2012	1,5	6,4	29	198,62	43,07	21,8	-
Yonar et. al., 2014	1,49	7,66	34,2	230	51	243	36
Bojarski et al., 2015	1,47	10,25	24	176,6	78,8	44,6	43,8
Witenska M. et al., 2016	1,43	6,6	24,8	189	50,2	27,8	56
Kondera et. al., 2019	1,525	6,8	29,4	199,9	46	23,0	82,4

Indicatorii hematologici (numărul de eritrocite și leucocite, hemoglobina, hematocritul și constantele eritrocitare) reflectă starea fiziologică și de sănătate a peștilor și răspunsul organismului la factorii de mediu, la stres și la agenții patogeni. În tabelul următor sunt prezentate rezultatele indicatorilor hematologici înregistrate la finalul perioadei experimentale.

Tabelul nr. 5. Indicatori hematologici ai puietului de crap la
finalul perioadei experimentale

Variante	Hb (g/dl)		Ht (%)		Nr. eritrocite (mil/μl)	
exp.	min-max	X±SD	min-max	X±SD	min-max	X±SD
VM	7,40-11,66	10,04±1,17	30,87-53,33	40,87±6,09	1,52-3,02	2,21±0,55
VB	8,12-10,29	9,10±0,69	25,42-42,11	33,47±5,74	1,63-2,86	2,10±0,39



* - diferențe semnificative statistic ($p < 0,05$)
 ns - diferențe ne semnificative statistic ($p > 0,05$)

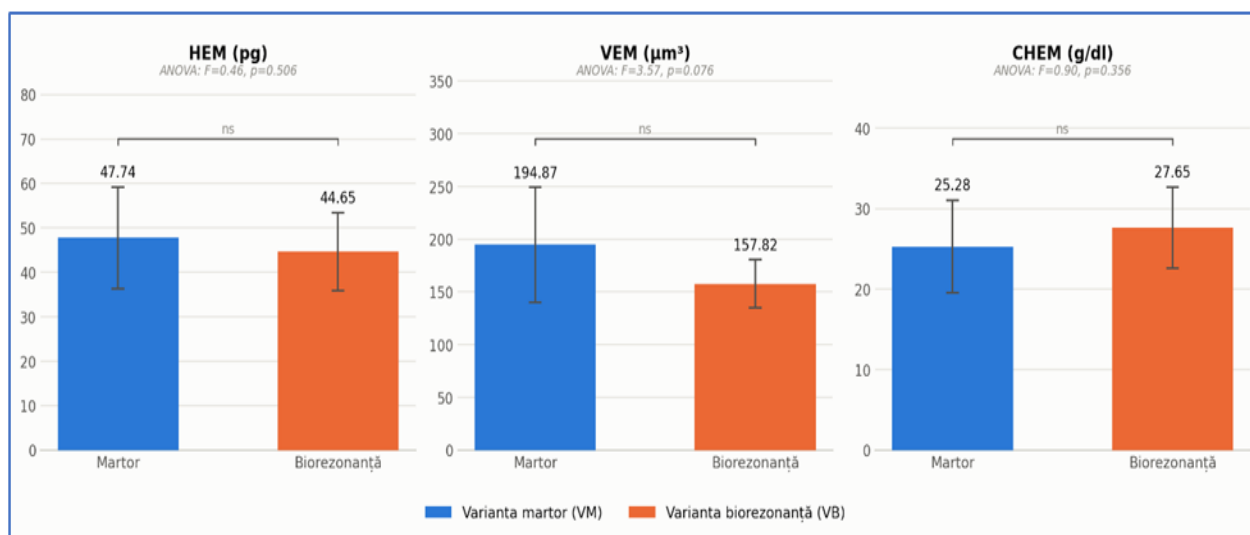
Figura nr. 8. Variația hematocritului, hemoglobinei și numărului de eritrocite în cele două variante experimentale

Pentru hematocrit, valoarea medie a scăzut semnificativ statistic în lotul biorezonanță (33,47%) față de lotul martor (40,87%), diferența fiind confirmată de test statistic. Aceeași tendință se observă și la hemoglobină, unde media a scăzut de la 10,04 g/dl în lotul martor la 9,10 g/dl în lotul cu biorezonanță, diferență, de asemenea, semnificativă. În schimb, numărul de eritrocite nu diferă semnificativ între cele două loturi (2,21 față de 2,10 $\times 10^6/\mu\text{l}$).

Corelând cei trei indicatori hematologici, numărul de eritrocite a rămas practic neschimbat, dar conținutul global de hemoglobină și proporția de masă eritrocitară (hematocritul) au scăzut semnificativ în lotul tratat prin biorezonanță. Practic, peștii din acest lot au un număr similar de celule roșii, dar acestea transportă, în medie, mai puțină hemoglobină per volum de sânge, un tablou compatibil mai degrabă cu o ușoară hemodiluție sau cu o reducere a încărcării hemoglobinice a eritrocitelor decât cu o scădere efectivă a eritropoiezei.

Tabelul nr. 6. Variațiile înregistrate pentru constantele eritrocitare (VEM, HEM și CHEM) la puietul de crap

Variante	VEM		HEM		CHEM	
	min-max	X±SD	min-max	X±SD	min-max	X±SD
VM	119,65-292,40	194,87±54,58	32,28-65,14	47,74±11,45	18,28-33,81	25,28±5,74
VB	124,92-186,65	157,82±22,84	32,83-57,17	44,65±8,74	20,42-37,23	27,65±5,03



ns - diferențe nesemnificative statistic ($p > 0,05$)

Figura nr. 9. Variația constantelor eritrocitare (VEM, HEM și CHEM) la puietul de crap

Constantele eritrocitare ale puietului de crap calculate au fost: HEM (hemoglobina eritrocitară medie), VEM (volumul eritrocitar mediu) și CHEM (concentrația eritrocitară medie de hemoglobină), indicatori care descriu, spre deosebire de hematocrit și hemoglobina totală, caracteristicile fiecărui eritrocit în parte. Pentru niciunul dintre cei trei indicatori, diferența dintre lotul martor și lotul biorezonanță nu atinge pragul de semnificație statistică. HEM scade ușor, de la 47,74 pg în lotul martor la 44,65 pg în lotul biorezonanță. CHEM are chiar o tendință inversă, ușor crescătoare în lotul biorezonanță (25,28 față de 27,65 g/dl), de asemenea nesemnificativă. Singurul indicator care se apropie de prag este VEM, cu o scădere de la 194,87 la 157,82 μm^3 o diferență de aproape 19%, care nu trece testul statistic. Cu toate acestea, valorile indicatorilor hematologici înregistrați se încadrează în limitele fiziologice normale specifice speciei crap (*Cyprinus carpio*).

În concluzie, numărul de eritrocite, precum și volumul, conținutul de hemoglobină și concentrația de hemoglobină ale fiecărui eritrocit în parte rămân practic neschimbate statistic între cele două loturi experimentale. Ceea ce s-a modificat semnificativ a fost doar masa totală de hematii/hemoglobină raportată la volumul sanguin (hematocritul și hemoglobina totală). Practic, eritrocitele din lotul cu biorezonanță sunt calitativ similare celor din lotul experimental martor, nu sunt nici mai mici, nici mai sărace în hemoglobină în mod semnificativ, ceea ce sugerează că scăderea hematocritului/hemoglobinei observată anterior este mai degrabă un efect sistemic (posibil hemodiluție) decât o alterare intrinsecă a calității celulelor roșii.

Concluzii

În etapa de adaptare, infecția cu *Ichthyophthirius multifiliis* a evoluat rapid și sever, cu semne clinice specifice și mortalități importante într-un interval scurt de timp. Exemplarele de crap tratate biofizic prin biorezonanță au avut o rată de supraviețuire net superioară loturilor martor, atât în sistemele recirculante de tip acvariu, cât și în viviera flotabilă, ceea ce indică o asociere între tratamentul biofizic și menținerea unei supraviețuiri mai mari în condițiile experimentale prezentate.

În toate loturile experimentale, greutatea a crescut cu lungimea (cu valori ale lui R^2 între 0,60 și 0,96), iar la finalul experimentului relația a fost mai strânsă decât la început, cu R^2 mai mare în varianta cu biorezonanță (0,96) decât în martor (0,90). Aceasta sugerează o creștere corporală mai uniformă și o relație lungime–greutate mai stabilă în varianta cu biorezonanță. Exponentul b , apropiat de 3 (3,16 la biorezonanță, 2,99 la martor), indică, în ambele variante, o creștere aproximativ izometrică (peștii au crescut echilibrat, fără modificări marcate ale formei corpului).

Evaluarea indicatorilor de performanță bioproductivă a puietului de crap supus experimentului a arătat că, deși lotul tratat biofizic prin biorezonanță (VB) a debutat cu o biomasă și o greutate medie individuală ușor mai mici, acesta a depășit lotul martor (VM) la finalul perioadei experimentale de 48 de zile, în condiții de hrănire identice (rație de 3% din biomasă, furaj cu 50% proteină brută). Supraviețuirea a fost mai mare în lotul VB (98,55% față de 97,10%), iar sporul de creștere individual a fost cu aproximativ 18% mai mare, reflectat și în ritmul de creștere. Eficiența valorificării furajului a fost, de asemenea, mai bună în lotul experimental cu biorezonanță, cu un FCR mai scăzut (1,33 față de 1,44 g furaj/g spor) și un PER mai ridicat (1,51 față de 1,39), ceea ce indică un consum de furaj mai eficient transformat în biomasă. În ansamblu, datele susțin un efect favorabil al tratamentului biofizic prin biorezonanță asupra supraviețuirii, ritmului de creștere, eficienței factorului de conversie și reținerii proteinei crapului, comparativ cu varianta experimentală martor.

Aplicarea tratamentului biofizic prin biorezonanță a determinat modificări hematologice moderate prin reducere semnificativă statistic a hematocritului și hemoglobinei totale, în limitele fiziologice normale ale speciei, fără afectarea numărului de eritrocite sau a constantelor eritrocitare (HEM, VEM, CHEM), concomitent cu o îmbunătățire a performanței bioproductive: supraviețuire mai ridicată, ritm de creștere superior (GR, SGR) și eficiență a valorificării furajului mai bună (FCR redus, PER crescut) comparativ cu lotul

experimental martor, ceea ce sugerează un efect favorabil al tratamentului.

Referințe bibliografice

1. Grozea, A., 2007 – Ciprinicultură. Editura Mirton, Timișoara, ISBN 978-973-52-0198-2.
2. Cristea Victor, Iuliea Grecu, Cornel Ceapă, 2002 – Ingineria sistemelor recirculante din acvacultură, Editura Didactică și Pedagogică, ISBN 973-30-2785-5 .
3. Gheorghe-Irimia, R.-A., Tăpăloagă, D., Șonea, C., Usturoi, A., & Tăpăloagă, P.-R. (2024). Aquaculture in Transition: Predictive Insights into Romanian Aquaculture Production. Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development", 24(2), https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.24_4/volume_24_4_2024.pdf
4. Dăscălescu Paul, Costea Mihaela, Bolile peștilor de acvacultură – Metode de diagnostic, tratament și biosecuritate, Editura CORAL SANIVET, București, 2014, ISBN 978-973-8237-56-8.
5. Blaxhall, P.C.; Daisley, K.W. Routine Haematological Methods for Use with Fish Blood. J. Fish Biol. 1973, 5, 771–781, doi:10.1111/j.1095-8649.1973.tb04510.x.
6. Ghergariu, S.; Pop, A.; Kadar, L., Clinical Veterinary Laboratory Guide, Editura Ceres, 1985, ISBN/COD:127IPCRAGH.
7. Svobodova, Z.; Vykusová, B. Manual for International Training Course on Fresh-Water Fish Diseases and Intoxications: Diagnostics, Prophylaxis and Therapy; Redakce MVDr. Zdeňka Svobodov, 1991, ISBN 80-901087-0-9.
8. Ghittino, P. Technology and Pathology in Aquaculture; Ed. Bono, Torino, 1983.
9. Darvish Bastami, K.; Haji Moradlou, A.; Mohamadi Zaragabadi, A.; Salehi Mir, S.V.; Shakiba, M.M. Measurement of Some Haematological Characteristics of the Wild Carp. Comp. Clin. Pathol. 2009, 18, 321–323, doi:10.1007/s00580-008-0802-7.
10. Kumar, V.; Makkar, H.P.S.; Amselgruber, W.; Becker, K. Physiological, Haematological and Histopathological Responses in Common Carp (Cyprinus Carpio L.) Fingerlings Fed with Differently Detoxified Jatropha Curcas Kernel Meal. Food Chem. Toxicol. 2010, 48, 2063–2072, doi:10.1016/j.fct.2010.05.007.
11. Gulec, A.K.; NC, Y.; Danabas, D.; N, Y. Some Haematological and Biochemical Parameters in Common Carp (Cyprinus carpio L., 1758) in Munzur River, Tunceli, Turkey, Asian Journal of Chemistry, 2011, Vol.

- 23, No. 2, 910-912.
12. Sieroslawska, A.; Rymuszka, A.; Velisek, J.; Pawlik-Skowrońska, B.; Svobodova, Z.; Skowroński, T. Effects of Microcystin-Containing Cyanobacterial Extract on Hematological and Biochemical Parameters of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Fish Physiol. Biochem.* 2012, 38, 1159–1167, doi:10.1007/s10695-011-9601-1.
 13. Yonar, S.M.; Ural, M.Ş.; Silici, S.; Yonar, M.E. Malathion-Induced Changes in the Haematological Profile, the Immune Response, and the Oxidative/Antioxidant Status of *Cyprinus carpio*: Protective Role of Propolis. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2014, 102, 202–209.
 14. Bojarski, B.; Ludwikowska, A.; Kurek, A.; Pawlak, K.; Tombarkiewicz, B.; Lutnicka, H. Hematological Alterations in Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) Exposed to Herbicides: Pendimethalin and Ethofumesate Tested Separately and in Mixture. *Folia Biol. (Praha)* 2015, 63, 167–174.
 15. Witeska, M.; Lugowska, K.; Kondera, E. Reference Values of Hematological Parameters for Juvenile *Cyprinus carpio*. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* 2016, 36, 169–180.
 16. Kondera, E.; Witeska, M.; Lugowska, K. Annual Changes in Hematological Parameters of Common Carp Juveniles under Laboratory Conditions. *Ann. Wars. Univ. Life Sci.-SGGW Anim. Sci.* 2019, 58.