



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSORU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
OPOSORU



**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI
SPORTULUI
UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS" GALAȚI
FACULTATEA DE ȘTIINȚA ȘI INGINERIA ALIMENTELOR**

REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT

**Cercetări privind evaluarea plasticității
tehnologice a puietului de crap, *Cyprinus
carpio* (Linnaeus, 1758), în condițiile unui
sistem recirculant de acvacultură
industrială**

Doctorand,

Ing. Ionica ENACHE (BANCU)

**Conducător științific,
Prof. univ. dr. ing. Victor CRISTEA**

Galați, 2012



ROMÂNIA
UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS”
DIN GALAȚI



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

CB74/11.09.2012

Către

Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați vă face cunoscut că în data de 22.11.2012, ora 11.30, în sala 027 a Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată: "CERCETĂRI PRIVIND EVALUAREA PLASTICITĂȚII TEHNOLOGICE A PUIETULUI DE CRAP, CYPRINUS CARPIO, LINNAEUS, 1758, ÎN CONDITIILE UNUI SISTEM RECIRCULANT DE ACVACULTURĂ INDUSTRIALĂ", elaborată de doamna ENACHE IONICA(BANCU), în vederea conferirii titlului științific de doctor în Domeniul de doctorat - Inginerie industrială.

Comisia de doctorat are următoarea componență :

- 1. Presedinte:** Prof.univ.dr.ing. Petru ALEXE
Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați
- 2. Conducător de doctorat:** Prof.univ.dr.ing. Victor CRISTEA
Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați
- 3. Referent oficial:** Prof.univ.dr.ing. Ștefan DIACONESCU
Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București
- 4. Referent oficial:** Cercet.st.gr.I dr.ing. Mioara COSTACHE
Director - Centrul de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură, Nucet, Dâmbovița
- 5. Referent oficial:** Prof.univ.dr.ing. Lucian OPREA
Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați

Cu această ocazie vă transmitem rezumatul tezei de doctorat și vă invităm să participați la susținerea publică. În cazul în care doriți să faceți eventuale aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării, vă rugăm să le transmiteți în scris pe adresa Universității, str. Domnească nr. 47, 800008 - Galați, Fax - 0236 / 461353.

RECTOR,

Prof.univ.dr.ing. Iulian Gabriel BÎRSAN

Prețul succesului este munca grea, dedicare și determinare, chiar dacă vom câștiga sau pierde, vom ști că am dat tot ce e mai bun din noi pentru a reuși!” – Vince Lombardi

MULȚUMIRI

*La finalizarea celor trei ani de doctorat doresc să adresez respectuase mulțumiri, în primul rând, domnului **Prof. univ. dr. Ing. Victor CRISTEA**, care mi-a făcut onoarea de a accepta conducerea tezei de doctorat, pentru profesionalismul cu care m-a ghidat pe drumul către obținerea titlului de doctor, pentru competența și permanenta îndrumare științifică și pentru materiale bibliografice personale foarte prețioase prin conținut, sferă de cuprindere și actualitate. Doresc, deasemenea, să-i mulțumesc pentru sprijinul moral acordat și pentru permanetul ajutor pe care l-am primit în elaborarea tezei de doctorat.*

*Deasemenea, doresc să mulțumesc membrilor comisiei de doctorat care au răspuns favorabil solicitării de a fi referenți și mi-au acordat onoarea de a evalua prezenta teză de doctorat. Exprim întreaga mea grațitudine și recunoștință domnului **Prof. univ. dr. ing. Lucian OPREA** din cadrul departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, pentru discuțiile utile și încurajările permanente acordate pe tot parcursul pregătirii tezei de doctorat, doamnei **director dr. ing. Mioara COSTACHE** al Stațiunii de Cercetare – Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet, domnului **Prof. univ. dr. ing. Ștefan DIACONESCU**, de la USAMV București și domnului **Prof. univ. dr. ing. Petru ALEXE**, Decan al Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor din Galați, pentru onoarea de a prezida această comisie.*

*Gânduri de recunoștință se îndreaptă către întregul colectiv de profesori al Catedrei de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru din cadrul Universității “Dunărea de Jos” Galați pentru îndrumările de specialitate acordate în toată perioada de pregătire. În mod cu totul special îi mulțumesc doamnei **Sf. lc. dr. ing. Lorena DEDIU** pentru ideile generoase și îndrumările permanente privind tehnologiile de creștere din acvacultură și doamnei **Sf. lc. dr. ing. Angelica DOCAN** care m-a inițiat în tainele hematologiei.*

*Elaborarea acestei teze a fost realizată cu suportul financiar al proiectului POSDRU cod 88/1.5/S/61445 - Eficientizarea activității studenților din cadrul ciclului de studii doctorale-EFICIENT. În acest sens, îmi îndrept mulțumirile către echipa de management și implementare a proiectului, coordonată de domnul **Prof. univ. dr. Lucian Puiu GEORGESCU**, pentru suportul financiar acordat și domnului **Conf. dr. Gabriel MURARIU** pentru disponibilitatea și răbdarea de care a dat dovadă în decursul celor trei ani de doctorat.*

Mulțumesc tuturor colegilor doctoranzi care m-au sprijinit și încurajat pe parcursul acestor ani de căutări științifice, alături de care am petrecut clipe minunate ce vor rămâne ca amintiri prețioase ale sufletului meu.

În final, dar nu în ultimul rând, îmi exprim recunoștința pentru răbdarea și dragostea de care a dat dovadă soțul meu și pentru suportul moral și încurajările permanente primite din partea cumnatei și fratelui meu.

CUPRINS

PARTEA I. ANALIZA DATELOR DIN LITERATURA DE SPECIALITATE

Introducere, oportunitatea temei abordate.....	7
CAPITOLUL I. Cadrul strategic privind dezvoltarea acvaculturii.....	11
1.1. Acvacultura- istoric, stare actuală.....	11
1.2. Stadiul dezvoltării acvaculturii în sisteme recirculante.....	20
1.3. Acvacultura ciprinidelor.....	25
CAPITOLUL II. Controlul calității apei, managementul tehnologic și operațional in sistemele recirculante de acvacultură.....	29
2.1. Cerințe tehnologice privind calitatea apei.....	29
2.2. Controlul solidelor.....	31
2.3. Controlul compușilor azotului.....	34
2.4. Controlul pH-ului și alcalinității.....	36
2.5. Controlul gazelor dizolvate.....	37
2.6. Managementul administrării hranei.....	40
2.7. Controlul stării igienico-sanitare.....	43

PARTEA A-II-A. ACTIVITATEA EXPERIMENTALĂ

Cercetări privind evaluarea plasticității tehnologice a puietului de crap, *Cyprinus carpio* (Linnaeus,1758), în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială

CAPITOLUL III. Materiale și metode.....	46
3.1. Materialul biologic.....	46
3.2. Infrastructura de cercetare.....	48
3.3. Metode și echipamente pentru analize fizico-chimice și biologice, de determinare a indicatorilor tehnologici și...	

hematologici.....	59
3.3.1. Monitoringul calității apei.....	59
3.3.2. Evaluarea indicatorilor de performanță a creșterii.....	61
3.3.3. Analiza indicatorilor hematologici.....	62
3.4. Prelucrarea statistică a datelor experimentale.....	71
CAPITOLUL IV. Performanța creșterii diferitelor clase de mărime ale puietului de crap in condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială.....	72
4.1. Ipoteza asumată.....	72
4.2. Design experimental.....	76
4.3. Rezultate și discuții.....	79
4.3.1. Controlul calității apei.....	79
4.3.2. Indicatorii de performanță a creșterii.....	83
4.3.3. Starea de confort tehnologic (welfare) a biomasei de cultură.....	92
4.4. Concluzii.....	100
CAPITOLUL V. Influența densității de stocare asupra performanței de creștere a puietului de crap in condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială.....	104
5.1. Ipoteza asumată.....	104
5.2. Design experimental.....	106
5.3. Rezultate și discuții.....	109
5.3.1. Controlul calității apei.....	109
5.3.2. Indicatorii de performanță a creșterii.....	112
5.3.3. Starea de confort tehnologic (welfare) a biomasei de cultură.....	118
5.4. Concluzii	123
CAPITOLUL VI. Influența luminii asupra dinamicii creșterii puietului de crap in condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială.....	128
6.1. Ipoteza asumată.....	128
6.2. Design experimental.....	130
6.3. Rezultate și discuții.....	133
6.3.1. Controlul calității apei.....	133
6.3.2. Indicatorii de performanță a creșterii.....	137
6.3.3. Starea de confort tehnologic (welfare) a biomasei de cultură.....	144
6.4. Concluzii	162

CAPITOLUL VII. Creșterea compensatorie a puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială.....	168
7.1. Ipoteza asumată.....	168
7.2. Design experimental.....	172
7.3. Rezultate și discuții.....	176
7.3.1. Controlul calității apei.....	176
7.3.2. Indicatorii de performanță a creșterii.....	179
7.3.3. Starea de confort tehnologic (welfare) a biomasei de cultură.....	188
7.4. Concluzii.....	202
CAPITOLUL VIII. Concluzii finale, contribuții personale, direcții ulterioare de cercetare.....	207
Lucrări științifice publicate ce valorifică rezultatele cercetării.....	216
BIBLIOGRAFIE.....	220

INTRODUCERE, OPORTUNITATEA TEMEI ABORDATE

Acvacultura, ca și celelalte practici de producție alimentară și industrială, se află în față provocării dezvoltării sustenabile. Acvacultura a crescut exponențial în ultimii 50 de ani, de la o producție de mai puțin de 1 milion de tone în 1950 la 51,7 milioane de tone în 2006. În timp ce producția din pescuit este în stagnare și chiar în scădere, acvacultura continuă să crească mai rapid decât orice alt sector din producția alimentară animală. Acvacultura va continua să joace un rol important în producția mondială de pește pentru a îndeplini cererea în creștere la nivel mondial de produse pe bază de pește. De aceea este esențial să se identifice în permanență căi și mijloace pentru a face practicile de producție în acvacultură mai sustenabile, eficiente și eficace din punct de vedere al costurilor prin îmbunătățirea capacității forței de muncă, folosirea resurselor și managementul mediului.

În raport cu stadiul actual al cunoașterii și cu oportunitățile oferite de infrastructură de cercetare disponibilă, studiile și cercetările întreprinse au constat, principial, în stabilirea unor potențiali factori ce determină plasticitatea tehnologică a speciei de cultură și inițierea unor experimente care să confirme acest lucru.

În acest context, exprimate sintetic obiectivele științifice abordate, respectiv experimentele derulate constau în:

Obiectivul principal al studiilor și cercetărilor întreprinse constă în evaluarea plasticității tehnologice a puietului de crap crescut intensiv în condițiile unui sistem recirculant, obiectiv exprimat sintetic prin:

- ◆ performanța creșterii diferitelor clase de mărime ale puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială;
- ◆ influența densității de stocare asupra performanței de creștere a puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială;
- ◆ influența luminii asupra dinamicii creșterii puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială;
- ◆ creșterea compensatorie a puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială.

Obiectivele specifice ale cercetării, pentru fiecare din subcomponentele obiectivului general constau în:

- Monitorizarea și controlul calității apei;
- Cuantificarea indicatorilor de performanță a creșterii biomasei de cultură;

- Evaluarea stării de sănătate a biomasei de cultură prin determinarea indicatorilor hematologici și prin stabilirea liniei leucocitare.

STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT

Cercetarea abordată în cadrul prezentei teze are ca principal deziderat științific evaluarea plasticității tehnologice a celei mai importante specii din acvacultura României, crapul, în condițiile creșterii într-un sistem performant, modern de acvacultură industrială, anume sistemul recirculant.

Teza de doctorat este structurată pe 8 capitole, respectiv 234 pagini, din care cea mai mare parte este reprezentată de activitatea experimentală. Teza conține un număr de 26 tabele, 14 de imagini foto și de 120 grafice și figuri, din care marea majoritate sunt originale. Studiul literaturii de specialitate s-a realizat pe baza unei bibliografii bogate, de actualitate, constând în 212 referințe bibliografice, între care, 15 referințe bibliografice sunt reprezentate de lucrări științifice proprii în calitate de prim autor sau coautor.

În **primul capitol** se efectuează o detaliată și riguroasă prezentare a unei multitudini de informații privind: istoricul și starea actuală acvaculturii, atât la nivel mondial cât și la nivel național; stadiul dezvoltării acvaculturii în sisteme recirculante, implicit principalele specii crescute în aceste sisteme de mare actualitate; acvacultura ciprinidelor, de asemenea la nivel mondial și național.

Cel de **al doilea capitol**, expune importanța cunoașterii cerințelor speciei privind calitatea apei. Pentru ca parametrii fizico-chimici ai apei să fie menținuți în ecartul optim se recomandă controlul solidelor, compușilor azotului, pH-ului și alcalinității, a gazelor dizolvate, un management judicios al hranei administrate și controlul stării igienico-sanitare corespunzătoare pentru biomasa de cultură.

Capitolul trei descrie specia studiată, anume, crapul și cele două tipuri de sisteme recirculante, pilot și experimental, utilizate pentru determinările experimentale și nu în ultimul rând metodele și echipamentele pentru analizele fizico-chimice și biologice, de determinare a indicatorilor tehnologici și hematologici.

Cel de **al patrulea capitol** a urmărit să determine dacă, prin separarea pe clase de mărime, este influențată variabilitatea puietului de crap, *Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758, în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială. De asemenea, s-a urmărit gradul de normalitate a stării fiziologice a puietului de crap prin evaluarea răspunsului hematologic a celor patru clase de mărime.

Scopul **capitolul V** a fost acela de a evalua plasticitatea tehnologică a puietului de crap într-un sistem recirculant de acvacultură industrială, prin prisma modului în

care densitatea de stocare influențează performanța creșterii, respectiv starea de confort tehnologic.

Capitolul VI a avut drept scop evaluarea plasticității tehnologice a puietului de crap, în raport cu regimul de luminozitate (culoarea, intensitate și fotoperiodicitate) al unităților de creștere.

Cel de-al **VII-lea** capitol a evaluat potențialul de creștere compensatorie a puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrial.

În capitolul final sunt prezentate concluziile generale, contribuțiile personale și direcțiile ulterioare de cercetare.

CAPITOLUL I.

CADRUL STRATEGIC PRIVIND DEZVOLTAREA ACVACULTURII

1.1. Acvacultura - istoric, stare actuală

Acvacultura a aprărut încă din perioada vechiului Imperiu Roman, când peștii capturați în exces din apele bogate în pește, erau păstrați vii până în momentul consumării și s-a observat că existau anumite specii care s-au acomodat bine la condițiile de păstrare în bazine mari (piscine), fiind capabili de reproducere și creștere.

Acvacultura globală a crescut dramatic în ultimii 50 de ani, la aproximativ 52,5 milioane de tone (68,3 milioane tone incluzând plantele acvatice), în 2008 câștigând 98,5 miliarde dolari (106 miliarde dolari incluzând plantele acvatice), ceea ce reprezintă aproximativ 50% din aprovizionarea cu alimente din pește. Asia domină această producție, reprezentând 89% în volum și 79% din valoare, cu China, de departe cel mai mare producător (32.7 milioane de tone în 2008).

Comparativ cu acvacultura în UE ce a înregistrat o creștere remarcabilă până în anul 2006, acvacultura românească a fost marcată sever, după anul 1990, așa cum am amintit anterior, de transformările sociale și economice specifice noului regim politic, respectiv de tranziția de la economia planificată la cea de piață și de înlocuirea proprietății de stat cu proprietatea privată. Drept rezultat, după o perioadă îndelungată de privațiuni de natură legislativă și strategică, producția din acvacultură înregistrează o continuă și drastică scădere, ajungând, în anul 2005, la doar cca 7.500 t, ceea ce reprezintă mai puțin de o zecime din producția realizată în 1989.

După datele statistice furnizate de A.N.P.A. producția din 2009 în România a fost de aproximativ 1.200 tone de păstrăv, aproximativ 11.500 tone ciprinide și cca. 200 de tone răpitori.

1.2. Stadiul dezvoltării acvaculturii în sisteme recirculante

În prezent, acvacultura intensivă în sistem recirculant este practică în majoritatea țărilor din Europa Occidentală și America de Nord, unde cererea de specii valoroase este foarte ridicată. De la introducerea sistemelor recirculante la sfârșitul anilor 1980, producția de pește din RAS a crescut semnificativ în volum și diversitatea de specii (Martins C.M.I. et al., 2005). Astăzi, mai mult de 10 specii sunt crescute în RAS (somon african, anghilă și păstrăv ca majoritate de specii de apă dulce și calcan, biban ca specii marine). Recent, noi facilități au fost implementate în Marea Britanie, Franța (somon) și Germania (diferite specii marine).

Acvacultura în cadrul sistemelor recirculante a început să fie studiată, pe plan național, începând cu anul 2000, fiind într-o continuă extindere datorită avantajelor pe care aceasta le oferă. Experimentările de creștere a peștilor în sisteme recirculante au fost realizate, în principal, de către Departamentul Catedrei de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, din cadrul Universității „Dunărea de Jos” Galați, și Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Ecologie Acvatică, Pescuit și Acvacultură Galați, cărora li s-au alăturat, în ultimii ani, și departamentele specializate din cadrul USAMV București, USAMV Timișoara, USAMV Cluj și USAMV Iași.

1.3. Acvacultura ciprinidelor

Ciprinidele se cresc aproape pe toate continentele, în zonele tropicale, subtropicale și temperate. Crapii din complexul chinezesc (crapul argintiu, amurul alb, crapul mamorat) se cresc în Asia, Europa și America de Nord, în principal în sistem semiintensiv dar și în sistem extensiv (în Asia) și intensiv (în Europa). La nivel mondial, ciprinidele cuprind un foarte mare număr de specii și în cadrul fiecărei specii un foarte mare număr de indivizi. Unii autori consideră că în apele continentale (126.000 km³) trăiesc 41% din speciile de pești, în timp ce în mări și oceane (1,32 miliarde km³) trăiesc 59% din specii.

CAPITOLUL II.

CONTROLUL CALITĂȚII APEI, MANAGEMENTUL TEHNOLOGIC ȘI OPERAȚIONAL ÎN SISTEMELE RECIRCULANTE DE ACVACULTURĂ

Principala lege biologică a acvaculturii este reprezentată de legea unității organismului cu mediul. Potrivit acesteia, fiecare organism și specia în ansamblu, poate să existe și să se dezvolte numai în condițiile unui anumit mediu, la care specia respectivă s-a adaptat în procesul formării ei. Este foarte important a se avea în vedere

următorul aspect, cu cât este mai variabil mediul la care s-a adaptat specia cu atât mai mare este posibilitatea de dezvoltare și supraviețuire (Cristea V. et al., 2002).

Calitatea apei în RAS depinde de diferiți factori, cum ar fi sursa de apă, nivelul de recirculare, speciile care sunt crescute și cel mai important tratarea apelor reziduale în cadrul sistemului (Sanni și Forsberg 1996; Losordo T. et al. 1994). Calitatea apei dintr-un sistem recirculant de cultură este determinată, la modul critic, de concentrația acesteia în oxigen dizolvat, azot amoniacal neionizat, nitriți și dioxid de carbon. Nivelul concentrației azotaților, pH-ului și alcalinității apei constituie, de asemenea, parametri importanți de apreciere a calității apei (Cristea V. et al., 2002).

CAPITOLUL III.

MATERIALE ȘI METODE

3.1. Materialul biologic

Ca material biologic, în scopul evaluării plasticității tehnologice, s-a folosit specia *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) – crapul.

3.2. Infrastructura de cercetare

Infrastructura de cercetare în cadrul căreia s-au efectuat determinările experimentale, cu scopul de a evalua plasticitatea tehnologică a puietului de crap, a fost reprezentată de cele două tipuri de sisteme din cadrul departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru de la Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați, anume: **sistemul recirculant pilot**, respectiv **sistemul recirculant experimental**.

3.3. Metode și echipamente pentru analize fizico-chimice și biologice, de determinare a indicatorilor tehnologici și hematologici

3.3.1. Monitoringul calității apei

Aprecierea calității apei din sistemul pilot s-a realizat prin monitorizarea zilnică a temperaturii, oxigenului, amoniului, nitraților și pH-ului cu ajutorul senzorilor; valorile astfel determinate au fost comparate cu cele optim admisibile pentru specia de cultură.

Parametrii fizico-chimici ai apei, au fost determinați, în cazul sistemului recirculant experimental, prin metoda potențimetrică și colorimetrică. În acest sens probele de apă au fost prelevate de la nivelul fiecărui bazin.

- ◆ oxigenul dizolvat, temperatură și pH-ul s-au determinat zilnic cu ajutorul instrumentului de tip HI 7100042,
- ◆ compușii azotului (N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺) s-au determinat de două ori pe săptămâna cu spectrofotometrul tip Spectroquant Nova 400, folosind kituri compatibile specifice.

3.3.2. Evaluarea indicatorilor de performanță a creșterii

La sfârșitul experimentului, după ce peștii au fost cântăriți și mășurați, s-au calculat următorii parametri: sporul real de creștere [Sr], ritmul zilnic de creștere [GR], rata specifică de creștere [SGR], factorul de conversie a hranei [FCR], factorul de conversie a proteinei [PER], factorul alometric de condiție.

3.3.3. Analiza indicatorilor hematologici

Pentru determinarea indicatorilor hematologici (hematocrit, hemoglobină, eritrocite, respectiv constante eritrocitare) și a elementelor figurate ale sângelui (eritrocite, leucocite, respectiv trombocite) s-au utilizat metode deja consacrate în literatura de specialitate și medicina veterinară (Blaxhall P.C., 1973; Ghergariu et al., 1985; Svobodova Z., 1991).

3.4. Prelucrarea statistică a datelor

Datele experimentale au fost prelucrate statistic folosindu-se programul de calcul statistic Microsoft Excel 2010.

CAPITOLUL IV.

PERFORMANȚA CREȘTERII DIFERITELOR CLASE DE MĂRIME ALE PUIETULUI DE CRAP ÎN CONDIȚIILE UNUI SISTEM RECIRCULANT DE ACVACULTURĂ INDUSTRIALĂ

4.1. Ipoteza asumată

Scopul experimentului a fost acela de a determina dacă, prin separarea pe clase de mărime, este influențată variabilitatea puietului de crap, *Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758, în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială. De asemenea, s-a urmărit gradul de normalitate a stării fiziologice a puietului de crap prin evaluarea răspunsului hematologic a celor patru clase de mărime.

4.2. Design experimental

Pornind de la premiza că diferențele individuale de talie s-au datorat variabilității genetice, respectiv comportamentului diferit la hrănire, exemplarele de crap au fost distribuite randomizat în patru clase de mărimi (figura 4.1).

Materialul biologic folosit în cadrul experimentului este reprezentat de puiet de crap în vârstă de 14 luni, produs în cadrul pepinierei Institutului de Cercetare Dezvoltare pentru Ecologie Acvatică, Pescuit și Acvacultură Galați.

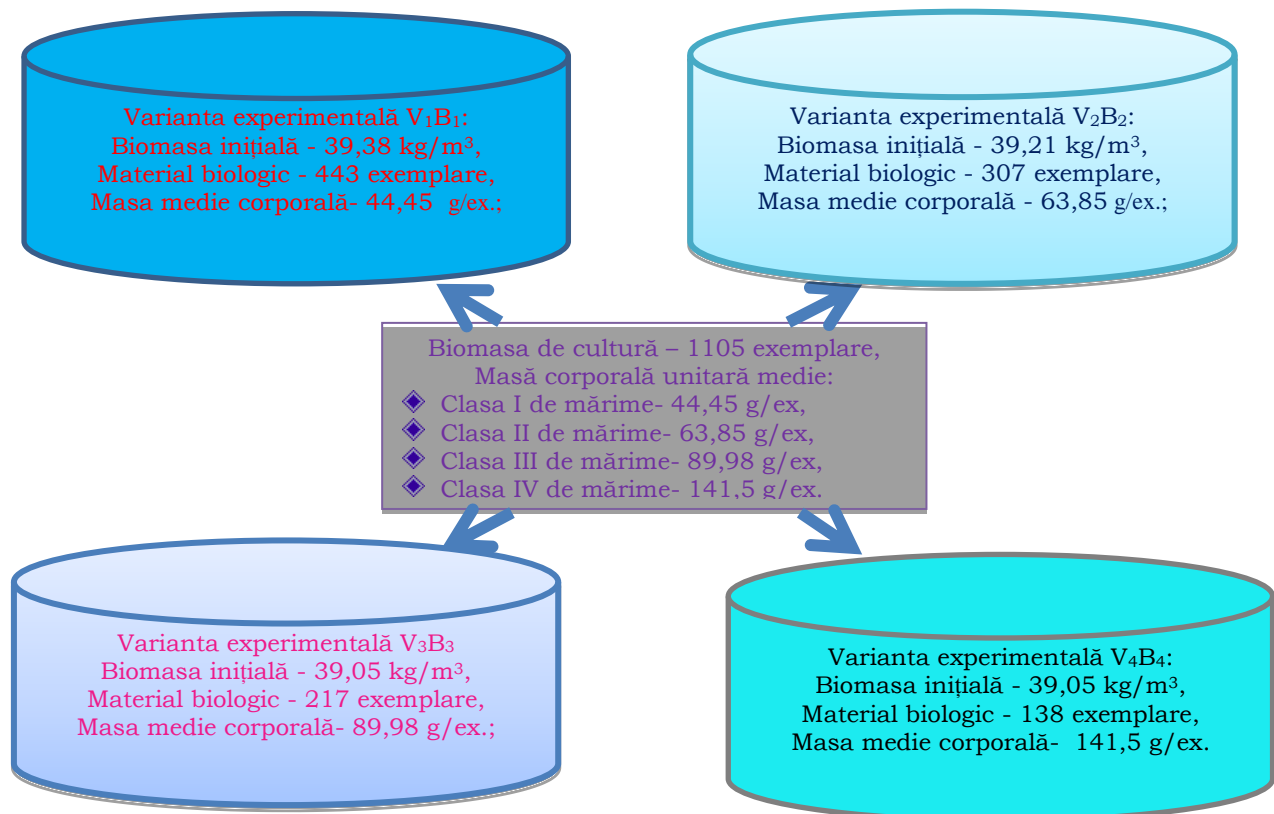


Figura 4.1. Distribuția materialului biologic în cele patru clase de mărime

Pentru alimentația puietului de crap s-a utilizat un furaj dedicat ciprinidelor de cultură, anume sortimentul ALLER MASTER cu o granulația de 3 mm, respectiv conținutul proteic de 35 %.

4.3. Rezultate și discuții

4.3.1. Controlul calității apei

Parametrii fizico-chimici ai apei au fost menținuți în ecartul optim impus de cerința tehnologică a speciei, ceea ce exprimă o bună funcționare a echipamentelor de condiționare a calității apei.

4.3.2. Indicatorii de performanță a creșterii

Pentru a pune în evidență variabilitatea genetica s-au eliminat celelalte două cauze, anume, s-a eliminat concurența la hrană, prin separarea efectivului biologic pe clase de mărime, și s-au asigurat condiții identice de mediu în toate unitățile de creștere.

Prin prelucrarea statistică a datelor măsurate la inițierea, respectiv la finalizarea experimentului s-au determinat elementele în baza carora este apreciată/analizată diversitatea fenotipică a materialului biologic, anume coeficientul de variație, respectiv histogramele maselor individuale. Din analiza acestor informații rezultă că ipoteza inițială asumată se confirmă în totalitate, în sensul că la nivelul fiecărei variante coeficienții de variație finali au crescut în raport cu cei inițiali (creștere mai evidentă în cazul primei clase de mărime).

Indicatorii tehnologici ai creșterii puietului de crap obținuți la sfârșitul perioadei experimentale sunt prezentați sintetic în tabelul 4.4. În cele ce urmează se face o analiză critică a celor mai semnificativi indicatori tehnologici, anume, rata creșterii specifice (SGR) și factorul de conversie a hranei (FCR).

Indicatorii tehnologici rezultați la sfârșitul experimentului au avut următoarele valori: *rata creșterii specifice* (SGR) a fost de 0,58 g%/zi în V₁, 0,62 g%/zi în V₂, 0,71 g%/zi în V₃ și de 0,75 g%/zi în V₄; *factorul de conversie a hranei* (FCR) a fost de 2,10 g furaj/g spor biomasă în V₁, 1,94 g furaj/g spor biomasă în V₂, 1,66 g furaj/g spor biomasă în V₃ și 1,57 g furaj/g spor biomasă în V₄. Din analiza de ansamblu a FCR-ului și SGR-ului putem observa că ambii indicatori au fost superiori în varianta în care talia exemplarelor a fost mai mare (figura 4.18).

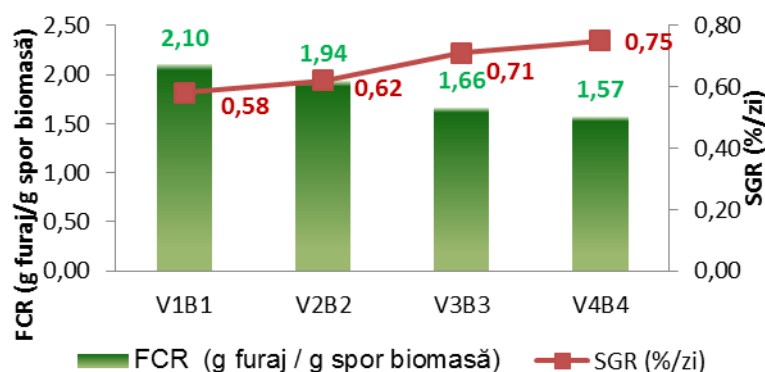


Figura 4.18. Factorul de conversie a hranei (FCR) și rata specifică de creștere (SGR)

Deși cantitatea totală de hrană administrată biomasei de cultură din cele patru variante experimentale ale sistemului recirculant a fost aceeași (10094 g/bazin), eficiența reținerii proteinei exprimată sub forma factorului de conversie a proteinei

(PER) a înregistrat valori crescătoare (1,36 pentru B1; 1,47 pentru B2; 1,72 pentru B3 și 1,82 pentru B4 (figura 4.19).

Tabelul 4.4. Tablou sintetic privind indicatorii de performanță tehnologică

Varianta experimentală	Unitate de măsură	V ₁ B ₁	V ₂ B ₂	V ₃ B ₃	V ₄ B ₄
Biomasa inițială	(g)	19690	19604	19527	19527
Densitate de stocare inițială	(kg/m ³)	39,38	39,21	39,05	39,05
Biomasa finală	(g)	24508	24809	25623	25966
Densitate de stocare finală	(kg/m ³)	49,02	49,62	51,25	51,93
Spor creștere biomasă	(g)	4818	5205	6096	6439
Spor de densitate a biomasei	(kg/m³)	9,64	10,41	12,19	12,88
Număr exemplare-inițial	-	443	307	217	138
Număr exemplare-final	-	443	307	217	138
Supraviețuirea	(%)	100	100	100	100
Masa medie inițială	(g/ex)	44	64	90	142
Masa medie finală	(g/ex)	55	81	118	188
Durata perioadei de creștere	zile	38	38	38	38
Ritmul zilnic de creștere (GR)	(g/zi)	126,79	136,97	160,42	169,45
Rata specifică de creștere (SGR)	(%/zi)	0,58	0,62	0,71	0,75
Spor mediu de creștere individuală	(g/ex)	11	17	28	47
Hrana administrată	(g)	10094	10094	10094	10094
Factorul de conversiei a hranei (FCR)	(g furaj/g spor biomasă)	2,10	1,94	1,66	1,57
Factorul de conversie a proteinei (PER)	(g/g)	1,36	1,47	1,72	1,82
Rația zilnică hrană	(% biomasă)	1,2	1,2	1,2	1,2
Conținut proteina brută furaj	(%)	35,0	35,0	35,0	35,0

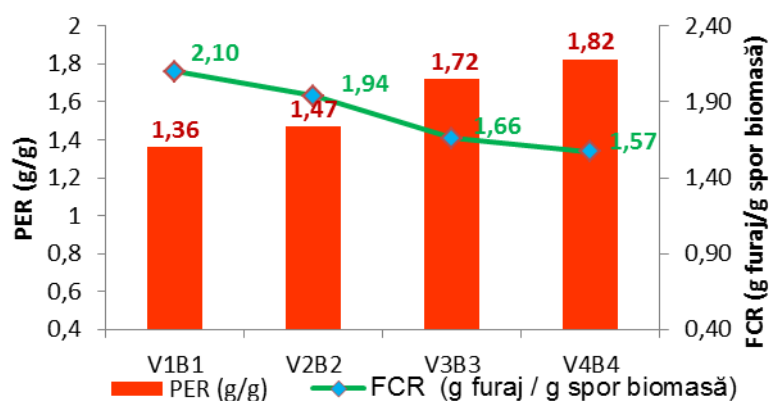


Figura 4.19. Factorul de conversie a proteinei (PER) și factorul de conversie a hranei (FCR)

În urma separării pe clase de mărimi, a materialului biologic, s-a observat la sfârșitul experimentului că, sub aspectul indicatorilor de performanță tehnologică, varianta V₄, în care talia exemplarelor a fost mai mare, este cea mai performantă obținându-se cea mai mare biomasa de cultură.

4.3.3. Starea de confort tehnologic (welfare) a biomasei de cultură

Pentru acest experiment indicatorii hematologici luați în studiu au fost hemoglobina, hematocritul, numărul de eritrocite și constantele eritrocitare derivate, VEM, HEM și CHEM, parametrii semnificativi în caracterizarea stării fiziologice a peștilor (tabelul 4.5 și 4.7).

Tabelul 4.5. Valorile înregistrate pentru hemoglobină, hematocrit și număr de eritrocite (Med.±StDev.)

Variante experimentale	Hb (g/dl) Med.±StDev		Ht (%) Med.±StDev		Nr. eritrocite (mil/μl) Med.±StDev	
	inițial	final	inițial	final	inițial	final
Bazinul B1	6,84±1,38	6,33±1,41	27,72±5,91	27,7±5,93	1,7445±0,6	1,624±0,29
Bazinul B2	6,24±0,66	6,85±0,45	28,43±4,65	25,8±2,18	1,5215±0,2	1,691±0,46
Bazinul B3	5,5±1,19	6,4±0,87	34,90±5,11	25,1±4,72	1,520±0,31	1,461±0,34
Bazinul B4	6,64±2,17	6,52±1,65	26,27±3,15	27,6±5,66	1,383±0,29	1,282±0,39

- Med.- media valorilor din unitatea de creștere, StDev- Deviația standard

Tabelul 4.7. Valorile înregistrate la începutul și finalul experimentului pentru constantele eritrocitare (Med.±StDev.) pentru diferite clase de mărime

Variante experimentale	VEM (μm ³) Med.±StDev		HEM (pg) Med±StDev		CHEM (g/dl) Med±StDev	
	inițial	final	inițial	final	inițial	final
Bazinul B1	167,61±38,3	174,96±44,1	41,71±9,9	39,33±7,87	24,89±2,7	23,48±5,4
Bazinul B2	190,59±41,8	160,39±33,3	41,72±6,8	42,69±8,36	22,40±3,7	26,73±2,7
Bazinul B3	233,06±23,3	177,79±37,7	36,77±6,5	46,63±13,9	15,85±2,8	26,17±5,3
Bazinul B4	198,56±46,5	240,85±99,9	48,23±11,8	55,99±20,8	25,17±6,9	23,87±4,8

La finalul experimentului hemoglobina din cele patru variante, respectiv clase de mărime nu a variat semnificativ statistic, încadrându-se în limitele normale. În cele patru variante, la sfârșitul experimentului, hematocritul a variat între 25,1% și 27,7%, fără diferențe statistice valoarea acestuia pe durata experimentală (moment inițial și final) încadrându-se sub limitele normale pentru crap.

Valorile numărului de eritrocite se încadrează în valorile normale pentru specia studiată (1,10-2,20 mil/ μ l), atât la începutul experimentului cât și la sfârșitul experimentului, pentru toate variantele de creștere și variază invers proporțional cu talia exemplarelor (talie mică număr mare de eritrocite, talie mare număr mai mic de eritrocite).

Constantele eritrocitare VEM și CHEM, pentru toate unitățile de creștere și în cele două momente ale experimentului (inițial și final) se încadrează în ecartul valorilor de normalitate pentru specia studiată în timp ce valoarea lui HEM este ușor sub limita normală.

4.4. Concluzii

Experimentul efectuat a confirmat faptul că zestrea genetică a unei specii de cultură prezintă o importanță crucială în ceea ce privește realizarea unui produs de cultură de talie, pe cât posibil, cât mai omogenă în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură intensivă.

Sub aspectul performanței creșterii, în ansamblul său, experimentul a evidențiat superioritatea variantei/clasei în care talia exemplarelor a fost cea mai mare, rezultat al faptului că acest material a fost într-o mai mică măsură tarat genetic în ceea ce privește potențialul de creștere. Aceasta înseamnă că chiar și în condițiile eliminării ierarhiei sociale prin separarea pe clase de mărime, dinamica creșterii rămâne diferită în cele patru variante. Și sub aspectul alimentației, experimentul a demonstrat că exemplarele de talie mai mică, potențial tarate genetic în ceea ce privește metabolismul nutriției, prezintă un randament al valorificării hranei, exprimat prin coeficientul FCR, mai redus în comparație cu exemplarele de talie mare (astfel, la prima clasă de mărime FCR este 2,10 în timp ce la ultima clasă de mărime FCR este 1,57).

Tabloul principalilor parametri hematologici evaluați la sfârșitul experimentului evidențiază conservarea stării inițiale a acestora anume, concentrația de hemoglobină se încadrează în limite normale în timp ce hematocritul rămâne sub limita inferioară a ecartului considerat normal.

Referitor la două dintre constantele eritrocitare (VEM, CHEM) determinate în cadrul experimentului se constată faptul că valorile acestora sunt comparabile cu cele menționate de către literatura de specialitate, pentru specia abordată; excepție face hemoglobina eritocitară medie (HEM) care se situează ușor sub limita normală.

CAPITOLUL V.

INFLUENȚA DENSITĂȚII DE STOCARE ASUPRA PERFORMANȚEI DE CREȘTERE A PUIETULUI DE CRAP ÎN CONDIȚIILE UNUI SISTEM RECIRCULANT DE ACVACULTURĂ INDUSTRIALĂ

5.1. Ipoteza asumată

Ipoteza experimentului inițiat este aceea că în cazul unui sistem recirculant, există, pentru o anumită specie, crapul în cazul de față, o densitate de stocare optimă sub aspectul performanței creșterii, a stării de bunăstare și a profitabilității.

5.2. Design experimental

S-au experimentat două variante de densitate, respectiv două subvariante de clasă de mărime la nivelul fiecărei variante; în figura 5.1 sunt prezentate datele de la momentul inițierii experimentului privind densitățile de stocare, respectiv clasele de masă medie corporală la nivelul fiecărei variante/subvariante/unități de creștere.

Materialul biologic utilizat, același folosit și în cadrul experimentului anterior, este reprezentat de puiet de crap în vârstă de 15 luni.

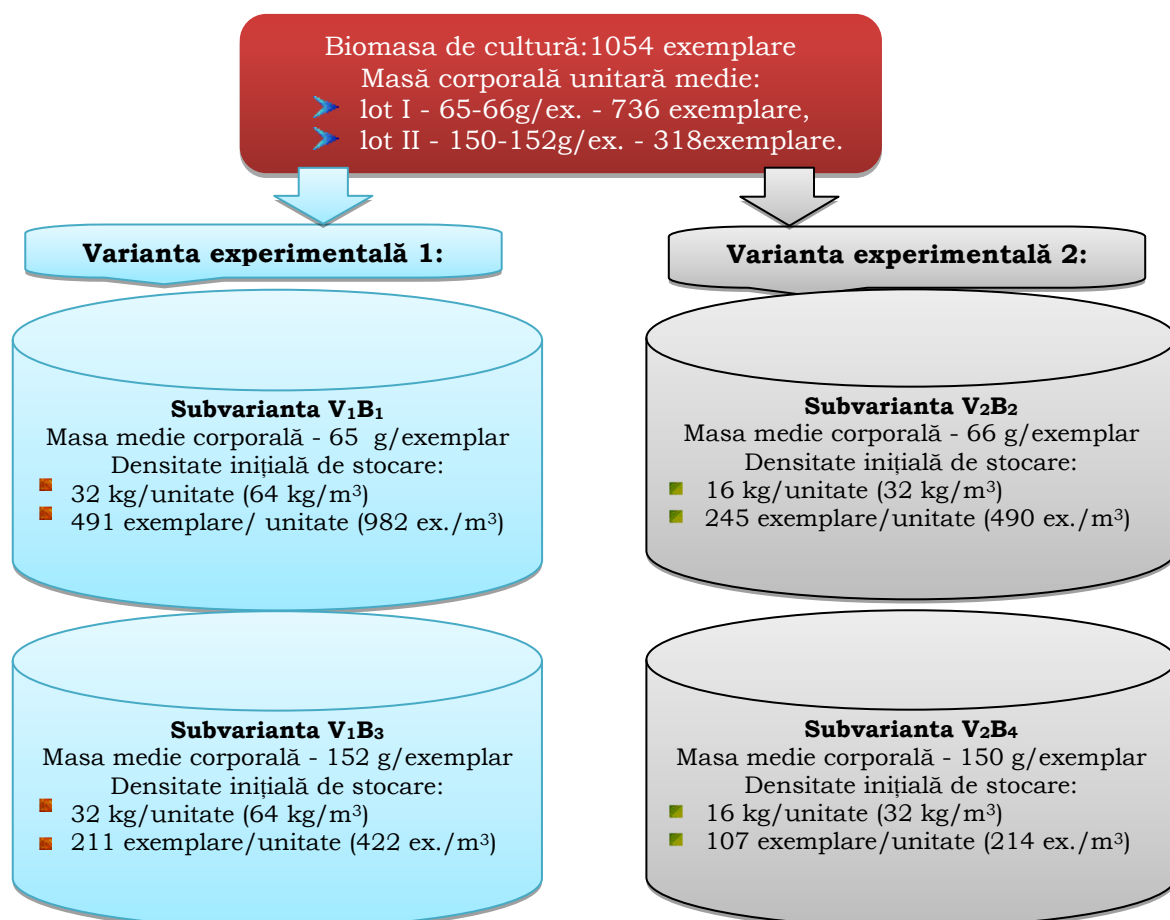


Figura 5.1. Densități de stocare și mase corporale medii inițiale

În cadrul acestui experiment s-a utilizat un tip de furaj dedicat puietului de crap cunoscut sub denumirea comercială ALLER MASTER. Principalii parametri biochimici, anume, conținutul proteic (35%) și valoarea energetică a furajului, respectiv granulația, de 4 mm corespund cerințelor nutriționale ale stadiului de dezvoltare a speciei (Oprea L. et al., 2000).

5.3. Rezultate și discuții

5.3.1. Controlul calității apei

Parametrii de calitate a apei au fost menținuți întreaga perioadă experimentală în ecartul optim pentru specia studiată, în ambele variante experimentale, demonstrând eficiența tuturor treptelor de filtrare a apei.

5.3.2. Indicatorii de performanță a creșterii

Indicatorii tehnologici ai creșterii puietului de crap, *Cyprinus carpio*, sunt prezentați analitic în tabelul 5.2, iar o parte din aceștia, cei mai sugestivi, sunt prezentați grafic (figurile 5.11 și 5.12). Atât din exprimarea analitică, cât și din reprezentarea grafică a indicatorilor de performanță, se poate observa o creștere mai bună a biomasei de cultură în varianta V_2 (bazinele B_2 și B_4) în care densitatea de stocare a fost mai mică, aspect confirmat și de alți autori (Sharma J.G. and Chakrabarti R., 1998).

Din analiza ratei specifice de creștere și a factorului de conversie a hranei rezultă o primă concluzie, aceea că în cele două variante experimentale s-au obținut valori sensibil egale pentru ambii indicatori atât în cazul clasei de talie mare cât și la nivelul clasei de talie mai mică (pentru SGR raportul între subclase este de cca. 1,04, iar în cazul FCR, raportul între cele două subvariante de clase este 0,95).

O a doua concluzie ce se desprinde din analiza comparativă a celor doi indicatori (FCR, SGR) realizați în cele două variante experimentale este aceea că pentru ambele clase de talie indicatorii respectivi sunt superiori în cazul densității mai reduse, astfel: SGR, în varianta în care densitatea de stocare a fost mai redusă, a înregistrat o valoare de 1,515 %/zi iar FCR o valoare de 1,065 g furaj/g spor biomasă, comparativ cu FCR și SGR, din varianta în care densitatea de stocare a fost mai mare, ce au înregistrat valori mai reduse de 1,295 %/zi, respectiv de 1,28 g furaj/g spor biomasă.

Tabel 5.2. Tablou sintetic privind indicatorii de performanță tehnologică a crapului

Varianta experimentală Indicatorul/bazinul	Unitate de măsură	V ₁		V ₂	
		B ₁	B ₃	B ₂	B ₄
Biomasa inițială	(g)	32105	32144	16239	16031
Densitate de stocare inițială	(kg/m ³)	64,21	64,29	32,48	32,06
Biomasa finală	(g)	46942	47771	25312	25510
Densitate de stocare finală	(kg/m ³)	93,88	95,54	50,62	51,02
Spor creștere biomasă	(g)	14837	15627	9073	9479
Spor de densitate a biomasei	(kg/m³)	29,67	31,25	18,15	18,96
Număr exemplare-inițial	-	491	211	245	107
Număr exemplare-final	-	482	210	239	106
Supraviețuirea	(%)	98,17	99,53	97,55	99,07
Masa medie inițială	(g/ex)	65,39	152,34	66,28	149,82
Masa medie finală	(g/ex)	97,39	227,48	105,91	240,66
Durata perioadei de creștere	zile	30	30	30	30
Ritmul zilnic de creștere (GR)	(g/zi)	494,57	520,90	302,43	315,97
Rata specifică de creștere (SGR)	(%/zi)	1,27	1,32	1,48	1,55
Spor mediu de creștere individuală	(g/ex)	32,00	75,14	39,63	90,84
Hrana administrată	(g)	19500	19500	9900	9900
Factorul de conversiei a hranei (FCR)	(g furaj/g spor biomasă)	1,31	1,25	1,09	1,04
Factorul de conversie a proteinei (PER)	(g/g)	2,17	2,28	2,61	2,73
Rația zilnică hrană	(% biomasă)	1,7	1,7	1,7	1,7
Conținut proteina brută furaj	(%)	35,00	35,00	35,00	35,00

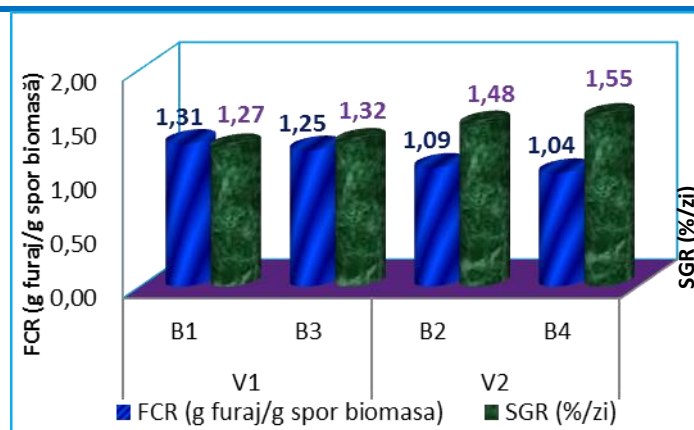


Figura 5.11. Coeficientul de conversie a hranei (FCR) și rata specifică de creștere (SGR)

Factorul de conversie a proteinei (PER) (figura 5.12) este maxim, ca și în cazul celorlalți parametri de performanță a creșterii, în cazul densității mai reduse și a clasei de talie mai mari (2,73 în subvarianta V₂- 150g, față de 2,17 în subvarianta V₁- 65g).

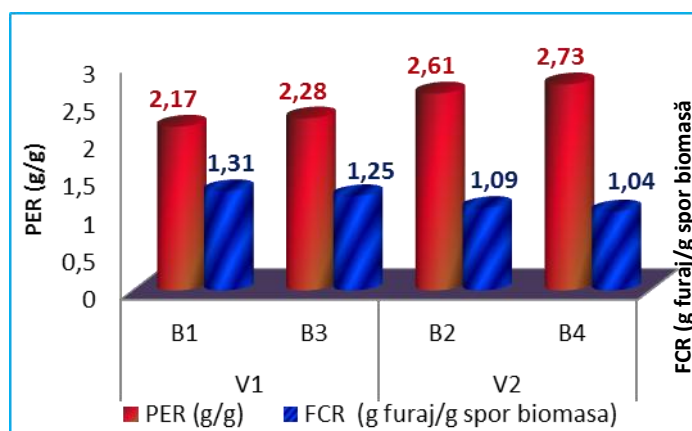


Figura 5.12. Factorul de conversie a proteinei (PER) și factorul de conversie a hranei (FCR)

5.3.3. Starea de confort tehnologic (welfare) a biomasei de cultură

Răspunsul hematologic al puietului de crap, în condițiile expunerii la modificarea controlată a celor doi parametri tehnologici, anume, clasa de mărime, densitatea de stocare, apreciat prin corelarea mediei cu deviația standard, este prezentat în tabelul 5.3.

Tabelul 5.3. Parametri hematologici (Med.±Stdev.) la finalul experimentului

Parametru hematologic	Varianta experimentală I		Varianta experimentală II	
	B1-65 g/ex	B3-152 g/ex	B2-66 g/ex	B4-150 g/ex
Hematocrit (%)	27,2±1,94	27±3,52	27,2±2,04	28,2±2,71
Hemoglobină(g/dl)	5,22±1,05	7,02±1,81	5,34±1,54	6,7±0,82
Eritrocite (x 10 ⁶ /μl)	1,491±0,24	1,397±0,22	1,404±0,21	1,436±0,22
VEM (μm ³)	186,48±26,13	194,92±22,00	197,96±30,45	199,73±29,53
HEM (pg)	34,94±3,67	50,85±12,85	39,78±14,50	47,43±7,92
CHEM (g/dl)	19,08±3,16	25,96±5,27	19,62±5,48	23,81±2,28

Din analiza comparativă a parametrilor sanguini se poate concluziona, în primul rând, că o parte din aceștia, anume, hematocritul și numărul de eritrocite sunt sensibil egali pentru ambele clase de densitate, respectiv pentru cele două clase de talie. În ceea ce privește hemoglobina, și ceilalți parametri asociați acesteia, anume, HEM și CHEM, se evidențiază valori mai reduse decât cele normale pentru clasa de talie mică (65 g), respectiv valori normale pentru clasa de talie mare (150 g). Cocentrația mai redusă de hemoglobină la puietul de talie mică poate fi plauzibil explicată de zestrea ereditară. O observație importantă referitoare la concentrația de

hemoglobină și constantele asociate acesteia (HEM și CHEM), care înregistrează valori mai reduse în cazul puietului de talie mică (65 g), este aceea că aceasta poate explica valorile mai reduse a performanței creșterii la clasa de talie mică, atât pentru rata specifică a creșterii (SGR) cât și pentru factorului de conversie a hranei (FCR).

5.4. Concluzii

Evident, centrul de greutate al activității experimentale a constat în determinarea indicatorilor de performanță a creșterii, care, în corelație directă cu cei ai tabloului hematologic, au stat la baza aprecierii plasticității tehnologice a puietului de crap în raport cu densitatea de populare, respectiv clasa de mărime a materialului biologic.

Analiza critică și comparativă a rezultatelor obținute conduce la o concluzie clară, anume, aceea a dependenței dintre nivelul densității de stocare și randamentul creșterii biomasei.

Analiza tabloului sintetic al indicatorilor de performanță a creșterii conduce, deasemenea, la o serie de concluzii în baza cărora se poate evalua impactul nivelului densității de stocare asupra performanței, respectiv a plasticității tehnologice a puietului de crap. Astfel, analiza celor mai semnificativi indicatori tehnologici ai creșterii (SGR și FCR) conduce la o primă concluzie, anume, că în ambele variante de densitate s-au realizat valori sensibil egale pentru ambii indicatori. O a doua concluzie, legată de cei doi indicatori, este aceea că pentru ambele clase de talie, în ambele variante experimentale, aceștia sunt superiori în cazul densității mai reduse. Cele două concluzii legate de FCR și SGR pot fi sumarizate într-o concluzie cu caracter de generalitate, anume, clasele de talie mai mare sunt mai competitive din punct de vedere tehnologic.

Sumarizând setul de concluzii privind dinamica parametrilor hematologici rezultă că o parte din aceștia, anume, hematocritul și numărul de eritrocite înregistrează valori sensibil egale atât pentru densitățile de stocare cât și pentru clasele de talie. Diferit, se prezintă situația concentrației de hemoglobină și a parametrilor derivați (HEM și CHEM), unde se înregistrează valori normale pentru clasa de talie mare, respectiv valori mai reduse pentru clasa de talie mică. În aceeași ordine de idei se poate evidenția o legătură directă între concentrația de hemoglobină, respectiv constantele asociate acesteia și performanța creșterii materialului biologic. Astfel, exemplarele de talie mare cu un tablou normal al hemoglobinei, înregistrează un randament superior tehnologic în raport cu exemplarele de talie mai mică, tarate în ceea ce privește concentrația de hemoglobină.

CAPITOLUL VI.

INFLUENȚA LUMINII ASUPRA DINAMICII CREȘTERII PUIETULUI DE CRAP ÎN CONDIȚIILE UNUI SISTEM RECIRCULANT DE ACVACULTURĂ INDUSTRIALĂ

6.1. Ipoteza asumată

Ideea asumată în cadrul experimentului preconizat este aceea de a evalua plasticitatea tehnologică a puietului de crap, în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură intensivă, în raport cu regimul de luminozitate (culoarea, intensitate și fotoperiodicitate) al unităților de creștere. Evident, ca și în cazul celorlalte experimente efectuate în cadrul tezei de doctorat, plasticitatea tehnologică a fost apreciată, explicit, prin performanța creșterii, respectiv prin evaluarea stării de confort tehnologic.

6.2. Design experimental

Pornind de la ipoteza asumată, anume, evaluarea influenței luminii asupra plasticității tehnologice a puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială, s-au organizat două variante experimentale.

Variantele diferă, în principal, prin culoarea luminii din unitățile de creștere și, în subsidiar, prin intensitatea acesteia; în prima variantă s-a utilizat lumină de culoare albastră, în cea de-a doua variantă lumină de culoare albă. Intensitatea luminii, măsurată la suprafața apei cu un luxmetru tip TESTO 545 (figura 6.1), a înregistrat valoarea de 280 lx în cazul luminii albe, respectiv 90 lx în varianta cu lumină albastră; valorile menționate reprezintă valori medii ale intensității luminii măsurate în diferite puncte considerate reprezentative ale unităților de creștere, anume: centrul bazinului, jumătatea distanței dintre centru și peretele bazinului, proximitatea peretelui bazinului.

Prin repartizarea randomizată a materialului disponibil, s-a practicat aceeași densitate de stocare (70 kg/m^3) în fiecare din unitățile de creștere; materialul biologic utilizat în cadrul experimentului a fost reprezentat de același puiet de crap, în vârstă de 16 luni.

Materialul biologic a fost hrănit cu furaj tip ALLER MASTER, același din experimentele anterioare, adecvat puietului de crap, atât din punct de vedere al conținutului proteic (35%) cât și a granulației (4mm).

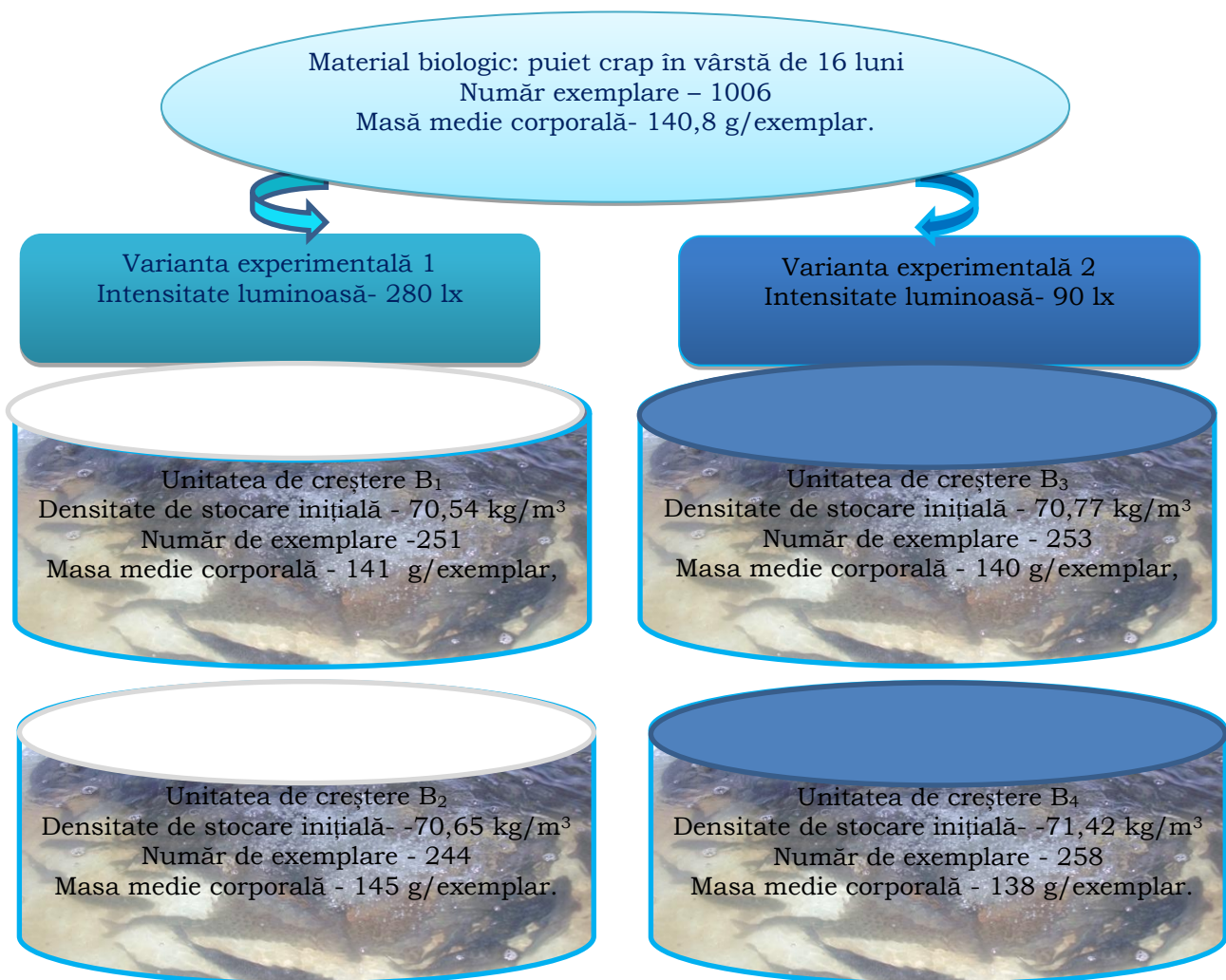


Figura 6.2. Schemă sinoptică design experimental

6.3. Rezultate și discuții

6.3.1. Controlul calității apei

Parametrii de calitate ai apei s-au menținut în limitele optime pentru specia studiată cu excepția temperaturii care a înregistrat valori ușor sub limita normală dar nu a afectat comportamentul puietului de crap la hrănire.

6.3.2. Indicatorii de performanță a creșterii

Pornind de la ipoteza asumată, aceea că lumina poate afecta dinamica creșterii, în ansamblul său, s-au experimentat două variante privind regimul de luminozitate al unităților de creștere.

Analiza parametrilor de performanță tehnologică, printr-o abordare integrată a acestora, conduce la concluzia generală că varianta în care s-a utilizat lumina albă este superioară celei în care s-a folosit lumina albastră. Afirmarea anterioară este susținută convingător de analiza critică a fiecăruia din parametrii de performanță,

analiză prezentă în cele ce urmează. Diferențele privind dinamica creșterii biomasei de cultură în cele două variante privind regimul de luminozitate sunt evidențiate și de parametri consacrați ai performanței creșterii prezentați în tabelul 6.2.

Tabelul 6.2. Indicatorii tehnologici de creștere ai crapului

Varianta experimentală Indicatorul/bazinul	Unitatea de măsură	V ₁		V ₂	
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
Biomasa inițială	(g)	35270	35324	35384	35712
Densitate de stocare inițială	(kg/m ³)	70,54	70,65	70,77	71,42
Biomasa finală	(g)	46294	46046	45436	46237
Densitate de stocare finală	(kg/m ³)	92,59	92,09	90,87	92,47
Spor de creștere al biomasei	(g)	11024	10722	10052	10525
Spor de densitate a biomasei	(kg/m³)	22,05	21,44	20,10	21,05
Număr exemplare-inițial	-	251	244	253	258
Număr exemplare-final	-	249	244	248	258
Supraviețuirea	(%)	99	100	98	100
Masa medie inițială	(g/ex)	140,5	144,8	139,9	138,4
Masa medie finală	(g/ex)	185,9	188,7	183,2	179,2
Durata perioadei de creștere	zile	30	30	30	30
Ritmul zilnic de creștere (GR)	(g/zi)	290,1	282,2	264,5	277
Rata specifică de creștere (SGR)	(%/zi)	0,91	0,88	0,83	0,86
Spor mediu de creștere individuală	(g/ex.)	45,4	43,9	43,4	40,8
Hrana administrată	(g)	15750	15750	15750	15750
Factorul de conversiei a hranei (FCR)	(g furaj/g spor biomasă)	1,43	1,47	1,57	1,50
Factorul de conversie a proteinei (PER)	(g/g)	2,00	1,95	1,82	1,91
Rația zilnică hrană	(% biomasă)	1,3	1,3	1,3	1,3
Conținut proteina brută furaj	(%)	35,0	35,0	35,0	35,0

Rata specifică de creștere (SGR), respectiv factorul de conversie a hranei (FCR) (figura 6.13) sunt parametri ce exprimă fidel, dinamica creșterii individuale și/sau a biomasei de cultură în cele două variante experimentale.

Se observă că ambii indicatori, SGR și FCR, înregistrează valori superioare în cazul utilizării luminii albe, raportul acestora în cazul celor două variante fiind de 105% pentru rata specifică de creștere, respectiv de 94% pentru factorul de conversie al hranei.

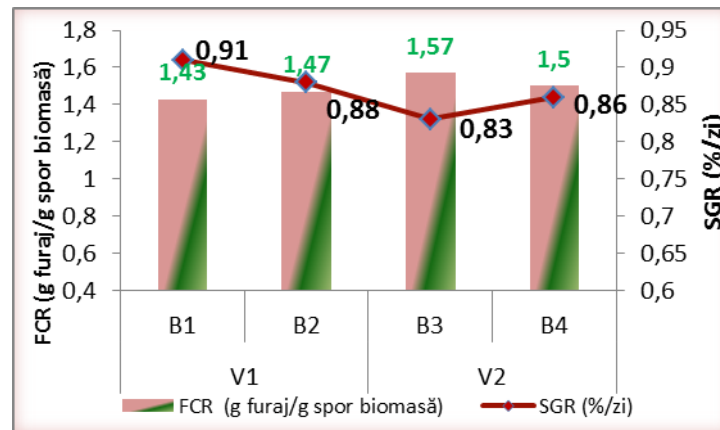


Figura 6.13. Variația factorului de conversie a hranei (FCR) și a ratei specifice de creștere (SGR)

Și în cazul factorului de conversie a proteinei (PER) lumina albă s-a dovedit, sub aspectul dinamicii creșterii, superioară celei albastre (1,975 g/g –V1, 1,865 g/g în V2), respectiv un raport procentual de 105%. Similar cu corelația SGR-FCR și în cazul corelației FCR-PER, a cărei dinamică este prezentată în figura 6.14, se observă relația de inversă proporționalitate între parametrii respectivi.

Deasemenea, se desprinde concluzia clară că lumina albă asociată, cu o intensitate a acesteia de 280 lx, a condus la obținerea unor indicatori de performanță sensibil superiori variantei în care s-a utilizat lumină de culoare albastră cu intensitatea de 90 lx.

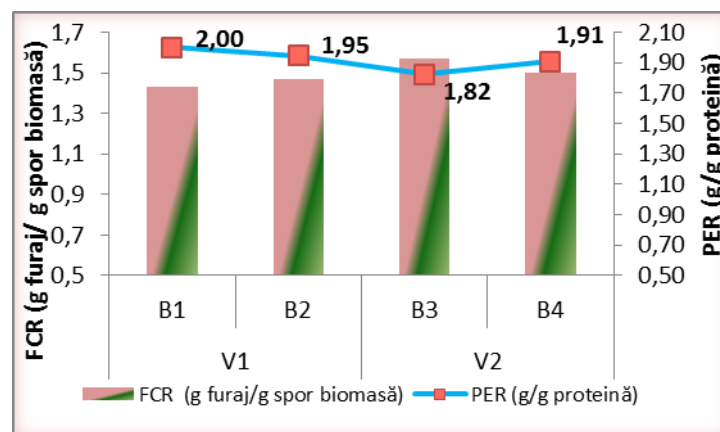


Figura 6.14. Variația factorului de conversie a hranei (FCR) și a factorului de conversie a proteinei (PER)

6.3.3. Starea de confort tehnologic (welfare) a biomasei de cultură

Între altele, în cadrul acestui experiment s-a asumat ipoteza că hematopoieza, procesul de formare a celulelor roșii (eritrocite) și a celulelor albe (limfocite, monocite, neutrofile, eozinofile, bazofile), este influențată de regimul de luminozitate și în acest mod poate servi drept instrument de apreciere a plasticității tehnologice a puietului de

crap în condițiile specifice de creștere menționate. Astfel, cunoașterea indicilor hematologici reprezintă un instrument important ce poate fi folosit în monitorizarea modificărilor fiziologice și patologice la pești.

Reacțiile eritrocitare au fost descrise în baza parametrilor ce definesc valorile acestei categorii de elemente figurate, determinați la începutul și sfârșitul experimentului și prezentați în 6.3.

Tabelul 6.3. Parametrii hematologici ai crapului din cele două variante

Varianta experimentală	Parametrul hematologic (Med. ±StDev)						
	Ht (%)	Hb (g/dl)	Nr. E. (x 10 ⁶ /μl)	VEM (μm ³)	HEM (pg)	CHEM (g/dl)	
Varianta 1	B1i	25,2±4,1	9,36±1,13	2,004±0,14	126,12±20,57	46,86±6,04	37,78±5,72
	B1f	30,4±5,3	9,82±1,55	1,726±0,26	175,67±9,52	57,04±4,92	32,50±2,56
	B2i	24,2±4,4	8,06±0,14	1,836±0,21	131,98±19,49	44,54±5,58	34,46±6,49
	B2f	28,0±2,8	8,74±1,63	1,467±0,11	190,83±12,31	59,29±8,24	31,02±3,5
Varianta 2	B3i	24,0±3,4	6,66±0,55	1,563±0,22	156,95±32,1	43,01±3,45	28,27±4,48
	B3f	28,4±3,4	8,00±1,72	1,546±0,07	183,66±19,62	51,86±11,5	28,15±5,61
	B4i	26,8±2,8	5,22±1,05	1,645±0,09	163,60±21,36	31,58±5,46	19,88±4,87
	B4i	29,6±1,0	8,88±1,38	1,703±0,10	174,45±12,65	52,45±9,77	30,09±5,09

Evaluarea **reacției leucocitare** a puietului de crap în cele două variante privind regimul de luminozitate a constituit, alături de evaluarea reacției eritrocitare și a celei trombocitare un obiectiv științific important din cadrul acestui experiment.

Studiul efectuat în cadrul acestui experiment a permis realizarea unui sugestiv tablou leucocitar al sângelui, prin identificarea diferitelor categoriilor de leucocite, respectiv ponderea acestora în cadrul numărului total de leucocite.

Media procentuală a leucocitelor din sângele circulant al puietului de crap este prezentată analitic în tabelul 6.4 și grafic în figurile 6.22 și 6.23. Datele din tabel prezintă ponderea fiecărui tip de leucocite atât la debutul experimentului cât și la finalul experimentului pentru ambele variante experimentale.

Valorile medii procentuale ale numărului diferitelor tipuri de leucocite, prezentate grafic și analitic indică diferențe față de momentul inițial, precum și între cele două variante.

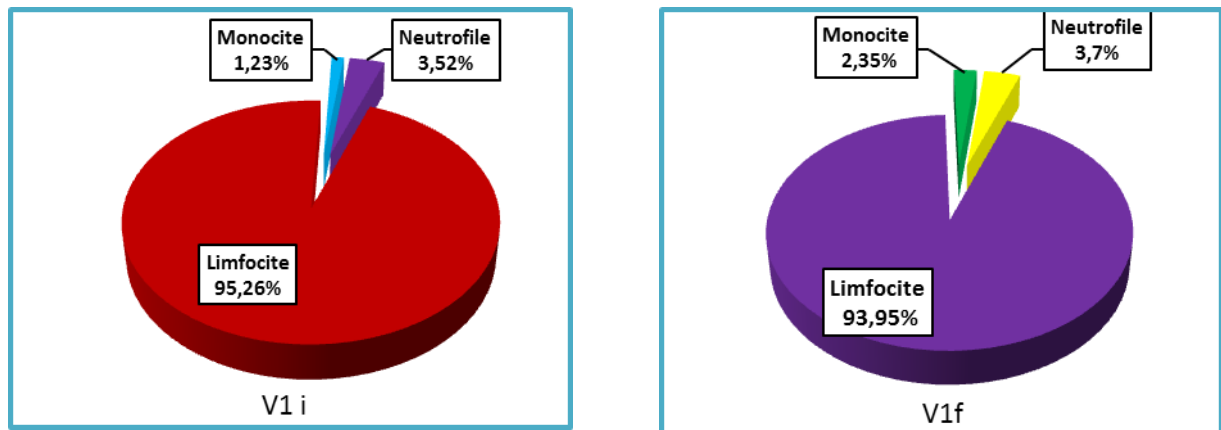


Figura 6.22. Leucograma crapului la începutul și sfârșitul experimentului în V_1

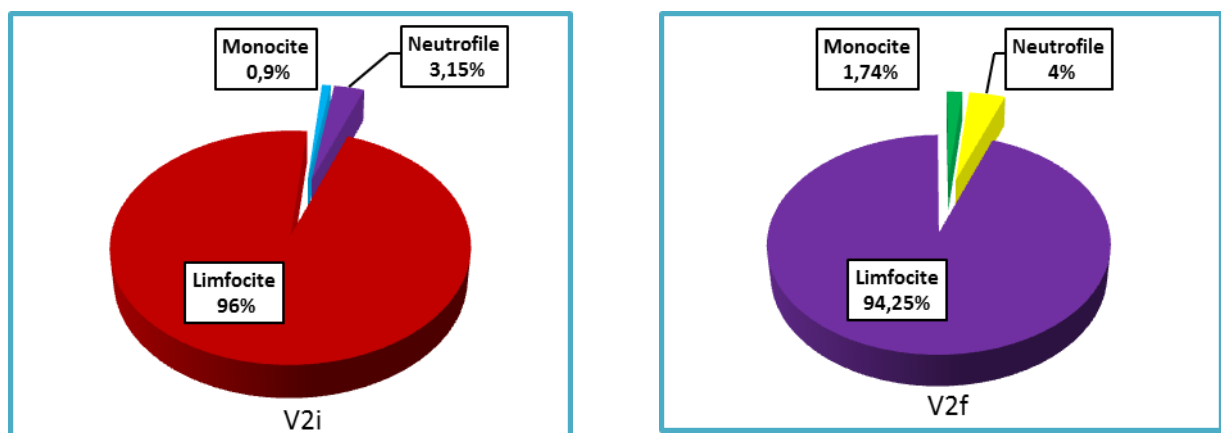


Figura 6.23. Leucograma crapului la începutul și sfârșitul experimentului în V_2

Comparând datele obținute cu cele din literatura de specialitate (Tabelul 6.5.) putem afirma ca numărul relativ de limfocite în cele două momente ale experimentului, inițial și final, se află la limita superioară intervalului de normalitate, în timp ce numărul relativ de monocite și neutrofile crește la final ajungând la valori apropiate de normal în ambele variante experimentale.

În vederea obținerii unei imagini cât mai elocvente asupra modificărilor produse la nivelul sistemului leucocitar sub influența regimului luminos, s-a calculat numărul absolut de celule albe (nr.celule/ μ l sânge). Valorile numărului absolut de leucocite sintetizate în tabelul 6.6 prezintă, deasemenea, ca și în cazul numărului relativ, diferențe față de momentul inițial cât și între cele două variante experimentale.

Tabelul 6.6. Variația numărului absolut de leucocite pe durata experimentală

Varianta experimentală		Număr celule albe ($\times 10^3$ cel./ μ l sânge)			
		(Med. \pm StDev)			
		Leucocite	Limfocite	Monocite	Neutrofile
Varianta 1	B1i	58,07 \pm 7,5	55,18 \pm 6,5	0,76 \pm 0,5	2,13 \pm 1,1
	B1f	76,75\pm27	71,57\pm25,1	2,36\pm1,2	2,82\pm1,5
	B2i	66,64 \pm 8,8	63,58 \pm 8,6	0,82 \pm 0,6	2,24 \pm 1,6
	B2f	89,65\pm20,2	85,17\pm20,8	1,55\pm0,3	2,93\pm1,4
Varianta 2	B3i	61,29 \pm 8,1	59,66 \pm 8,6	0,47 \pm 0,2	1,15 \pm 0,7
	B3f	96,48\pm25,7	91,96\pm22,9	1,53\pm0,8	2,99\pm0,6
	B4i	73,99 \pm 27	70,28 \pm 25,5	0,75 \pm 0,4	2,97 \pm 1,5
	B4f	91,16\pm30,1	86,02\pm27,5	1,66\pm0,4	3,48\pm1,3

Urmărind dinamica numărului absolut de leucocite se poate observa că acesta prezintă o creștere față de debutul experimentului, anume: în prima variantă, în care s-a folosit culoarea albă, numărul acestora crește 24,38% de la o valoare inițială de 63×10^3 cel/ μ l sânge la o valoare finală de $78,36 \times 10^3$ cel/ μ l, în timp ce în cazul luminii albastre numărul limfocitelor crește cu 36,97% de la o valoare de $64,96 \times 10^3$ cel/ μ l la inițierea experimentului la o valoare de $88,98 \times 10^3$ cel/ μ l sânge în final.

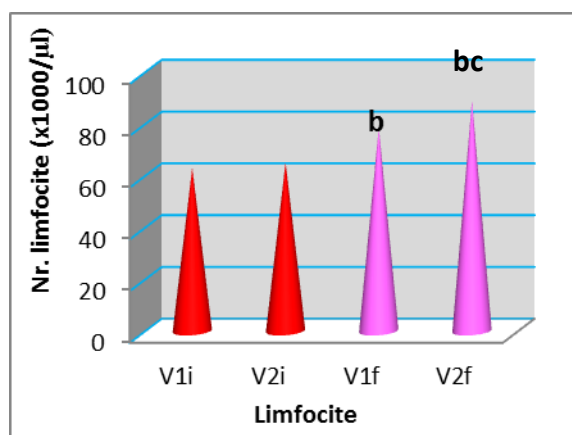


Figura 6.25. Variația numărului absolut de limfocite

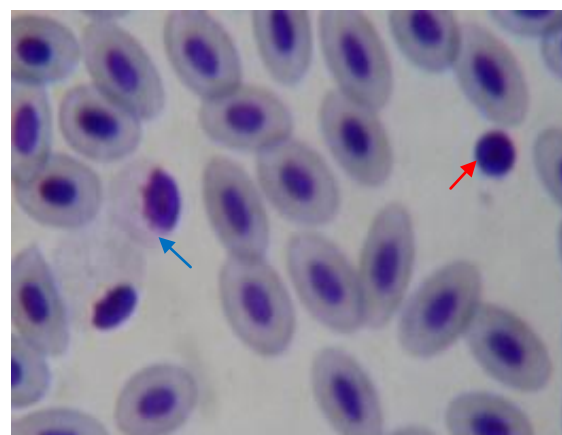


Foto 6.1. Limfocit și neutrofil monosegmentat (10 oc \times 100 ob, MGG – foto original)

Numărul absolut de monocite (figura 6.26, foto 6.2) prezintă la finalul experimentului o creștere semnificativă statistic în cele două variante experimentale, astfel: în varianta cu lumină albă numărul absolut de monocite crește cu 147,46% de la o valoare inițială de $0,79 \times 10^3$ cel/ μ l sânge la o valoare finală de $1,955 \times 10^3$ cel/ μ l sânge iar în cea de a doua variantă, cea cu lumină albastră, creșterea este de 161,47%

pornindu-se de la o valoare de $0,61 \times 10^3$ cel/ μ l sânge și ajungând în final la o valoare de $1,595 \times 10^3$ cel/ μ l sânge.

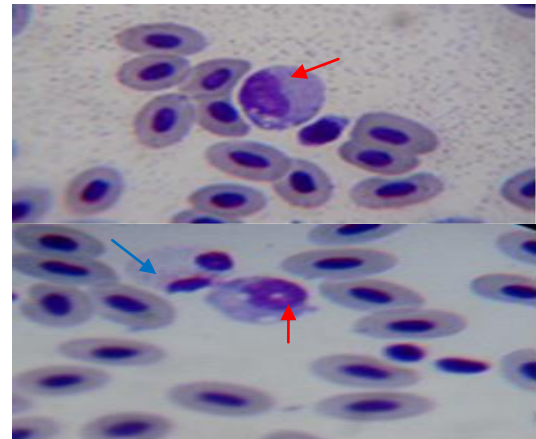
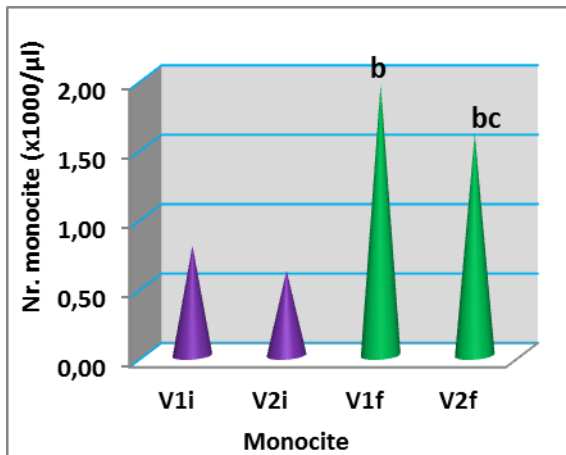


Figura 6.26. Variația numărului absolut de monocite

Foto 6.2. Monocit, neutrofil bisegmentat (10 oc \times 100 ob, MGG – foto original)

a - diferențe nesențificative statistice, între momentul inițial și final, $p > 0,05$;
 b - diferențe semnificative statistice, între momentul inițial și final, $p < 0,05$;
 c - diferențe nesențificative statistice între cele două variante, $p > 0,05$;
 d - diferențe semnificative statistice între cele două variante, $p < 0,05$.

La finalul experimentului, numărul granulocitelor neutrofile are aceeași tendință de creștere ca și celelalte leucocite (limfocitele, monocitele). Astfel, numărul absolut de neutrofile crește cu 31,56% în varianta cu lumină albă, respectiv 56,8% în varianta cu lumină albastră.

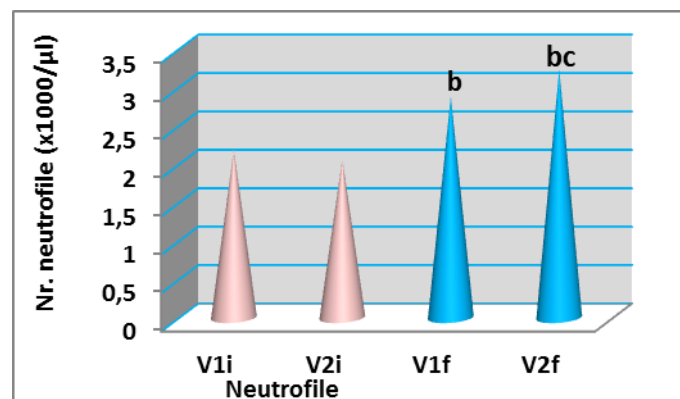


Figura 6.27. Variația numărului absolut de neutrofile

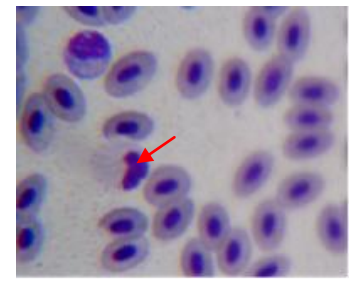
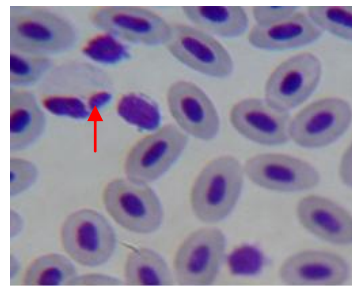


Foto 6.3. Neutrofil monosegmentat, bisegmentat și trisegmentat (10 oc \times 100 ob, MGG – foto original)

Prin prelucrarea statistică a numărului relativ de neutrofile din cele două variante experimentale la final nu se observă diferențe semnificative statistic ($p > 0,05$, $p = 0,26$), astfel că regimul luminos nu a influențat numărul acestui tip de celule albe; numărul absolut de neutrofile este redat grafic în figura 6.27.

Evaluarea **reacției trombocitare** a puietului de crap din cele două variante experimentale a constituit o altă cale de evaluare a influenței regimului luminos (intensitate și culoare) asupra stării de confort tehnologic.

La finalul experimentului între numărul absolut de trombocite din cele două variante nu s-au înregistrat diferențe semnificative statistic ($p > 0,05$). Este de remarcat faptul că trombocitele au un număr sensibil egal în cele două variante atât la începutul experimentului cât și la finalul acestuia (figura 6.28).

6.4. Concluzii

Din analiza parametrilor de performanță tehnologică se desprinde concluzia generală aceea că varianta în care s-a utilizat lumina albă este superioară celei în care s-a folosit lumina albastră. Afirmația făcută anterior este susținută convingător de analiza critică a fiecăruia din parametrii de performanță, analiză prezentă în cele ce urmează.

Un alt obiectiv important al experimentului a fost acela de a evalua parametrii tabloului hematologic care, asociați celor de performanță a creșterii, oferă o imagine sugestivă privind confortul tehnologic al materialului biologic în condiții diferite ale regimului de iluminare; prin interpretarea acestor parametri s-au identificat și descris reacțiile eritrocitare, reacțiile leucocitare, respectiv reacțiile trombocitare în cazul celor două variante experimentale.

În strânsă legătură cu hemoglobina (Hb) și hematocritul (Ht), cele două constante eritrocitare derivate din acestea, anume, volumul eritocitar mediu (VEM), respectiv hemoglobina eritocitară medie (HEM) înregistrează o valoare sensibil mai ridicată la finalul experimentului în raport cu faza inițială. În ceea ce privește concentrația de hemoglobină eritocitară medie (CHEM), dinamica acesteia este diferită în cazul celor două variante, privind regimul de luminozitate. Astfel, în cazul luminii albastre, unde ritmul creșterii hemoglobinei a fost superior celui de creștere a hematocritului, concentrația de hemoglobină eritocitară medie finală (CHEM) a fost mai mare decât cea inițială. O situație diferită se înregistrează în cazul luminii albe unde ritmul de creștere al hematocritului a fost superior celui de sporire a hemoglobinei ceea ce a condus la înregistrarea unui CHEM final mai redus decât cel inițial.

Din dinamica numărului absolut de leucocite, care oferă o imagine mai elocventă asupra modificărilor produse la nivelul sistemului leucocitar sub influența regimului luminos, putem observa că, indiferent de culoarea luminii folosite pentru cele două variante experimentale, se obțin valori superioare la finalul experimentului comparativ cu valorile inițiale. O altă concluzie ce se desprinde este aceea că, în urma prelucrării statistice a numărului absolut de leucocite (limfocite, monocite, neutrofile) la finalul experimentului, nu s-au obținut diferențe semnificative statistic pentru cele două culori ale luminii, albă și albastră, ceea ce semnifică că organismul exemplarelor a reușit să se adapteze, nefiind afectat de regimul luminos.

Mecanismul de influențare a regimului luminos asupra biomasei de cultură este deosebit de complex, motiv pentru care sunt necesare cercetări ulterioare care să elucideze o multitudine de aspecte privind legătura dintre parametrii caracteristici ai luminii (lungime de undă, intensitate, culoare, etc.) și activitatea metabolică a organismelor acvatice, respectiv oportunitatea tratării luminozității la nivelul unităților de creștere ca principal instrument de management tehnologic.

CAPITOLUL VII.

CREȘTEREA COMPENSATORIE A PUIETULUI DE CRAP ÎN CONDIȚIILE UNUI SISTEM RECIRCULANT DE ACVACULTURĂ INDUSTRIALĂ

7.1. Ipoteza asumată

În contextul privind stadiul actual al cunoașterii, ipoteza asumată în cadrul prezentului experiment este aceea de a evalua potențialul de creștere compensatorie a puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială. Infirmarea/confirmarea acestei ipoteze reprezintă în opinia noastră, un bun argument pentru a aprecia în ce măsură prin plasticitatea sa tehnologică, mai mare sau mai mică, crapul reprezintă o alternativă viabilă de diversificare a speciilor de cultură și sistemelor de producție din acvacultura românească. În subsidiar, se asumă ipoteza că procesul de creștere compensatorie, ca principal criteriu de apreciere a plasticității tehnologice a unei specii de cultură, este însoțit de modificări însemnate ale profilului hematologic și ale calității produsului de cultură.

7.2. Design experimental

Repartizarea materialului biologic pe variante (notate cu V), respectiv unități de creștere (notate cu B), este reprezentată grafic în figura 7.2. În cadrul acestei figuri

sunt prezentate datele de la momentul inițierii experimentului privind densitățile de stocare, numărul de exemplare și masa medie corporală.

Materialul biologic utilizat în prezentul experiment a fost reprezentat, de asemenea, de puiet, în acest caz de crap (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758), în vârstă de 5 luni. Materialul biologic a fost furnizat de Institutului de Cercetare Dezvoltare pentru Ecologie Acvatică, Pescuit și Acvacultură Galați.

Materialul biologic a fost hrănit cu furaj tip CLASSIC EXTRA 1P, adecvat puietului de crap (Oprea L. et al., 2000), atât din punct de vedere al conținutului proteic (41%) cât și a granulației (2,5 mm); conținutul biochimic al furajului este prezentat în tabelul 7.1. Intensitatea hrănirii în ambele variante experimentale, exprimată ca raport între cantitatea de hrană totală administrată și cantitatea de biomasă din unitățile de creștere a fost de 2,5% din biomasă.

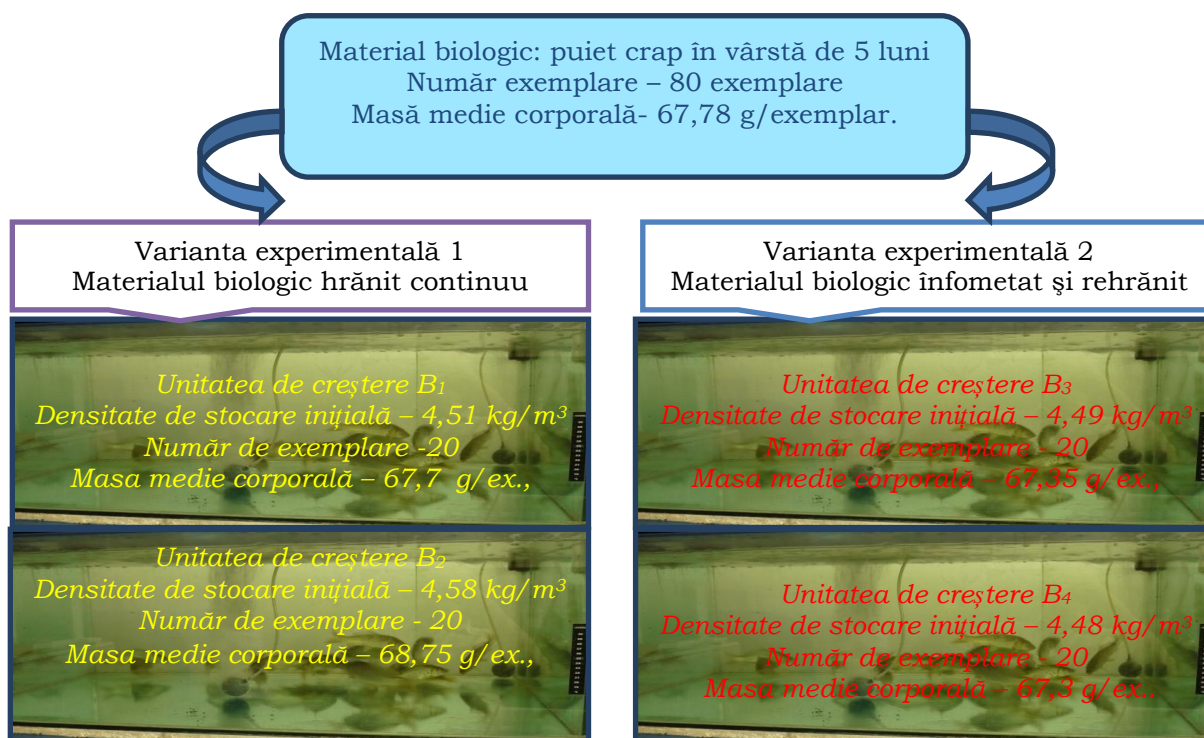


Figura 7.2. Repartizarea materialului biologic în cele două variante experimentale

7.3. Rezultate si discutii

7.3.1. Controlul calității apei

În cazul experimentului de față, parametrii de calitate a apei, fără excepție, s-au menținut în intervalul optim, corespunzător speciei *Cyprinus carpio*, echipamentele de condiționare a calității apei reușind să trateze și să reutilizeze apa tehnologică, în condițiile în care pierderile zilnice de apă nu au depășit 10% din volumul total al sistemului.

7.3.2. Indicatorii de performanță a creșterii

Analiza dinamicii biomasei de cultură evidențiază potențialul exemplarelor, din varianta în care exemplarele au fost înfometate și rehrănite, de a recupera în totalitate greutatea pierdută în perioada de înfometare ajungând la aproximativ aceeași biomasă ca și varianta de control.

În urma testării statistice a greutateilor și lungimilor la finalul experimentului putem trage următoarele concluzii. Astfel, între greutatea puietului de crap din ambele variante experimentale (control, respectiv, înfometată și rehrănită), nu s-au observat diferențe semnificative statistic ($p > 0.05$; $p = 0,24$). Rezultatele obținute ne indică o creștere compensatorie completă în greutate a exemplarelor din varianta în care au fost înfometate și rehrănite, comparativ cu varianta de control. Cea de-a doua concluzie ce se desprinde din calculul statistic, de această dată privind lungimile puietului de crap, este aceea că diferența dintre lungimile exemplarelor din cele două variante are semnificație statistică ($p = 0,02$; $p < 0,05$). Putem astfel concluziona ca materialul biologic a prezentat o creștere compensatorie totală în masă și o creștere compensatorie parțială în lungime la finalul experimentului.

În condițiile aplicării unui management tehnologic riguros s-a realizat o supraviețuire remarcabilă a materialului biologic (100%), respectiv sporuri de creștere însemnate ale biomasei de cultură în ambele variante experimentale. Principalii parametri tehnologici ai creșterii sunt prezentați în tabelul 7.2 și deșcriși în cele ce urmează.

Rata specifică de creștere (SGR), respectiv factorul de conversie a hranei (FCR) sunt parametri ce exprimă fidel, dinamica creșterii individuale și/sau a biomasei de cultură în cele două variante experimentale. Astfel, factorul de conversie a hranei (figura 7.16), calculat ca medie a celor două repetiții, a înregistrat o valoare de 1,18g furaj/g spor biomasa în varianta în care exemplarele au fost hrănite continuu și o valoare de 1,25 g furaj/g spor biomasă în varianta privată de hrană și rehrănită. Valorile factorului de conversie a hranei sunt sensibil egale în cele două variante ceea ce ne sugerează prin privirea exemplarelor de la hrană timp de 3 zile nu a fost afectată capacitatea acestora de conversie a furajului, reușind ca în zilele de rehrănire să recupereze greutatea pierdută printr-o conversie similară a furajului.

Tabelul 7.2. Indicatorii tehnologici de creștere ai crapului

Varianta experimentală Indicatorul/bazinul	Unitate de măsură	V ₁		V ₂	
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
Biomasa inițială	(g)	1354	1375	1347	1346
Densitate de stocare inițială	(kg/m ³)	4,51	4,58	4,49	4,48
Biomasa finală	(g)	2157	2280	2154	2141
Densitate de stocare finală	(kg/m ³)	7,18	7,59	7,17	7,13
Spor creștere biomasă	(g)	803	905	807	795
Spor de densitate a biomasei	(kg/m³)	2,67	3,01	2,69	2,65
Număr exemplare-inițial	-	20	20	20	20
Număr exemplare-final	-	20	20	20	20
Supraviețuirea	(%)	100	100	100	100
Masa medie inițială	(g/ex)	67,70	68,75	67,35	67,30
Masa medie finală	(g/ex)	107,85	114,00	107,70	107,05
Durata perioadei de creștere	zile	28,00	28,00	28,00	28,00
Ritmul zilnic de creștere (GR)	(g/zi)	28,68	32,32	28,82	28,39
Rata specifică de creștere (SGR)	(%/zi)	1,66	1,81	1,68	1,66
Spor mediu de creștere individuală	(g/ex.)	40,15	45,25	40,35	39,75
Hrana administrată	(g)	1001	1001	1001	1001
Factorul de conversiei a hranei (FCR)	(g furaj/g spor biomasă)	1,25	1,11	1,24	1,26
Factorul de conversie a proteinei (PER)	(g/g)	1,95	2,20	1,96	1,93
Rația hrană	(%biomasă)	2,5	2,5	2,5	2,5
Conținut proteina brută furaj	(%)	41	41	41	41

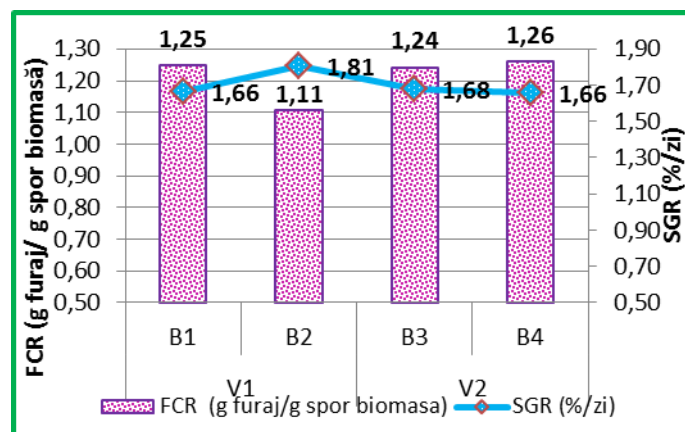


Figura 7.16. Factorul de conversie hranei (FCR) și rata specifică de creștere (SGR)

Cantitatea totală de proteină administrată biomasei de cultură din cele 4 bazine/2 variante experimentale ale sistemului recirculant a fost aceeași (1001 g/bazin). Factorul de conversie a proteinei (PER) a variat direct proporțional cu rata specifică de creștere (SGR), valorile acestor doi parametri fiind mai mari în cazul variantei în care puietul de crap a fost hrănit continuu; reprezentarea grafică a celor doi parametri este redată în figura 7.17.

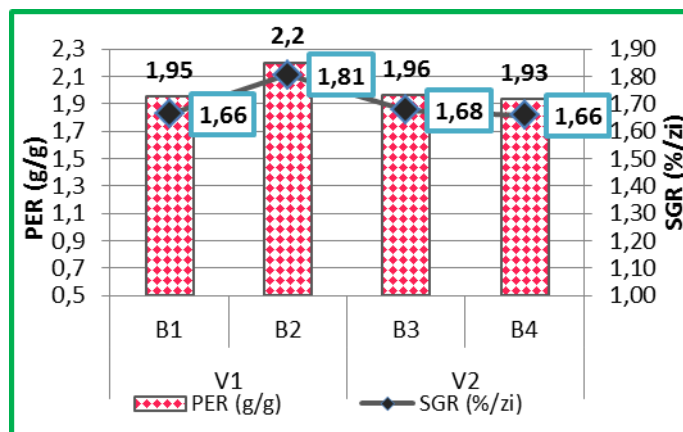


Figura 7.17. Factorul de conversie a proteinei (PER) și rata specifică de creștere (SGR)

7.3.3. Starea de sănătate a biomasei de cultură

Pentru a evalua dacă perioada de înfometare a determinat apariția unor modificări cantitative și calitative ale profilului metabolic sanguin, s-a analizat, ca și în cazul experimentului anterior, reacțiile eritrocitare, reacțiile leucocitare și cele trombocitare.

Reacția eritocitară este dată atât de variația hematocritului, hemoglobinei, eritrocitelor și a constantelor eritocitare la finalul experimentului comparativ cu debutul acestuia, cât și de variația acestora în cele două variante experimentale; valorile indicatorilor și a constantelor eritocitare sunt prezentate analitic în tabelul 7.3.

Tabelul 7.3. Valorile parametrilor hematologici la începutul și finalul experimentului

Varianta experimentală	Parametrul hematologic (Med ± StDev)						
	Ht (%)	Hb (g/dl)	Nr. E x 10 ⁶ /μl	VEM (μm ³)	HEM (pg)	CHEM (g/dl)	
Valori inițiale	25,57±2,5	13,84±1,0	1,81±0,26	142,31±11,4	77,34±8,45	54,36±3,4	
Variata V1f	B1f	33,14±3,5	11,55±1,0	1,77±0,25	190,22±23,1	66,49±9,14	35,13±3,7
Variata V2f	B2f	31,43±1,9	11,07±0,8	1,74±0,13	181,50±11,3	63,91±4,06	35,28±2,2
Variata V1f	B3f	32,57±1,9	11,14±0,5	2,00±0,23	165,83±24,2	56,63±7,87	34,27±1,9
Variata V2f	B4f	31,00±1,8	10,63±0,5	1,86±0,17	170,39±16,1	57,80±6,18	34,34±1,6

V_{1f}- variant 1 final, V_{2f}- variant 2 final.

Din analiza comparativă a parametrilor sanguini se poate concluziona, în primul rând, că o parte din aceștia, anume, hematocritul și hemoglobina sunt sensibil egali pentru ambele variante. În ceea ce privește numărul de eritrocite, mai mare în varianta în care exemplarele au fost înfometate și rehrănite, comparativ cu numărul eritorcitelor din varianta de control, a determinat ca reacție de compensare în această variantă, scăderea semnificativă ($p < 0,05$) în volum a eritrocitelor (VEM) precum și a cantității de hemoglobină corespunzătoare fiecărui eritrocit (HEM).

O atenție deosebită s-a acordat și **reacțiilor leucocitare** pentru a stabili cât mai clar dacă perioada de înfometare a afectat starea de sănătate a puietului de crap.

Astfel, prin examinarea microscopică s-a observat prezența limfocitelor, evident într-un număr dominant, a neutrofilelor, monocitelor; bazofilele și eozinofilele au lipsit ca și în cazul experimentului precedent .

Analiza de ansamblu a numărului relativ de leucocite, anume, limfocite, monocite și neutrofile prezentate grafic în figurile 7.24, 7.25, 7.26 evidențiază diferențe a acestui număr la finalul experimentului față de inițial dar și între cele două variante.

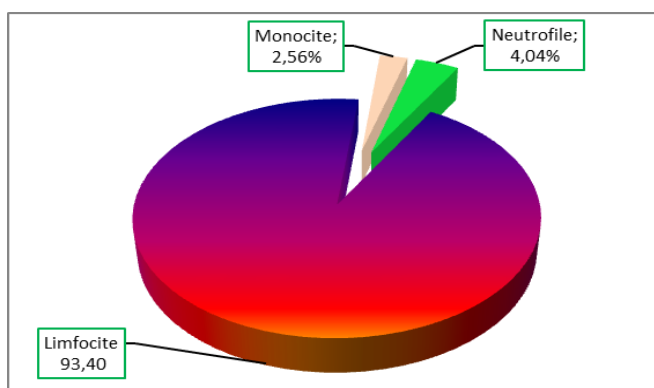


Figura 7.24. Leucograma crapului la debutul experimentului

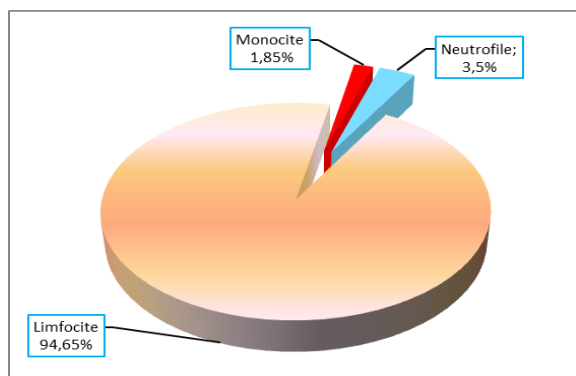


Figura 7.25. Lecograma crapului la finalul experimentului in V1

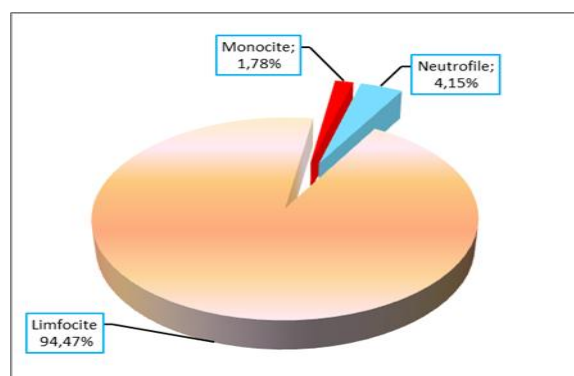


Figura 7.26. Lecograma crapului la finalul experimentului in V2

Concluzia ce se deprinde din analiza numărului relativ a celor trei categorii de leucocite, este aceea că rezultatele obținute se încadrează în intervalul de normalitate al speciei (capitolul VI, tabelul 6.5), cu ușoare diferențe între cele două variante.

Pentru a obține o imagine cât mai elocventă asupra modificărilor suferite la nivelul sistemului leucocitar, datorate înfometării, s-a corelat numărul relativ (%) de celule albe cu numărul absolut de celule albe (nr. celule/ μ l sange), datele obținute fiind prezentate în tabelul 7.5.

Tabelul 7.5. Variația numărului absolut de celule albe ($\times 10^3$ cel./ μ l sange)

Varianta experimentală	Nr. celule albe ($\times 10^3$ cel./ μ l sange)			
	Leucocite	Limfocite	Neutrofile	Monocite
Valori inițiale	111,93	104,61	4,58	2,75
Varianta V1 final	72,83	69,09	2,39	1,34
Varianta V2 final	79,25	74,98	3,16	1,39

Numărul absolut de limfocite de la finalul perioadei experimentale nu a fost influențat de perioada de inaniție obținându-se astfel valori sensibil egale în ambele variante, fără diferențe semnificative ($p > 0,05$, $p = 0,19$). În schimb față de momentul inițial se observă o reducere a numărului absolut de limfocite, cu 33,95% în V1 și cu 28,32% în V2, de la o valoare ridicată ce nu se încadrează în intervalul de normalitate la valori corespunzătoare speciei studiate; reprezentarea grafică a numărului absolut de limfocite este redată în figura 7.28 iar tipul de limfocite întâlnite pe froțiul de sânge este reprezentat în foto 7.1.

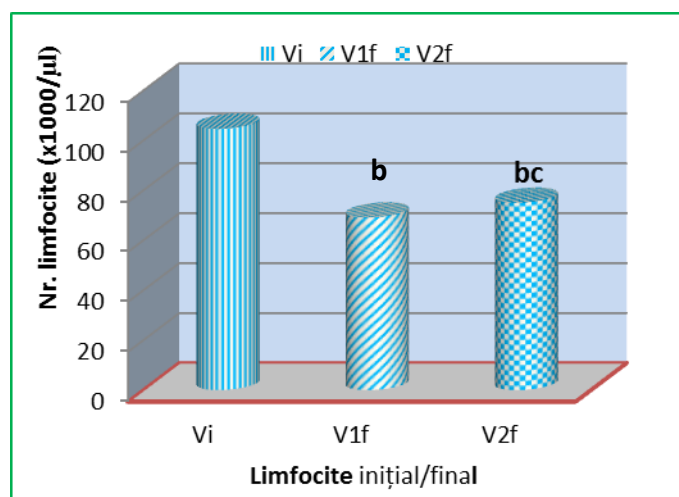


Figura 7.28. Variația numărului absolut de limfocite pe perioada experimentală



Foto 7.1. Limfocite mici și mari (10 oc × 100 ob, MGG – foto original)

În ceea ce privește numărul absolut de neutrofile se observă, ca și în cazul numărului absolut de limfocite, o scădere semnificativă față de momentul inițial cu 47,81% în prima variantă și cu 31% în cea de-a doua variantă (figura 7.29). Prin compararea numărului absolut de neutrofile eliberate în sângele recirculant, din cele două variante se observă diferențe semnificative statistic ($p < 0,05$, $0,04$), numărul acestora fiind mai mare cu 32,21% în cazul variantei în care exemplarele au fost înfometate și rehrănite.

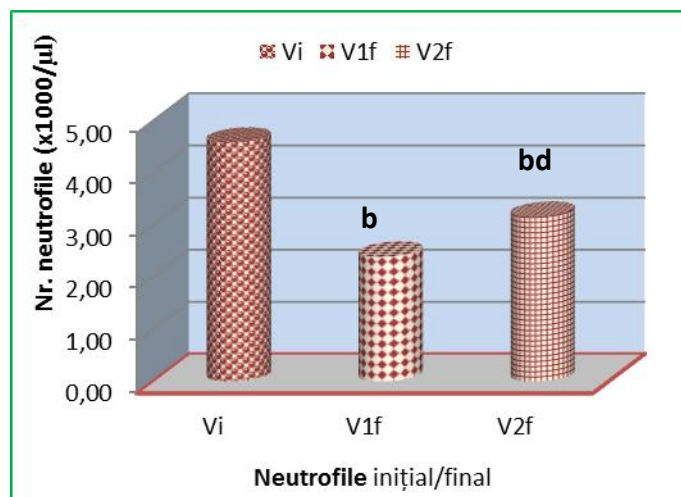


Figura 7.29. Variația numărului absolut de neutrofile pe perioada experimentală

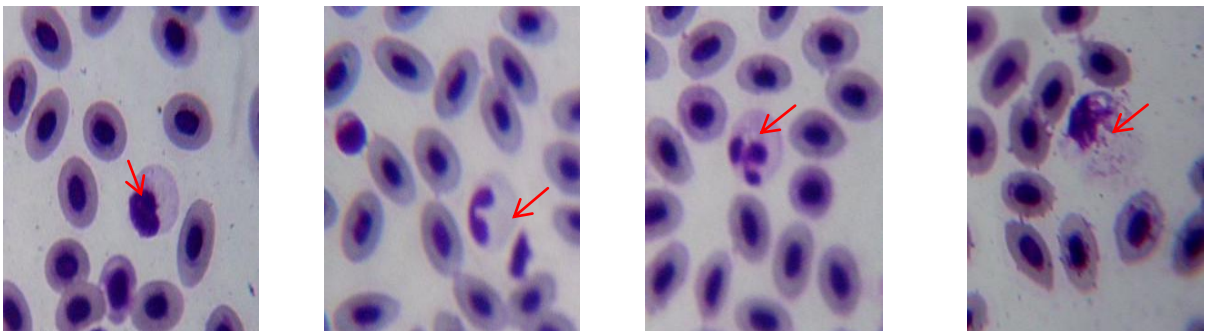


Foto 7.2. Neutrofile monosegmentate, bisegmentate și trisegmentate și neutrofil degenerat (10 oc × 100 ob, MGG – foto original)

În ceea ce privește numărul absolut de monocite, acesta nu a înregistrat diferențe semnificative statistic ($p > 0,05$) la finalul experimentului în cele două variante, fiind mai mare cu doar 1,34% în varianta în care puietul de crap a fost privat de hrană. Ca și în cazul neutrofilelor, monocitele au prezentat modificări ce constau în apariția numeroaselor vacuole în citoplasmă iar nucleul și-a mărit volumul ocupând astfel aproape tot spațiul celulei (Foto 7.3). Prezența acestora pe frotiul de sânge a fost însă destul de rară. Față de momentul inițial numărul absolut de monocite a scăzut cu 51,27% în cazul primei variante, varianta de control, și cu 49,45% în cea de-a doua variant (figura 7.30).

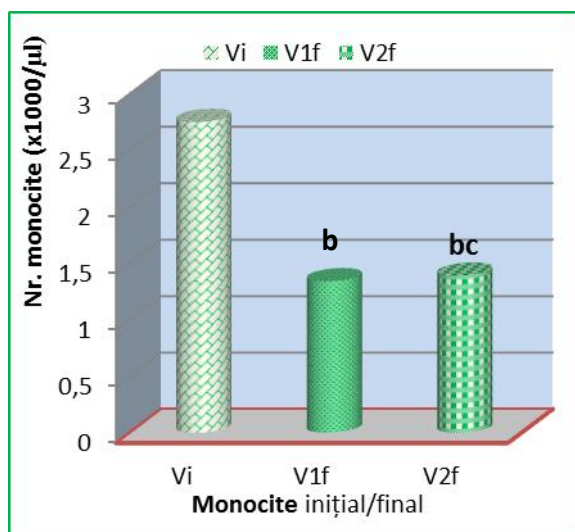


Figura 7.30. Variația numărului absolut de monocite

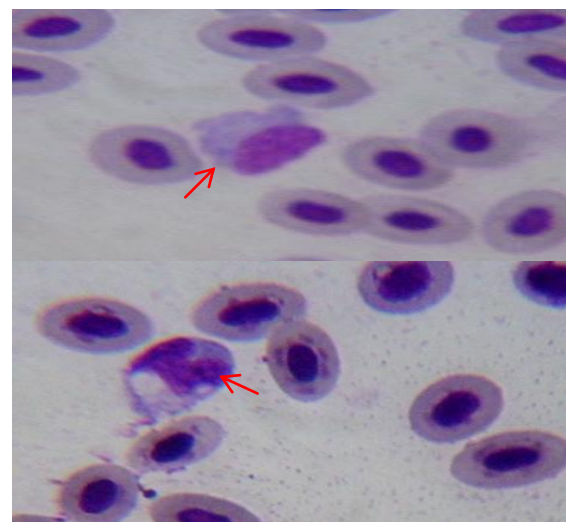


Foto 7.3. Monocite (10 oc × 100 ob, MGG – foto original).

Reația trombocitară a evidențiat o creștere ușoară în cele două variante la finalul experimentului față de inițial și o creștere nesemnificativă statistic ($p > 0,05$; $p = 0,23$) a variantei în care exemplarele au fost înfometate și rehrănite față de varianta în care exemplarele nu au fost private de hrană, astfel: numărul absolut de trombocite crește la final cu 5,24% în varianta V1, cu 14,29% în varianta V2f și cu 8,6% în varianta V2f comparativ cu V1f. Numărul absolut al trombocitelor este prezentat analitic în tabelul 7.6 și grafic în figura 7.31 iar forma acestora în foto 7.4.

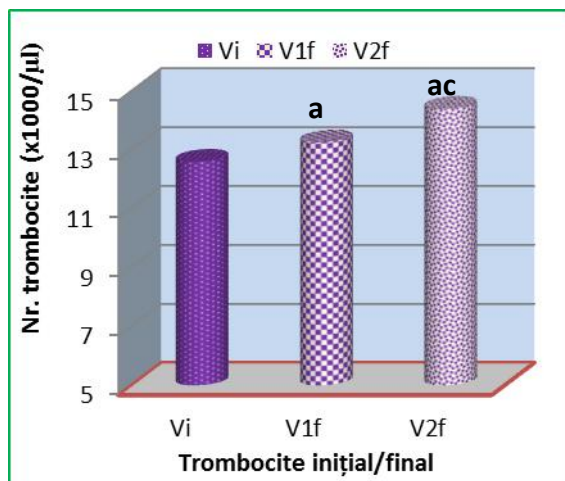


Figura 7.31. Variația numărului absolut de trombocite



Foto 7.4. Trombocite (10 oc x 100 ob, MGG) – foto original

7.4. Concluzii

Concluzia generală ce se desprinde din analiza de ansamblu a tuturor parametrilor de performanță a creșterii este aceea că specia *Cyprinus carpio*, de mare importanță pentru acvacultura din România, a evidențiat o creștere compensatorie completă în greutate după ce a fost supus unui ciclu de 3 zile de înfometare și 4 de rehrănire, acesta repetându-se pe o perioadă de 28 de zile. Concluzia enunțată anterior este sprijinită de analiza critică a valorilor tuturor parametrilor de creștere.

La finalul experimentului în urma testării statistice a lungimilor puietului de crap din cele două variante se observă diferențe statistice. În ceea ce privește greutatea puietului de crap calculul statistic nu evidențiază diferențe semnificative. Putem astfel concluziona că materialul biologic a prezentat o creștere compensatorie totală în masă și o creștere compensatorie parțială în lungime la finalul experimentului, datele obținute fiind comparabile cu cele din literatura de specialitate.

Analiza celor mai semnificativi indicatori tehnologici ai creșterii (SGR, FCR și PER) conduce la aceeași concluzie, anume, că în ambele variante s-au realizat valori sensibil egale pentru toți indicatorii. Acest lucru ne sugerează că, prin privirea exemplarelor de la hrană timp de 3 zile și urmată de o perioadă de 4 zile de rehrănire, nu a fost afectată capacitatea organismului de conversie a furajului și a proteinei reușind ca în zilele de rehrănire să recupereze greutatea pierdută prezentând în final o rată de creștere comparabilă în cele două variante.

Deși studiile anterioare din literatura de specialitate nu au evidențiat o creștere compensatorie la crap, valorile tuturor indicatorilor de performanță, alături de calculul statistic aplicat, evidențiază, în cazul prezentului experiment, plasticitatea tehnologică

a speciei *Cyprinus carpio* de a prezenta o creștere compensatorie totală în masă după o perioadă relativ scurtă de înfometare.

Din analiza comparativă a constantelor eritrocitare, ce sunt în strânsă legătura cu hematocritul, hemoglobina și numărul de eritrocite, se poate observa că, în condițiile în care hematocritul și hemoglobina au fost constante la finalul experimentului în cele două variante în timp ce numărul de eritrocite a variat, a apărut ca reacție de compensare descreșterea volumului eritrocitar mediu (VEM) și a hemoglobinei eritrocitare medie (HEM) în varianta în care exemplarele au fost înfometate și rehrănite în timp ce concentrația de hemoglobină eritrocitară medie (CHEM) a înregistrat valori comparabile în ambele variante.

Numărul absolut de limfocite și monocite de la finalul perioadei experimentale nu a fost influențat de perioada de inaniție obținându-se astfel valori sensibil egale în ambele variante, fără diferențe semnificative. În schimb, numărul absolut de neutrofile este mai mare în varianta în care exemplarele au fost înfometate și rehrănite față de varianta de control, ceea ce sugerează, așa cum s-a putut observa și în literatura de specialitate, că această creștere a numărului de neutrofile reprezintă răspunsul adaptativ al organismului la stresul de înfometare. Neutrofilele din varianta în care exemplarele au fost înfometate prezintă și o modificare a structurii celulei, anume, o degenerare vacuolară de citoplasmă și nucleu, dar numărul acestora a fost foarte rar.

În ceea ce privește confortul tehnologic experimentul a evidențiat, de asemenea, plasticitatea tehnologică a puietului de crap prin înregistrarea unui număr sensibil egal, în ambele variante, a principalelor categorii de leucocite.

CAPITOLUL VIII.

CONCLUZII GENERALE, CONTRIBUȚII PERSONALE, DIRECȚII ULTERIOARE DE CERCETARE

Cercetarea abordată în cadrul prezentei teze a avut ca principal deziderat științific evaluarea plasticității tehnologice a celei mai importante specii din acvacultura României, crapul, în condițiile creșterii într-un sistem performant, modern, de acvacultura industrială, anume sistemul recirculant. Rezultatele științifice obținute în urma experimentelor pot reprezenta un fundament important pentru diversificarea sistemelor de producție din acvacultura românească, în sensul că alături de acvacultura tradițională, de heleșteu poate fi inițiată și dezvoltată cu succes

o tehnologie performantă, sustenabilă și prietenoasă cu mediul, anume tehnologia creșterii intensive în sisteme închise/controlate.

În urma cercetărilor efectuate se desprind concluzii importante, cu caracter aplicativ, în legătură cu potențialul speciei *Cyprinus carpio* de fi crescută în condițiile unui sistem recirculant de acvacultura industrială, potențial exprimat prin plasticitatea tehnologică remarcabilă a acestei specii.

Experimentul ce privește *performanța creșterii diferitelor clase de mărime ale puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială*, a confirmat faptul că zestrea genetică a unei specii de cultură prezintă o importanță crucială în ceea ce privește realizarea unui produs de cultură de talie cât mai omogenă în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură intensivă.

Cel de-al doilea experiment efectuat a urmărit evaluarea *influenței densității de stocare asupra performanței de creștere a puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială*. Scopul principal al experimentului a fost acela de a stabili densitatea optimă de stocare în contextul tehnologic și operațional al unui sistem recirculant, astfel încât starea de confort tehnologic a biomasei de cultură să nu fie afectată.

Concluzia generală desprinsă din analiză critică a indicatorilor obținuți în cadrul experimentului este aceea că nivelul performanței creșterii puietului de crap, în condițiile unui sistem recirculant, este mai mare în cazul densităților de stocare mai reduse, concluzie ce confirmă o serie de informații din literatură de specialitate referitoare la această specie.

Rezultatele obținute în cel de-al treilea experiment, anume, *influența luminii asupra dinamicii creșterii puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială*, oferă informații valoroase în ceea ce privește plasticitatea tehnologică a puietului de crap, în raport cu regimul de luminozitate (culoarea, intensitate) al unităților de creștere, plasticitate tehnologică apreciată, explicit, prin performanța creșterii, respectiv prin evaluarea stării de confort tehnologic.

Din analiza parametrilor de performanță tehnologică se desprinde concluzia generală aceea că varianta în care s-a utilizat lumina albă este superioară celei în care s-a folosit lumina albastră, concluzie susținută convingător de analiză critică a tuturor din parametrii de performanță. Astfel, valoarea coeficientului alometric înregistrat în varianta cu lumină albă este superioară și evidențiază o condiție mai bună a peștilor în această variantă, argument susținut și de ceilalți indicatorii de performanță tehnologică.

Din dinamica numărului absolut de leucocite, care oferă o imagine mai fidelă asupra modificărilor produse la nivelul sistemului leucocitar sub influența regimului luminos, putem observa că, indiferent de culoarea luminii folosite pentru cele două variante experimentale, se obțin valori superioare la finalul experimentului comparativ cu valorile inițiale. Valorile superioare a numărului de leucocite la finalul perioadei experimentale, evidențiază o îmbunătățire a stării de sănătate a biomasei de cultură, în primul rând, datorită unui management judicios al alimentației (intensitate a hrănirii și valoarea nutrițională a hranei administrate) și mai puțin probabil datorită regimului luminos (culoare și intensitate).

În ultimul experiment, anume, *creșterea compensatorie a puietului de crap în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială*, s-a apreciat plasticitatea tehnologică a acestei specii prin prisma modificărilor ce s-au manifestat la nivelul indicatorilor de performanță a creșterii și la nivelul indicatorilor hematologici.

Analiza celor mai semnificativi indicatori tehnologici ai creșterii (SGR, FCR și PER) conduce la aceeași concluzie, anume, că în ambele variante s-au realizat valori sensibil egale pentru toți indicatori. Acest lucru ne sugerează că, prin privirea exemplarelor de la hrană timp de 3 zile și urmată de o perioadă de 4 zile de rehrănire, ciclul ce se repetă timp de 28 de zile, nu a fost afectată capacitatea organismului de conversie a furajului, a proteinei în principal, reușind ca în zilele de rehrănire să recupereze greutatea pierdută prezentând în final o rată de creștere comparabilă în cele două variante.

Numărul absolut de limfocite și monocite de la finalul perioadei experimentale nu a fost influențat de perioada de inaniție, obținându-se astfel valori sensibil egale în ambele variante, fără diferențe semnificative. În schimb, numărul absolut de neutrofile este mai mare în varianta în care exepularele au fost înfometate și rehrănite față de varianta de control, ceea ce sugerează, așa cum s-a putut observa și în literatură de specialitate, că această creștere a numărului de neutrofile reprezintă răspunsul adaptativ al organismului la stresul de înfometare.

Principala contribuție pe care o aduce lucrarea de doctorat constă, în primul rând, în identificarea și prioritizarea acelor factori tehnologici determinanți în ceea ce privește performanța creșterii intensive unei specii în condițiile unui sistem recirculant. Pentru prima dată în cercetarea românească din domeniul acvaculturii este demonstrată capacitatea creșterii compensatorii și influența regimului de luminozitate asupra performanței creșterii.

Ipotezele asumate în cadrul fiecărui experiment pot fi considerate ca elemente de noutate în condițiile în care pe plan național, în primul rînd, și chiar în acvacultura mondială fie nu au fost abordate fie nu au fost dezvoltate în suficientă măsură.

O contribuție personală ce poate fi considerată ca notabilă privește configurarea designului pentru fiecare din variantele experimentale abordate.

Identificarea legăturilor dintre starea de confort tehnologic, plasticitatea tehologică, respectiv performanța creșterii reprezintă, una din contribuțiile personale în dezvoltarea problematicii științifice privind specia *Cyprinus carpio*.

În contextual celor menționate considerăm ca cercetările privind evaluarea plasticității tehnologice ale speciei *Cyprinus carpio*, precum și ale altor specii, trebuie continuate având în vedere importanța sistemelor recirculante în dezvoltarea acvaculturii românești.

Între direcțiile de cercetare pe care le întrevădem a fi continuate menționăm :

- ◆ fundamentarea capacității portante a sistemelor recirculante de acvacultură industrială
- ◆ stabilirea modelului creșterii pentru principalele specii de pești din acvacultura românească,
- ◆ evaluarea rolului probioticelor și fitobioticelor în îmbunătățirea confortului tehnologic, stării de sănătate, performanței creșterii biomasei de cultură,
- ◆ dezvoltarea unor tehnici avansate de control pentru optimizarea managementului tehnologic și operațional al sistemelor recirculante de acvacultură industrială,
- ◆ evaluarea fezabilității, sub aspect economic, a sistemelor recirculante pentru speciile de apă dulce.



Lucrări științifice publicate ce valorifică rezultatele cercetării

Lucrări BDI

1. **Ionica Enache**, Victor Cristea, Tudor Ionescu, and Săndita Ion (2011). „The influence of stocking density on the growth of common carp, *Cyprinus carpio*, in a recirculating aquaculture system” AQUACULTURE SCIENTIFIC SYMPOSIUM ”ACVAPEDIA - 2010”, Third Edition. AACL Bioflux, 2011, Volume 4(2):146-153.
2. Daniela C. Gheorghe, Georgel P. Răzlog, Victor Cristea and **Ionica Enache** (2011). „The growth characteristics of common carp (*Cyprinus carpio*) in the northern part of the Small Island of Brăila Natural Park” AQUACULTURE SCIENTIFIC SYMPOSIUM ”ACVAPEDIA - 2010”, Third Edition. AACL Bioflux, 2011, Volume 4(2):154-155.
3. Adina Popescu, Victor Cristea, Angelica Docan, Săndița Ion, Maria D. Dicu, and **Ionica Enache** (2011). ” Assessment of the stress induced by decays within a system of intensive rearing of the Asian cyprinids” AQUACULTURE SCIENTIFIC SYMPOSIUM ”ACVAPEDIA - 2010”, Third Edition. AACL Bioflux, 2011, Volume 4(2):193-198.
4. Daniela Cristina Gheorghe, **Ionica (Bancu) Enache**, V. Cristea, G.P. Razlog (2011). ”Characteristics of the population growth and mortality of carp in the danube (Km 170 – Km 196)” Volumul de Lucrări Științifice - Seria Zootehnie, Volumul 55 (16): 346-351.
5. **Ionica Enache**, Cristea V., Docan A., Popescu A., (2011). “Hematological profile in juvenile carp reared under a recirculating system condition”. AACL Bioflux Volume 4(5):644-650.
6. **Ionica (Bancu) Enache**, V. Cristea, Lorena Dediu, T. Ionescu, Corina (Badalan) Sion, Georgiana Petronela (Sandu) Călin, L. Oprea, Daniela Cristina Gheorghe (2011). “The influence of genetic variability on the growth performance of common carp in a recirculating aquaculture system”. Volumul de Lucrări Științifice - Seria Zootehnie, Volumul 56 (16): 305-311.
7. **Ionica Enache**, Cristea Victor, Ionescu Tudor, Dediu Lorena, Docan Angelica, 2012. The influence of light intensity on the growth performance of common carp in a recirculating aquaculture system condition. Volumul de Lucrări Științifice - Seria Zootehnie, Volumul 58 (17), p: 234-240.
8. Nica Aurelia, Cristea V., Gheorghe Daniela, Hoha G.V., **Ionica Enache (Bancu)**, 2012. ”Embryonic and larval development of japanese ornamental carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)”. Volumul de Lucrări Științifice – Seria Zootehnie, Volumul 58 (17), p:116-120.



Lucrări ISI

1. A. Mihalache, L. Oprea, L. Dediu, V. Cristea, A. Docan, C. Sion (Badalan), **I. Enache**, (2011) "Growth Performance of the Japanese Ornamental Carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) Fry, Reared in a Recirculating Aquaculture System". Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE) Vol 12, No 3: 1078-1082.
2. C. Sion (Badalan), L. Oprea, V. Cristea, N. Patriche, P. G. Calin, G. M. Bacanu, E. Bocioc, **I. Enache**, T. Ionescu, (2011) "Influence of Stocking Density on the Growth of the Sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) in a Recirculating Aquaculture System". Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE) Vol 12, No 3:1083-1088.
3. C. Sion (Badalan), L. Oprea, V. Cristea, N. Patriche, M. G. Bacanu, P. G. Calin, E. Bocioc, **I. Enache**, S. Ion (Placinta), (2011) "Influence of Feeding Level on the Growth of Sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) in Recirculating Aquaculture System". Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE) Vol 12, No 3:1089-1094.
4. L. Oprea, V. Cristea, N. Patriche, C. Sion (Badalan), D. Oprea, E. Bocioc, G. M. Bacanu, M. Barbulescu, **I. Enache**, (2011) "Influence of Fodder Quality on the Growth of Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) in Recirculating Aquaculture System". Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE) ,Vol 12, No 3:1095-1100.
5. S. Ion (Placinta), V. Cristea, E. Bocioc, T. I. Ionescu, M. T. Coadă, **I. Enache**, (2011) "Monitoring the Water Quality in the Aquaculture Recirculating Systems". Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), Vol 12, No 4:1656-1660.
6. L. Oprea, V. Cristea, D. Oprea, M. Barbulescu, C. Sion (Badalan), P. G. Calin (Sandu), M. G. Bacanu, **I. Enache**, S. Ion (Placinta), (2011) "Influence of Feeding Level on the Growth of Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) in a Recirculating Aquaculture System".
7. A. Mihalache, L. Oprea, I. Grecu, V. Cristea, C. Badalan (Sion), **I. Enache**, S. Ion (Placinta), (2011) "Artificial Reproduction and Embryonic Development of the Japanese Ornamental Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)". Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), Vol 12, No 4:1835-1839

Lucrări comunicate

1. Lucian Oprea, Victor Cristea, Daniel Oprea, Mihaela Barbulescu, **Ionica Enache**, Gianina Manuela Bacanu, Corina Sion (Badalan), Sandita Placinta (2010). „*The influence of feeding level on the growth of siberian sturgeon (Acipenser baerii BRANDT, 1869), in a recirculating aquaculture system*” International Conference on Fishery and Aquaculture, A View Point Upon The Sustainable Management Of The Water Resources In The Balkan Area, Galati, ROMANIA, May 26 th -28th, 2010, pages 56 – Oral presentation,

2. Lucian Oprea, Victor Cristea, Neculai Patriche, Corina Sion (Bădălan), Elena Bocioc, Gianina Manuela BĂCANU, Mihaela BARBULESCU, **Ionica Enache** (2010). „*The influence of fodder quality on the growth of siberian sturgeon (Acipenser baerii Brandt, 1869) in recirculating aquaculture system*” International Conference on Fishery and Aquaculture, A View Point Upon The Sustainable Management Of The Water Resources In The Balkan Area, Galati, ROMANIA, May 26 th -28th, 2010, pages 57 – Oral presentation
3. Corina Sion (BĂDĂLAN), Lucian Oprea, Victor Cristea, Neculai Patriche, Gianina Băcanu, Elena Bocioc, **Ionica Enache**, Tudor Ionescu (2010). ”The influence of stocking density on the growth of sterlet (Acipenser ruthenus LINNAEUS, 1758) in recirculating aquaculture system” International Conference on Fishery and Aquaculture, A View Point Upon The Sustainable Management Of The Water Resources In The Balkan Area, Galati;
4. Corina Sion (Bădălan), Lucian Oprea, Victor Cristea, Neculai Patriche, Gianina Manuela Băcanu, Elena BOCIOIC, **Ionica ENACHE**, Sandita Placinta (2010). “The influence of feeding level on the growth of sterlet (Acipenser ruthenus LINNAEUS, 1758) in recirculating aquaculture system”, BOOK OF ABSTRACTS, International Conference on Fishery and Aquaculture, A View Point Upon The Sustainable Management Of The Water Resources In The Balkan Area, Galati, ROMANIA, May 26 th -28th, 2010, pages 68 – Poster presentation;
5. **Ionica Enache**, Victor Cristea, Tudor Ionescu, and Săndita Ion (2010) „The influence of stocking density on the growth of common carp, *Cyprinus carpio*, in a recirculating aquaculture system”, AQUACULTURE SCIENTIFIC SYMPOSIUM ”ACVAPEDIA - 2010”, Third Edition, 3-4 of December 2010, Cluj-Napoca – ROMANIA- Poster presentation;
6. **Ionica (Bancu) Enache**, Cristea V., Dediu L., Ionescu T., Sion (Badalan) Corina, Călin (Sandu) Georgiana Petronela, Oprea L., Gheorghe Daniela Cristina (2011) „The influence of genetic variability on the growth performance of common carp in a recirculating aquaculture system”, Simpozion Științific Internațional „TRADIȚIE, PERFORMANȚĂ ȘI EFICIENȚĂ ÎN CREȘTEREA ANIMALELOR”, 14-15 Aprilie 2011, Iasi- Romania, Prezentare orală.
7. Daniela C. Gheorghe, Georget P. Răzlog, Victor Cristea and **Ionica Enache** (2010) „The growth characteristics of common carp (*Cyprinus carpio*) in the northern part of the Small Island of Brăila Natural Park”, AQUACULTURE SCIENTIFIC SYMPOSIUM ”ACVAPEDIA - 2010”, Third Edition, 3-4 of December 2010 Cluj-Napoca – ROMANIA- Poster presentation;
8. **Ionica (Bancu) Enache**, Victor Cristea, Tudor Ionescu, Lorena Dediu, Angelica Docan, (2012) ”The influence of light intensity on the growth performance of common carp in a recirculating aquaculture system condition”. Simpozion Științific Internațional „Zootehnia moderna, factor al dezvoltării durabile” 26-27 aprilie 2012, Iasi-Romania. Prezentare orală.
9. V. Cristea, Catalina (Ciortan) Mirea, V. Popa, Adina Sarbu, **Ionica (Bancu) Enache** (2012) “Preliminary result on the influence of protein level on growth performance of juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758)”. Simpozion Științific Internațional „Zootehnia moderna, factor al dezvoltării durabile” 26-27 aprilie 2012, Iasi-Romania. Prezentare poster.
10. Aurelia Nica, V. Cristea, Daniela Gheorghe, G.V. Hoha, **Ionica (Bancu) Enache**, (2012) ”Embryonic and larval development of japanese ornamental carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)”. Simpozion Științific Internațional „Zootehnia moderna, factor al dezvoltării durabile” 26-27 aprilie 2012, Iasi-Romania. Prezentare orală.

BIBLIOGRAFIE

1. Barton B.A., Morgan J.D., Vijayan M.M., 2002. Physiological and condition-related indicators of environmental stress in fish. American Fisheries Society, Bethesda, pp 111-148.
2. Bastami K. Darvish, Moradlou A. Haji, Zaragabadi A. Mohamadi, Mir S.V. Salehi, Shakiba M.M., 2009. Measurement of some hematological characteristics of the wild carp, *Comp Clin Pathol*.
3. Bărză, H., 1985, Ghid de hematologie a animalelor în creșterea intensivă, Ed. Ceres, 143 p.
4. Bănărescu P., Vasiliu G.D. 1960. Animalele de apă dulce și răspândirea lor, Ed. Științifică, București.
5. Billard R., 1999, Carp: biology and culture, Springer-Praxis Publishing, Chichester, UK.
6. Billard R., (1995) Reproduction of pike; gametogenesis, gamete biology and early development. In J.F. CRAIG (ed) by pike biology and exploitation.
7. Billard R., (1995) Elements sur la biologie des esturgeons, La Maritimee.
8. Cărașu, S. - Tratat de ihtiologie, București, 1952.
9. Cristea V., Grecu I., Ceapă C., 2002. Ingineria sistemelor recirculante. Editura Didactică și Pedagogică, București.
10. Cristea V.: "Parteneriat științific pentru dezvoltarea unui sistem recirculant pilot în scopul promovării și implementării unor tehnologii inovative de acvacultură superintensivă" Etape de execuție: IV/ 2008 & V/ 2008, Etapa IV - Experimentarea sistemelor recirculante, Etapa V - Evaluarea celor trei tehnologii sub aspectul performanței tehnologice, impactului asupra componentelor mediului și economic. Finanțator: Ministerul Educației și Cercetării, Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică Modul I CEEEX Programul : A G R A L.
11. Cristea Victor, Grecu Iulia, Ceapa Cornel, Cristea Veronica., Talpeș Marlena, Roșu A., 2003. Cercetări privind creșterea speciei *Acipenser stellatus* în module de creștere superintensivă de tip acvariu. Lucrările Simpozionului Internațional "Euro-aliment 2003", Galați.
12. Dediu Lorena (Sfetcu), Docan Angela, Cristea V., Grecu Iulia, 2010. Considerations regarding the rearing of european catfish, *Silurus glanis* L. in a flowthrough production aquaculture system, *Lucrări Științifice* - vol. 53, Seria Zootehnie, Iași.
13. Docan Angelica, Cristea Victor, Grecu Iulia, Dediu Loreana, 2010. Haematological response of the European catfish, *Silurus glanis* reared at different densities in „flow-through” production system. *Archiva Zootechnica*, 13:2, 63-70.
14. Docan A., Cercetari privind influenta factorilor ecotehnologici din sistemele recirculante de acvacultura industrială asupra fiziologiei și stării de sănătate a biomasei de cultura Teza de Doctorat, 2010.
15. **Enache Ionica**, Cristea Victor, Ionescu Tudor și Ion Săndita: The influence of stocking density on the growth of common carp, *Cyprinus carpio*, in a recirculating aquaculture system, *AACL Bioflux*, Volume 4, Issue 2, 2011, p 146-153.
16. **Enache Ionica**, Cristea V., Docan A., Popescu A., (2011). "Hematological profile in juvenile carp reared under a recirculating system condition". *AACL Bioflux* Volume 4(5):644-650.
17. **Enache Ionica (Bancu)**, V. Cristea, Lorena Dediu, T. Ionescu, Corina (Badalan) Sion, Georgiana Petronela (Sandu) Călin, L. Oprea, Daniela Cristina Gheorghe (2011). "The influence of genetic variability on the growth performance of common carp in a recirculating aquaculture system". *Volumul de Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, Volumul 56 (16): 305-311
18. **Enache Ionica**, Cristea Victor, Ionescu Tudor, Dediu Lorena, Docan Angelica, 2012. The influence of light intensity on the growth performance of common carp in a recirculating aquaculture system condition. *Volumul de Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, Volumul 58 (17), p: 234-240.
19. Gheorghe C., Daniela, Răzlog Georgel P., Cristea Victor and **Enache Ionica** (2011). „The growth characteristics of common carp (*Cyprinus carpio*) in the northern part of

- the Small Island of Brăila Natural Park” AQUACULTURE SCIENTIFIC SYMPOSIUM “ACVAPEDIA - 2010”, Third Edition. AACL Bioflux, 2011, Volume 4(2):154-15.
20. Gheorghe Daniela Cristina, **Enache Ionica (Bancu)**, Cristea V., Razlog G.P. (2011). ”Characteristics of the population growth and mortality of carp in the danube (Km 170 – Km 196)” Volumul de Lucrări Științifice - Seria Zootehnie, Volumul 55 (16): 346-351
 21. Ghittino P., 1983. Technology and Pathology in Aquaculture. Vol 1, Ed. Bono, Torino.
 22. Grozea A., Ciprinicultura, Editura Mirton Timisoara, 2007.
 23. Ibrahim Örün, Mustafa Dörücüand, Hasan Yazlak, 2003. Hematological parameters of three cyprinid fish species from Karakaya Dam Lake, Turkey. Online Jurnal of Biological Sciences 3 (3):320-328.
 24. Ion (Placinta) S., Cristea V., Bocioc E., Ionescu T. I., Coadă M. T., **Enache I.**, (2011) “Monitoring the Water Quality in the Aquaculture Recirculating Systems”. Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), Vol 12, No 4:1656-1660.
 25. Iordache GABRIEL, 2010. Cercetări privind creșterea intensivă a crapului în sisteme recirculante, Teza de doctorat. Universitatea “Dunărea de Jos” Galați.
 26. Karakatsouli Nafsika, Papoutsoglou S. Eustratios, Sotiropoulos Nikolaos, Mourtikas Dimitrios, Stigen-Martinsen Tone, Papoutsoglou E. Sofronios, 2010. Effects of light spectrum, rearing density and light intensity on growth performance of scaled and mirror common carp, *Cyprinus carpio*, reared under recirculating system conditions, Aquacultural Engineering 42, p 121-127.
 27. Kondera Elzbieta, 2011. Haematopoiesis in the head kidney of common carp (*Cyprinus carpio* L.): a morphological study, Fish Physiol Biochem 37:355-362.
 28. Kopp R., Palikova M., Mares J., Navratil S., Kubicek Z. and Zikova A., 2011. Haematological indices are modulated in juvenile carp, *Cyprinus carpio* L., exposed to microcystins produced by cyanobacterial water bloom, Journal of Fish Diseases, 34, 103-114.
 29. Kumar Vikas, Makkar P.S. Harinder, Amselgruber Werner and Becker Klaus, 2010. Physiological, haematological and histopathological responses in common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings fed with differently detoxified *Jatropha curcas* kernel meal. Food and Chemical Toxicology, Article in press.
 30. Malcolm Jobling, 2010. Are compensatory growth and catch-up growth two sides of the same coin?, Aquacult Int (2010) 18:501-510.
 31. Mihalache A., Oprea L., Dediu L., Cristea V., Docan A., Sion (Badalan) C., **Enache I.**, (2011) ”Growth Performance of the Japanese Ornamental Carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) Fry, Reared in a Recirculating Aquaculture System”. Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE) Vol 12, No 3: 1078-1082.
 32. Mihalache A., Oprea L., Grecu I., Cristea V., Badalan (Sion) C., **Enache I.**, Ion (Placinta) S. (2011) ”Artificial Reproduction and Embryonic Development of the Japanese Ornamental Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)”. Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), Vol 12, No 4:1835-1839
 33. Misăilă C., Misăilă Rada Elena, Comănescu Gianina, Vasile Gabriela, 2008. Hematological changes in some farming cyprinids under the hibernation conditions, Lucrări științifice- Zootehnie și Biotehnologii, vol. 41 (2) , Timisoara.
 34. Munteanu G., Bogatu D. (2003), Tratat de ihtiopatologie, Editura Excelsior Art., Timișoara, ISBN 973-592-085-9.
 35. Nica Aurelia, Cristea V., Gheorghe Daniela, Hoha G.V., **Enache Ionica (Bancu)**, 2012. ”Embryonic and larval development of japanese ornamental carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)”. Volumul de Lucrări Științifice – Seria Zootehnie, Volumul 58 (17), p:116-120.
 36. Oprea L., Georgescu R.: Nutritia și alimentatia pestilor, Editura Tehnica, Bucuresti, 2000, 272 p.
 37. Oprea L., Cristea V., Patriche N., Sion (Badalan) C., Oprea D., Bocioc E., Bacanu G. M., Barbulescu M., **Enache I.**, (2011) ‘Influence of Fodder Quality on the Growth of Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) in Recirculating Aquaculture System”. Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE) ,Vol 12, No 3:1095-1100.
 38. Oprea L., Cristea V., Oprea D., Barbulescu M., Sion (Badalan) C., Calin (Sandu) P. G, Bacanu M. G., **Enache I.**, Ion (Placinta) S., (2011) “Influence of Feeding Level on the Growth of Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) in a Recirculating

- Aquaculture System”. Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), Vol 12, No 4:1752-1758.
39. Popescu Adina, Victor Cristea, Angelica Docan, Săndița Ion, Maria D. Dicu, and **Ionica Enache** (2011). ” Assessment of the stress induced by decays within a system of intensive rearing of the Asian cyprinids” AQUACULTURE SCIENTIFIC SYMPOSIUM ”ACVAPEDIA - 2010”, Third Edition. AACL Bioflux, 2011, Volume 4(2):193-198
 40. Radu Daniela, Oprea Lucian, BUCUR Cecilia, COSTACHE Mioara, OPREA Daniel, 2009. Characteristics of Haematological Parameters for Carp Culture and Koi (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) Reared in an Intensive System. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies, 66 (1-2)/2009.
 41. Ramesh M., Saravanan M., 2008. Hematological and biochemical responses in a freshwater fish *Cyprinus carpio* exposed to chlorpyrifos, International Journal of Integrative Biology, Vol. 3, No.1.
 42. Ruane N.M., Carballo E.C. and Komen J., 2002. Increased stocking density influences the acute physiological stress response of common carp *Cyprinus carpio* (L.). Aquaculture Research 33, 777-784.
 43. Ruchin A. B., 2006. Effect of Light on white blood cell count in carp *Cyprinus carpio* L., Biology Bulletin, Vol. 33, No. 5, pp. 517-520.
 44. Saravanan M., Prabhu Kumar K., Ramesh M. , 2011. Haematological and biochemical responses of freshwater teleost fish *Cyprinus carpio* (Actinopterygii: Cypriniformes) during acute and chronic sublethal exposure to lindane, Pesticide Biochemistry and Physiology 100, 206-211.
 45. Sion (Badalan) C., Oprea L., Cristea V., Patriche N., Calin P. G., Bacanu G. M., Bocioc E., **Enache I.**, Ionescu T., (2011) “Influence of Stocking Density on the Growth of the Sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) in a Recirculating Aquaculture System”. Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE) Vol 12, No 3:1083-1088.
 46. Sion (Badalan) C., Oprea L., Cristea V., Patriche N., Bacanu M. G., Calin P. G., Bocioc E., **Enache I.**, Ion (Placinta) S., (2011) “Influence of Feeding Level on the Growth of Sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) in Recirculating Aquaculture System”. Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE) Vol 12, No 3:1089-1094.
 47. Timmons, M. B., Ebeling, J. M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S. T., Vinci, B.J., 2002. Recirculating aquaculture systems 2nd Edition, Printed by Cayuga Aqua Ventures.