



## UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI ȘCOALA DOCTORALĂ DE INGINERIE INDUSTRIALĂ



### REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT



**Cercetări privind elaborarea modelului creșterii  
păstrăvului curcubeu, (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum  
1792) într-un sistem recirculant de acvacultură  
industrială**

**Doctorand,  
ing. Mirela Mocanu (Crețu)**

**Conducător științific,  
Prof.univ.dr.ing.Victor Cristea**  
*Membriu corespondent al Academiei de Științe Agricole și Silvicultură*

**Referenți științifici:**

**Prof. univ.dr.ing. Ștefan Diaconescu**

**C.S.I dr. ing. Mioara Costache**

**Conf. dr. ing. Lorena Dediu**

**Seria I<sub>4</sub>: Inginerie Industrială Nr.6**

---

*Galați, 2013*

---

Seriile tezelor de doctorat susținute  
public în UDJG începând cu 1 octombrie 2013 sunt:

Domeniul **ȘTIINȚE INGINEREȘTI**

Seria I 1: **Biotehnologii**

Seria I 2: **Calculatoare și tehnologia informației**

Seria I 3: **Inginerie electrică**

Seria I 4: **Inginerie industrială**

Seria I 5: **Ingineria materialelor**

Seria I 6: **Inginerie mecanică**

Seria I 7: **Ingineria produselor alimentare**

Seria I 8: **Ingineria sistemelor**

Domeniul **ȘTIINȚE ECONOMICE**

Seria E 1: **Economie**

Seria E 2: **Management**

Domeniul **ȘTIINȚE UMANISTE**

Seria U 1: **Filologie-Engleză**

Seria U 2: **Filologie-Română**

Seria U 3: **Istorie**



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI  
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI  
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE  
AMPOSDRU



Fondul Social European  
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale  
2007-2013



MINISTERUL  
EDUCAȚIEI  
NAȚIONALE  
OIPOSDRU



### **Investește în oameni !**

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013

Axa prioritară 1. Educația și formarea profesională în sprijinul creșterii economice și dezvoltării societății bazate pe cunoaștere

Domeniul major de intervenție 1.5. Programe doctorale și post-doctorale în sprijinul cercetării

Titlu proiect: **Calitatea și continuitatea formării în cadrul ciclului de studii doctorale - TOP ACADEMIC**

**Cod proiect POSDRU/107/1.5/S/76822 Id proiect: 76822**

**Perioada de implementare: 1 octombrie 2010 - 30 septembrie 2013**

Teză de doctorat realizată în cadrul Proiectului  
**Calitatea și continuitatea formării în cadrul  
ciclului de studii doctorale - TOP ACADEMIC**  
**Cod proiect POSDRU/107/1.5/S/76822**  
**Id proiect: 76822**



26739/28.10.2013

Către \_\_\_\_\_

Universitatea “Dunărea de Jos “ din Galați vă face cunoscut că, în data de **28.11.2013 ora 9.00, în sala Q 27 a Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor**, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată: **„CERCETĂRI PRIVIND ELABORAREA MODELULUI CREȘTERII PĂSTRĂVULUI CURCUBEU, (ONCHORHYNCHUS MYKISS, WALBAUM 1792) ÎNTR-UN SISTEM RECIRCULANT DE ACVACULTURĂ INDUSTRIALĂ”**, elaborată de doamna/domnul **MOCANU MIRELA (CREȚU)**, în vederea conferirii titlului științific de doctor în domeniul de doctorat **Inginerie industrială**.

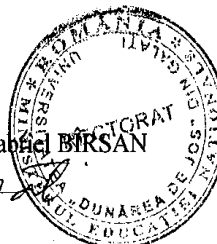
Comisia de doctorat are următoarea componență :

- 1. Președinte** **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.șt.gr.I dr.ing. Mioara COSTACHE**  
Director-Centrul de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet, Dâmbovița
- 5. Referent oficial** **Conf.univ.dr.ing. Lorena DEDIU**  
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, e-mail rectorat@ugal.ro.

Rector,

Prof. univ. dr. ing. Iulian Gabriel BIRSAN



---

Motto: “Trebuie să începi prin a face ceea ce este necesar, apoi ceea ce este posibil, și deodată te vei pomeni realizând imposibilul.”  
Sf. Francisc de Assisi

## MULȚUMIRI

Sunt conștientă că finalizarea unei teze de doctorat, prin care se încheie o etapă importantă din pregătirea mea profesională, nu reprezintă doar munca și efortul meu, ci se datorează și celor care m-au ajutat și mi-au fost alături, cu care, pot să spun că am format o echipă, o familie pe plan profesional. Acestor oameni minunați care mi-au dăruit informație și afecțiune, care și-au dedicat din timpul lor pentru a-mi fi de ajutor, doresc să le aduc recunoștința mea și mă tem că-mi vor fi sărace cuvintele în raport cu efortul domniilor lor.

În primul rând, doresc să aduc conducătorului științific al tezei, **Domnului Prof. Univ. Dr. Ing. Victor Cristea**, aleasă considerație și mulțumiri pentru sprijinul permanent acordat și pentru că a găsit întotdeauna timpul și calea prin care să-mi călăuzească pașii pentru realizarea acestei teze, acordându-mi toată încrederea și sprijinul necondiționat.

Adresez calde mulțumiri **D-nei Conf. Dr. Ing. Lorena Dediu**, pentru tactul pedagogic și generozitatea de a-mi împărtăși din cunoștințele dobândite în decursul întregii cariere universitare și de cercetare, cât și pentru onoarea de a-mi fi referent oficial.

De asemenea, le mulțumesc **S.L. dr. Ing. Angelica Docan, Conf. Dr. Ing. Iulia Rodica Grecu, Prof. Univ. Dr. Ing. Lucian Oprea, S.L. dr. Ing. Ion Vasilean**, pentru sprijinul acordat și sfaturile utile oferite care mi-au fost de un real folos în perioada realizării tezei de doctorat.

Doresc să mulțumesc referenților acestei teze de doctorat, pentru acceptul și bunăvoința de a recenza această lucrare: doamnei **CSI Dr. Ing. Mioara Costache** director a Stațiunii de Cercetare – Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet, domnului **Prof. Univ. Dr. Ing. Ștefan Diaconescu, U.S.A.M.V. București** și nu în ultimul rând, domnului Decan al Facultății de Știința Și Ingineria Alimentelor **Prof. Univ. Dr. Ing. Petru Alexe** pentru onoarea de a prezida această comisie.

Mulțumesc echipei de management și implementare a proiectului **POS DRU-TOP ACADEMIC, Calitatea și continuitatea formării în cadrul ciclului de studii doctorale-Cod proiect POSDRU/107/1.5/S/76822**, coordonat de domnul **Prof. Univ. Dr. Lucian Puiu Georgescu** pentru suportul financiar acordat.

Pe această cale doresc să le mulțumesc tuturor colegilor mei pentru sprijinul constant de care am beneficiat pe parcursul realizării părții experimentale a lucrării: **Dr. Ing.ec. Elena Bocioc, Dr. Ing. Săndița Plăcintă, Dr. Ing. Marian Tiberiu Coadă, Drd. Ing. Alina Antache, Drd.Ing.Ec. Ștefan Mihai Petrea, Dr. Ing. Ionica Enache, drd. Ing. Maria Desimira Stroe, Drd. Ing. Ciortan Cătălina, Drd.Ing. Georgiana Petronela Sandu, și Drd. Ing. Tudor Ioan Ionescu.**

Nu în ultimul rând, mulțumesc și sunt profund recunoscătoare **familiei mele** pentru suportul moral, înțelegerea și răbdarea manifestate constant, ajutându-mă să duc la bun sfârșit această teză. Mulțumesc îndeosebi **soțului meu** care a avut încredere în mine și mi-a fost alături în această perioadă.

Cu respect,  
**Drd. Ing. Mirela (Crețu) Mocanu**  
28.11.2013



## CUPRINSUL TEZEI/REZUMATULUI

Introducere, oportunitatea temei abordate.....	1	
Structura tezei de doctorat.....		1
<b>PARTEA I. ANALIZA DATELOR DIN LITERATURA DE SPECIALITATE</b>		
<b>CAPITOLUL I. Cadrul strategic privind dezvoltarea acvaculturii</b>		
1.1. Acvacultura – istoric, stare actuală.....	7	2
1.2. Acvacultura salmonidelor.....	12	3
1.3. Stadiul actual și perspective de dezvoltare a sistemelor recirculante de acvacultură industrială.....	15	3
<b>CAPITOLUL II. Managementul tehnologic și operațional al acvaculturii salmonidelor în cadrul sistemelor recirculante</b>		
2.1. Controlul calității apei în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură.....	20	4
2.2. Modelul conceptual privind cerințele mediale ale speciei <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum,1792) în condițiile creșterii într-un sistem recirculant.....	27	4
2.3. Modelul conceptual privind cerințele nutriționale ale speciei <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum,1792) în condițiile creșterii într-un sistem recirculant.....	33	4
2.4. Controlul îmbolnăvirilor și a stresului speciei <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum,1792) în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură.....	35	5
<b>CAPITOLUL III. Materiale, metode și tehnici de lucru</b>		
3.1. Infrastructura de cercetare.....	38	5
3.2. Materialul biologic.....	42	5
3.3. Metode de lucru și aparatura pentru determinarea parametrilor fizico-chimici ai apei.....	44	5
3.4. Metodologia privind evaluarea indicatorilor de performanță tehnologică.....	45	5
3.5. Metode de lucru și echipamente utilizate pentru evaluarea stresului tehnologic.....	47	6
3.5.1. Metode de prelevare a sângelui.....	47	
3.5.2. Metoda realizării și colorării frotiurilor de sânge.....	48	
3.5.3. Determinarea hemoglobinei.....	50	
3.5.4. Determinarea hematocritului.....	51	
3.5.5. Determinarea numărului de globule roșii.....	51	
3.5.6. Determinarea constantelor eritrocitare.....	52	
3.5.7. Determinarea glucozei serice.....	53	
3.5.8. Determinarea proteinelor serice.....	54	
3.5.9. Determinarea malondialdehidei.....	54	
3.6. Metode de lucru și aparatura pentru determinarea compoziției biochimice a cărnii de pește.....	55	6
3.6.1. Determinarea proteinelor.....	55	
3.6.2. Determinarea lipidelor.....	56	
3.6.3. Determinarea cenușii.....	57	
3.6.4. Determinarea umidității.....	58	
3.7. Metode statistice utilizate pentru elaborarea modelului de creștere.....	59	6
3.8. Metode de prelucrare statistică a datelor.....	62	6
<b>PARTEA a-II-a. ACTIVITATEA EXPERIMENTALĂ</b>		
<b>CAPITOLUL IV. Influența frecvenței de administrare a hranei asupra performanței de creștere și a stării fiziologice a puietului de păstrăv curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură</b>		
4.1. Ipoteza asumată.....	63	6
4.2. Design experimental.....	64	7
4.3. Rezultate și discuții.....	66	7
4.3.1. Evaluarea dinamicii parametrilor de calitate ai apei.....	66	7
4.3.2. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrăv curcubeu.....	70	8
4.3.3. Starea de confort tehnologic a biomasei de cultură.....	74	10
4.3.4. Compoziția biochimică a țesutului muscular.....	78	12
4.4. Concluzii.....	81	13
<b>CAPITOLUL V. Influența densității de stocare asupra performanței de creștere și a stării fiziologice a puietului de păstrăv curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură</b>		
5.1. Ipoteza asumată.....	83	13
5.2. Design experimental.....	85	13
5.3. Rezultate și discuții.....	87	14



5.3.1.	Evaluarea dinamicii parametrilor de calitate ai apei.....	87	14
5.3.2.	Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrăv curcubeu.....	91	15
5.3.3.	Starea de confort tehnologic a biomasei de cultură.....	98	17
5.3.4.	Compoziția biochimică a țesutului muscular.....	108	19
5.4.	Concluzii.....	111	21
<b>CAPITOLUL VI. Influența intensității hrănirii asupra performanței de creștere și a stării fiziologice a puietului de păstrăv curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură</b>			
6.1.	Ipoteza asumată.....	114	21
6.2.	Design experimental.....	116	21
6.3.	Rezultate și discuții.....	119	21
6.3.1.	Evaluarea dinamicii parametrilor de calitate ai apei.....	119	21
6.3.2.	Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrăv curcubeu.....	122	22
6.3.3.	Starea de confort tehnologic a biomasei de cultură.....	130	25
6.3.4.	Compoziția biochimică a țesutului muscular.....	136	27
6.4.	Concluzii.....	140	28
<b>CAPITOLUL VII. Cercetări privind evaluarea potențialului de creștere compensatorie al păstrăvului curcubeu în condițiile utilizării a două furaje cu un conținut proteic diferit în cadrul unui sistem recirculant de acvacultură</b>			
7.1.	Ipoteza asumată.....	142	28
7.2.	Design experimental.....	144	29
7.3.	Rezultate și discuții.....	147	29
7.3.1.	Evaluarea dinamicii parametrilor de calitate ai apei.....	147	29
7.3.2.	Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrăv curcubeu.....	148	30
7.3.3.	Starea de confort tehnologic a biomasei de cultură.....	159	32
7.3.4.	Compoziția biochimică a țesutului muscular.....	170	35
7.4.	Concluzii.....	175	37
<b>CAPITOLUL VIII. Elaborarea modelului creșterii puietului de păstrăv în raport cu principalii factori tehnologici dintr-un sistem recirculant de acvacultură.</b>			
8.1.	Introducere.....	177	37
8.2.	Elaborarea modelului de creștere la păstrăvul curcubeu în condițiile aplicării unor frecvențe diferite de administrare a hranei.....	180	37
8.3.	Elaborarea modelului de creștere la păstrăvul curcubeu în condițiile aplicării unor densități diferite de stocare.....	183	38
8.4.	Elaborarea modelului de creștere al păstrăvului curcubeu în condițiile aplicării unor intensități diferite de administrare a hranei.....	186	39
8.5.	Elaborarea modelului de creștere compensatorie a puietului de păstrăv curcubeu în condițiile administrării a două furaje cu un conținut proteic diferit.....	191	40
8.5.1.	Model de regresie liniară SGR-Spor de creștere.....	191	40
8.5.2.	Model de regresie multiplă de estimare a masei corporale finale în funcție de masa medie inițială, SGR și regimul de hrănire.....	194	41
8.6.	Concluzii.....	200	42
<b>CAPITOLUL IX. Evaluarea bioeconomică a unui sistem recirculant industrial de creștere a păstrăvului curcubeu <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)</b>			
9.1.	Proiecția financiară a unei unități de creștere a păstrăvului curcubeu ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> , Walbaum 1792), în sistem recirculant de acvacultură industrială.....	201	42
9.2.	Analiza rentabilității unității de producție.....	205	42
9.3.	Concluzii.....	210	43
<b>Concluzii finale, contribuții personale, direcții ulterioare de cercetare.....</b>		212	43
<b>Anexe.....</b>		220	48
<b>Bibliografie.....</b>		226	52



## **LISTA PRINCIPALELOR ABREVIERI**

A/P	- raportul apă/proteină
CV	- coeficient de variație
CHEM	- concentrația de hemoglobină eritrocitară medie
E	- număr eritrocite
FCR	- factorul de conversie a hranei
GLU	- glucoza serică
Hb	- hemoglobina
Ht	- hematocrit
HEM	- hemoglobina eritrocitară medie
IHS	- indicele hepatosomatic
IVS	- indicele viscerosomatic
MGG	- colorație May-Grünwald-Giemsa
OD	- oxigen dizolvat
PUE	- eficiența utilizării proteinei
PER	- coeficientul de eficiență proteică
PB	- proteină brută
RAS	- sistem recirculant de acvacultură
SIC	- spor individual de creștere
SD	- deviația standard
SEN	- substanțe extractive fără azot
SU	- substanța uscată
SGR	- rata specifică de creștere
VEM	- volumul eritrocitar mediu



## STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT

Creșterea cerinței consumatorilor pentru produsele de acvacultură, coroborată cu creșterea constrângerilor de mediu și a costurilor legate de teren și apă, au determinat producătorii să își dezvolte facilitățile tehnologice sau să implementeze noi soluții inginerești care să permită practicarea unor densități ridicate de stocare, implicit obținerea unor cantități de pește suficient de mari care să acopere costurile de producție și, în egală măsură, să satisfacă cererea pieței.

Astfel, în ultimii ani, acvacultura intensivă și superintensivă s-a dezvoltat cu precădere în cadrul sistemelor recirculante, unde condițiile de mediu sunt monitorizate și controlate permanent prin filtrarea mecanică și biologică a apei. De altfel, practica ultimilor decenii indică faptul că sistemele recirculante de producție acvicolă constituie o alternativă fezabilă la acvacultura tradițională, de heleșteu. Deși aceste tehnologii sunt costisitoare, posibilitatea obținerii produsului de cultură în flux continuu, pe tot parcursul anului, și în locații apropiate unor piețe de desfacere, constituie argumente importante pentru abordarea acvaculturii în sisteme recirculante (*Cristea V. și colab., 2002*).

Prin tematica abordată, teza de doctorat contribuie la dezvoltarea cunoașterii, fiind **prima cercetare** din România ce abordează creșterea intensivă a păstrăvului curcubeu în sisteme recirculante biosecurizate. În acest context, teza de doctorat are drept obiectiv principal *elaborarea unui model al creșterii păstrăvului curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură*, prezentând astfel potențialilor investitori, inginerilor piscicoli și biologilor, un instrument matematic, ușor de utilizat, care, totodată ar putea oferi un grad ridicat de precizie în realizarea previziunilor privind sporul de creștere.

Teza de doctorat este alcătuită din două părți, structurate în 9 capitole, la care s-au adăugat concluziile finale, contribuțiile personale și câteva direcții ulterioare de cercetare, bibliografia studiată și o anexă.

Teza de doctorat cuprinde 237 pagini, din care partea de documentare 51 pagini și partea experimentală 186 pagini. Lucrarea conține 139 figuri și 71 tabele și 19 fotografii originale. Pentru elaborarea tezei s-au utilizat 269 referințe bibliografice.

**Capitolul I, Cadru strategic privind dezvoltarea acvaculturii**, cuprinde 3 subcapitole ce fac referire la istoricul acvaculturii pe plan național și internațional, cuprinzând o analiză recentă asupra producției mondiale de produse acvatice, cât și o sinteză a datelor ce fac referire la producția mondială, europeană și națională de salmonide. De asemenea, capitolul cuprinde informații importante privind stadiul actual și perspectivele de dezvoltare ale sistemelor recirculante de acvacultură industrială.

**Capitolul II, Managementul tehnologic și operațional al acvaculturii salmonidelor în cadrul sistemelor recirculante**, cuprinde o serie de informații privind importanța calității apei în acvacultura salmonidelor în cadrul sistemelor recirculante, dar și importanța cunoașterii managementului alimentației și controlul stării igienico-sanitare corespunzătoare biomasei de cultură.

**Capitolul III, Materiale, metode și tehnici de lucru**, prezintă succint toate materialele, metodele și tehnicile de lucru folosite atât în desfășurarea activității experimentale, cât și în prelucrarea statistică a rezultatelor obținute.

Cercetările întreprinse în cadrul **Capitolul IV** au avut drept scop determinarea frecvenței optime de administrare a hranei pentru puietul de păstrăv curcubeu, în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură. Totodată sunt redată o serie de informații ce fac referire la modificările survenite la nivelul profilului hematologic și a compoziției biochimice al țesutului muscular.

Scopul **Capitolului V** a fost acela de a determina densitatea optimă de stocare pentru puietul de păstrăv curcubeu, în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură, astfel încât să existe o corelație pozitivă între rata creșterii și eficiența valorificării hranei.

În **Capitolul VI** sunt prezentate rezultatele cercetării privind evaluarea influenței intensității de hrănire asupra performanțelor de creștere, a stării fiziologice, precum și a



țesutului muscular al puietului de păstrăv curcubeu, cu masa corporală cuprinsă între 30÷130 g.

În cadrul cercetărilor realizate în **Capitolul VII**, s-a urmărit evaluarea potențialului de creștere compensatorie al puietului de păstrăv curcubeu în condițiile administrării a două furaje cu un conținut proteic diferit. Totodată în cadrul capitolului sunt prezentate modificările survenite la nivel fiziologic, prin evaluarea profilului hematologic și biochimic al sângelui, dar și evaluarea stării de stres oxidativ prin determinarea indicelui de peroxidare lipidică (malondialdehida).

**Capitolul VIII**, prezintă prin intermediul ecuațiilor de regresie, modelele matematice de creștere ale păstrăvului curcubeu, în condițiile unui sistem recirculant, modele ce au fost întocmite pentru principalii factori tehnologici (frecvența de administrare a hranei, intensitatea de hrănire, densitatea de stocare, potențialul de compensare al păstrăvului curcubeu în condițiile administrării a două furaje cu un conținut proteic diferit). Astfel, în baza modelelor de creștere prezentate se pot realiza estimări realiste ale biomasei de cultură ce se poate obține într-un sistem recirculant, în condițiile tehnologice specificate anterior.

**Capitolul IX** prezintă evaluarea bioeconomică a unui sistem recirculant pentru creșterea intensivă a păstrăvului curcubeu de la o masă corporală de 34 g până la o masă corporală finală de 300 g.

În ultima parte a tezei sunt redate concluziile finale, contribuțiile personale și direcțiile ulterioare de cercetare.

## PARTEA I. ANALIZA DATELOR DIN LITERATURA DE SPECIALITATE

### CAPITOLUL I. Cadrul strategic privind dezvoltarea acvaculturii

#### 1.1. Acvacultura - Istoric, stare actuală

Acvacultura, reprezintă ramura care se ocupă de creșterea peștilor, a moluștelor și a plantelor acvatice de tipul algelor, fiind unul dintre sectoarele producției alimentare cu cea mai rapidă ascensiune.

La nivel mondial, pescuitul și acvacultura continuă să înregistreze cea mai rapidă creștere, obținându-se astfel în anul 2010 o producție totală de 148,5 milioane tone (cu o valoare totală de 217,5 miliarde dolari), din care aproximativ 128,3 milioane tone a fost destinată consumului uman. Datele preliminare pentru anul 2011, indică o creștere a producției la 154 milioane tone, din care aproximativ 131 milioane tone sunt estimate pentru consumul uman (FAO, 2012).

Comparativ cu producția de acvacultură mondială, aflată în continuă creștere, *acvacultura europeană* se află într-o perioadă de stagnare. În prezent, acvacultura europeană nu reprezintă decât 2% din producția mondială, iar Uniunea Europeană este dependentă de importuri, care reprezintă 65% din cantitatea totală a produselor pescărești disponibile pe piața europeană.

În România, sectorul piscicol include activitățile de acvacultură, pescuit marin și pescuit în apele interioare, precum și activitățile de procesare și marketing. Cea mai importantă activitate este acvacultura în ape dulci, fiind urmată de pescuitul în ape interioare. Activitatea de pescuit în ape interioare este mai dezvoltată decât pescuitul costier de la Marea Neagră (FAO, 2013).

Conform datelor furnizate de ANPA, în perioada 2005-2010, producția piscicolă a României a înregistrat modificări succesive, astfel că în anul 2005 a fost de 13.352 tone, înregistrând un maximum de 16.202 tone în 2009, după care, pe fondul crizei economice, a scăzut la 11.356 tone în 2010 și 11.593 tone în 2011.

## 1.2. Acvacultura salmonidelor

*Producția mondială* de salmonide a avut o creștere spectaculoasă pe toate continentele lumii, această tendință menținându-se și în Europa. Din totalul producției mondiale de salmonide o pondere de 35% revine păstrăvului curcubeu (*Oncorhynchus mykiss*), valoare care evidențiază importanța acestei specii (*FAO FISHSTAT, 2000*).

*Pe plan european* însă, salmonicultura reprezintă principala ramură de producție acvacolă, aceasta deținând o pondere de aproximativ 81% din totalul de biomasă piscicolă produsă în sisteme de acvacultură. În anul 2010, la nivel european, principala țară producătoare de salmonide rămâne Norvegia, urmată de Danemarca, Italia, Franța, Germania, Spania și Marea Britanie (*FAO, 2012*).

*În România*, păstrăvul curcubeu este produs în aproximativ 60 de păstrăvării ce însumează o suprafață de aproximativ 44 ha (*Raport ANPA, 2005*). Ultimele date statistice privind producția piscicolă din România, nu sunt încurajatoare în ceea ce privește producția salmonicolă, aceasta reprezentând doar 15,5% din producția acvacolă realizată la nivelul anului 2005.

În România, producția de păstrăv curcubeu nu asigură în totalitate cererea pieței, astfel cea mai mare cantitate provine de pe piața externă. Eforturile comunității științifice de a introduce în sectorul acvacol din România sisteme de producție moderne, coroborat cu interesul producătorilor/investitorilor de a aborda noi tehnologii, reprezintă premiza dezvoltării salmoniculturii în sisteme recirculante, aceasta reprezentând calea cea mai sigură de a satisface nevoile pieței de consum.

În acest context, al cerinței ridicate de produse calitative, coroborat cu tendința dezvoltării sistemelor de creștere intensivă, ca urmare a concurenței exacerbate pentru teren între marile industrii, dezvoltarea unei tehnologii intensivă de creștere a salmonidelor în România, în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură, este oportună și fezabilă.

## 1.3. Stadiul actual și perspective de dezvoltare ale sistemelor recirculante de acvacultură industrială

În ultimii ani, creșterea peștilor în sisteme recirculante de acvacultură (RAS) a cunoscut o dezvoltare continuă, tot mai mulți investitori fiind atrași de beneficiile unei afaceri în acest domeniu (*Pop A. și colab., 2010*). Mai mult, conform directivei Uniunii Europene (*Directiva 2000/60/CE 23 octombrie 2000*), se impune practicarea unei acvaculturi sustenabile, prietenoase mediului. Astfel, sistemele recirculante din acvacultură (RAS) reprezintă o nouă tehnologie de creștere bazată pe ideea reutilizării apei de cultură, readusă la parametri optimi, în urma tratării acesteia la nivel fizic, chimic și biologic (*Rosenthal și colab., 1986*), în condițiile în care pierderile zilnice de apă nu depășesc 10% din volumul total de apă al sistemului.

Sistemele recirculante constituie o tehnologie de creștere a peștilor ce oferă avantaje în ceea ce privește reducerea consumului de apă (*Verdegem și colab., 2006.*), oportunități mai bune de gestionare a deșeurilor și reciclarea nutrienților (*Piedrahita, 2003*), cât și un control mai riguros al bolilor (*Summerfelt și colab., 2009; Tal și colab., 2009*). Totodată, un important avantaj pe care îl conferă creșterea peștilor în sisteme recirculante constă în disponibilitatea continuă și la niveluri constante a produsului destinat pieței (*Cristea V. și colab., 2002*).

Deși în România, sistemele recirculante au fost dezvoltate, cu preponderență, la nivel experimental, rezultatele spectaculoase obținute în cadrul acestor încercări au determinat mulți întreprinzători să fie atrași de ideea de a investi în astfel de sisteme care, pe lângă multitudinea de avantaje menționate, oferă și un principal argument de marketing, și anume posibilitatea de a produce specii cu valoare economică ridicată, specii intens solicitate de piața românească care, în acest moment sunt importate (sturioni, păstrăv, somon, somn african, somn pitic, tilapia, anghila, biban de mare, etc.).

Astfel, pe teritoriul țării s-au realizat numeroase ferme piscicole, unele din fonduri proprii ale investitorilor, altele în cadrul unor proiecte naționale și internaționale. În general, în



România, sistemele recirculante au fost dezvoltate pentru creșterea sturionilor (pentru producția de carne și caviar), totodată în scopul diminuării pescuitului stocurilor naturale (comuna Giarmata-Timișoara, Herneacova-Timișoara, comuna Horia-Tulcea, Comuna Tămădăul Mare-Călărași; localitatea Adrian, Satu Mare), însă recent au fost dezvoltate și pentru creșterea altor specii (calcan-**localitatea Corbu, județul Constanța; păstrăv somonat**-comuna Giarmata-Timișoara; somn african-localitatea Iratoș, Arad).

Cu toate acestea, în România, acvacultura salmonidelor în sisteme recirculante rămâne un sector neexploatat, iar aplicarea unei tehnologii de creștere a păstrăvului curcubeu, în condiții de mediu controlate prin tratarea și recircularea apei, presupune cunoașterea de către investitori a unor potențiale riscuri de natură tehnică și economică.

## CAPITOLUL II.

### Managementul tehnologic și operațional al acvaculturii salmonidelor în cadrul sistemelor recirculante

#### 2.1. Controlul calității apei în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură

Într-un sistem recirculant calitatea apei este determinată la modul critic, de: temperatură, concentrația în oxigen dizolvat, azot amoniacal, nitriți și dioxid de carbon. Nivelul concentrației în azotați, pH-ul și alcalinitatea constituie, de asemenea, parametri importanți de apreciere a calității apei.

Performanța economică a unui sistem de producție recirculant depinde, în mare măsură, de costul și eficiența echipamentelor din cadrul unității de tratare a apei (*Cristea și colab., 2002*). Astfel, în proiectarea sistemelor recirculante trebuie să se țină cont de procesele fundamentale de tratare a apei. Aceste procese, denumite și „proces unitare” presupun următoarele etape:

- ✓ îndepărtarea solidelor fine și dizolvate,
- ✓ îndepărtarea solidelor reziduale,
- ✓ îndepărtarea dioxidului de carbon din apă,
- ✓ conversia amoniacului și a nitriților (o formă non-toxică de azot dizolvat),
- ✓ injectarea de oxigen dizolvat în masa apei.

#### 2.2. Modelul conceptual privind cerințele mediale ale speciei *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) în condițiile creșterii într-un sistem recirculant

Principalul deziderat ce trebuie luat în considerare la inițierea unei tehnologii de creștere a peștelui în sistem recirculant îl constituie elaborarea modelului conceptual cu privire la cerințele mediale ale speciei de cultură.

Astfel, menținerea parametrilor fizico-chimici ai apei, din sistemul recirculant, în ecartul optim specific speciei *Oncorhynchus mykiss*, asigură un spor de creștere superior al biomasei de cultură, în timp ce o apă de o calitate necorespunzătoare afectează fiziologia peștilor, implicit rata creșterii, provoacă modificări patologice și dereglează funcționarea organelor interne, în unele cazuri conducând chiar la mortalități ridicate.

#### 2.3. Modelul conceptual privind cerințele nutriționale ale speciei *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) în condițiile creșterii într-un sistem recirculant

În cadrul sistemelor recirculante obținerea unor performanțe de creștere superioare ale biomasei de cultură depinde în principal de măsura în care hrana administrată corespunde



exigențelor nutriționale ale speciei. Astfel, hrana oferită peștilor trebuie să furnizeze acestora elemente nutritive necesare creșterii dar și energia indispensabilă proceselor fiziologice.

Furajele administrate peștilor trebuie să fie echilibrate în *proteine, lipide, glucide, vitamine și substanțe minerale*.

#### **2.4. Controlul îmbolnăvirilor și a stresului speciei *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură**

În principial, cerințele privind managementul stării sanitare a peștilor constau în excluderea oricărei posibilități de pătrundere a agenților patogeni în interiorul sistemului de creștere, obligativitatea aplicării măsurilor profilactice privind bolile infecțioase și parazitare, efectuarea unor tratamente eficiente și energice la apariția bolilor, respectarea măsurilor de igienă în toate fazele procesului tehnologic, în principal la hrănire, și menținerea unor condiții mediale optime, în mod special cele privind nivelul încărcării organice și conținutul în amoniac și nitriți (*Cristea V., și colab., 2002*).

Tratarea bolilor la peștii dintr-un sistem recirculant se poate face cu un număr destul de limitat de antibiotice sau alte substanțe medicamentoase. Majoritatea antibioticelor și celorlalte substanțe chimice folosite curent pentru tratarea bolilor la peștii crescuți în sisteme deschise nu pot fi utilizate în cazul sistemelor recirculante deoarece afectează populația bacteriană din biofiltru, determinând reducerea, iar în situații mai grave, încetarea proceselor nitrificatoare. De aceea, în cazul sistemelor închise este obligatorie testarea prealabilă a substanțelor medicamentoase în vederea evaluării impactului acestora asupra bacteriilor din biofiltru.

### **CAPITOLUL III. Materiale, metode și tehnici de lucru**

#### **3.1. Infrastructura de cercetare**

Activitatea experimentală s-a desfășurat în cadrul Sistemului Recirculant Experimental, al Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, Universitatea Dunărea de Jos din Galați.

#### **3.2. Materialul biologic**

Materialul biologic folosit în cadrul experimentelor a fost reprezentat de puiet de păstrăv curcubeu, provenit din cadrul păstrăvăriei Cislău, Județul Buzău și din cadrul păstrăvăriei Prejmer, Brașov.

#### **3.3. Metode de lucru și aparatura pentru determinarea parametrilor fizico-chimici ai apei**

Parametri fizico-chimici ai apei, au fost determinați prin metoda potențiometrică și colorimetrică, cu ajutorul spectrofotometrului portabil *Spectroquant NOVA 400*, folosind kit-uri compatibile de la firma Merck.

#### **3.4. Metodologia privind evaluarea indicatorilor de performanță tehnologică**

La sfârșitul experimentului, după cântărirea materialului biologic și efectuarea măsurătorilor somatice, s-au calculat următorii parametri: sporul real de creștere [Sr], ritmul zilnic de creștere [GR], rata specifică de creștere [SGR], factorul de conversie al hranei [FCR], factorul de conversie al proteinei [PER], factorul alometric de condiție





### **3.5. Metode de lucru și echipamente utilizate pentru evaluarea stresului tehnologic**

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).

Frotiurile de sânge au fost colorate prin metoda May-Grünwald-Giemsa (MGG).

Pentru determinarea glucozei s-a folosit metoda colorimetrică bazată pe reacția dintre glucoză cu o substanță cromogenă (o-toluidină), iar Pentru dozarea proteinelor serice s-a folosit metoda biuretului.

Analiza peroxidării lipidice s-a realizat prin determinarea concentrației de malondialdehidă și a altor substanțe care reacționează cu acidul tiobarbituric (TBARS), cu ajutorul metodei descrisă de *Draper și Hadley (1990)*.

### **3.6. Metode de lucru și aparatura pentru determinarea compoziției biochimice a cărnii de pește**

Determinarea substanțelor proteice totale a cărnii de pește (metoda Kjeldahl), s-a realizat conform standardului de stat STAS 6514-75.

Determinarea lipidelor s-a realizat prin metoda Soxlet conform standardului de stat STAS 3104-80 cu ajutorul echipamentului de extracție tip *Raypa*

Determinarea cenușii din carnea de pește s-a realizat conform standardului de stat STAS 6511-87.

Determinarea umidității cărnii de pește s-a realizat prin uscare la etuvă până la masă constantă, la temperatura de 105 °C.

### **3.7. Metode statistice utilizate pentru elaborarea modelului de creștere**

În cadrul capitolului de modelare a creșterii s-a folosit pentru prelucrarea statistică a datelor pachetele de regresie univariată și multivariată din cadrul programului SPSS obținându-se frecvența, reprezentarea grafică a dreptei regresiei, coeficientul de regresie și corelația Pearson. În cadrul studiului s-au aplicat teste specifice diverselor tipuri de date analizate în scopul detectării valorilor extreme și eliminării acestora sau pentru detectarea variabilelor neconforme (care nu îndeplineau condițiile minimale pentru introducerea lor în model).

### **3.8. Metode de prelucrare statistică a datelor**

Analiza statistică a fost realizată cu ajutorul programelor: Excel 2007 pentru Windows, SPSS 21.0 pentru Windows. Normalitatea distribuției a fost verificată cu ajutorul testului Kolmogorov-Smirnov Z. Diferențele statistice între variabile au fost testate prin folosirea testului t (comparații între medii, semnificație  $p < 0.05$ ) și a testului ANOVA. Omogenitatea variantei a fost testată cu ajutorul testului Levene. În unele cazuri, testarea post-hoc pentru stabilirea subseturilor s-a realizat cu ajutorul testelor Duncan și Tukey's-B.

## **PARTEA a-II-a. ACTIVITATEA EXPERIMENTALĂ**

### **CAPITOLUL IV.**

## **Influența frecvenței de administrare a hranei asupra performanței de creștere și a stării fiziologice a puietului de păstrăv curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură**

### **4.1. Ipoteza asumată**

Frecvența de administrare a hranei reprezintă unul dintre cei mai importanți factori tehnologici, care influențează procesul creșterii, în general, implicit, eficiența valorificării

furajelor, în special (*Adebayo și colab.,2000*). De asemenea, frecvența administrării hranei determină nivelul variabilității taliei individuale (lungime și masă) în cadrul biomasei de cultură dintr-o unitate de creștere, explicația constând în apariția fenomenului de dominație, respectiv ierarhizare intra grup (*Brännäs și colab.,2000; Lambert și colab., 2001; Petursdottir, 2002*).

În contextul celor prezentate, scopul experimentului a fost de a determina frecvența optimă de administrare a hranei pentru puietul de păstrăv curcubeu, în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură. Ipoteza asumată în cadrul cercetării abordate a fost aceea că la o frecvență a administrării hranei de 2 mese/zi, respectiv 4 mese/zi se obține o performanță superioară a creșterii.

## 4.2. Design experimental

Cercetările experimentale s-au desfășurat în perioada 25 octombrie-16 noiembrie 2010 în cadrul sistemului recirculant experimental al Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, Universitatea Dunărea de Jos din Galați (RAS I, Cap. III “Material și metode”).

Materialul biologic a fost reprezentat de 295 de exemplare puiet de păstrăv curcubeu (masa inițială±SD fiind de  $5,53 \pm 0,25g$ ), pepiniera de origine fiind păstrăvăria Cislău, Buzău.

În conformitate cu ipoteza asumată, au fost stabilite două variante experimentale, și anume F<sub>1</sub>- cu frecvența administrării hranei în două mese/zi, la orele 9° și 15°, și F<sub>2</sub>-cu frecvența administrării hranei în patru mese/zi, la orele 9°;12°,15°,18°); ambele variante experimentale au fost realizate în duplicat.

În primele 7 zile ale experimentului intensitatea hrănirii a fost de 3%BW/zi, apoi a fost majorată la 5% BW/zi în a opta zi, rămânând apoi constantă până la sfârșitul experimentului. Peștii au fost hrăniți cu furaj extrudat din gama Skretting (Nutra PRO MP-T)–pelete, cu diametrul de 1,7 mm, cu un conținut de 50% proteina brută și 12% lipide.

## 4.3. Rezultate și discuții

### 4.3.1. Evaluarea dinamicii parametrilor de calitate ai apei

**Temperatura.** Pe durata experimentului, temperatura a variat între 17,63°C (min.) și 20,64°C (max.), cu o medie de 19,62±0,79°C în varianta F<sub>1</sub> și de 19,63±0,76°C în varianta experimentală F<sub>2</sub>, nefiind înregistrate diferențe statistice între variantele experimentale testate ( $p>0,05$ ;  $p=0,58$ ) (Figura 4.1.)

**Oxigenul dizolvat.** Pe durata experimentului concentrația oxigenului dizolvat a variat între 6,11 mg/l (min.) și 7,02 mg/l (max.), media fiind de 6,27±1,40 mg/l la nivelul variantei F<sub>1</sub>, respectiv de 6,24±1,39 mg/l în varianta F<sub>2</sub>, nefiind înregistrate diferențe statistice între variantele experimentale testate ( $p>0,05$ ;  $p=0,29$ )(Figura 4.2.).

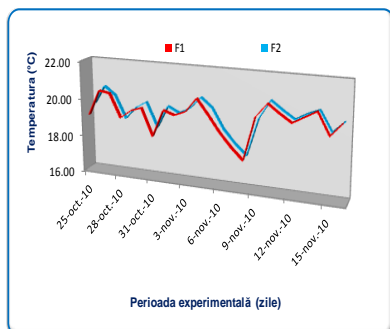


Figura 4.1. Evoluția temperaturii apei pe parcursul perioadei experimentale

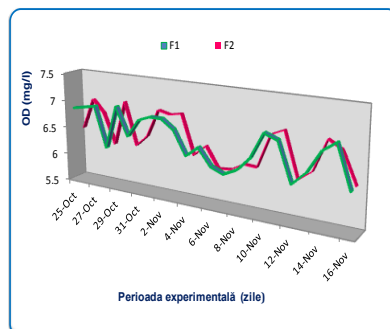


Figura 4.2. Evoluția oxigenului dizolvat pe perioada experimentală

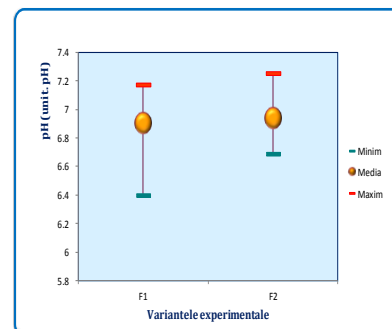


Figura 4.3. Valorile minime, medii și maxime ale pH-ului pe perioada experimentală

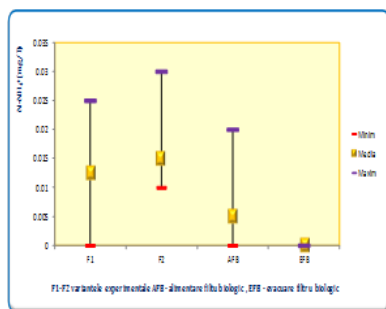


**pH-ul.** Pe durata experimentului, valorile pH-ului nu au înregistrat diferențe statistice între variantele experimentale testate ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,35$ ). Valoarea maximă înregistrată a fost de 7,21 unități pH, iar cea minimă de 6,54 unități pH, media fiind de  $6,90 \pm 1,03$  unit. pH în varianta  $F_1$ , respectiv de  $6,94 \pm 1,01$  unit. pH la nivelul variantei  $F_2$ , valorile încadrându-se în intervalul optim recomandat pentru creșterea păstrăvului curcubeu (Figura 4.3.).

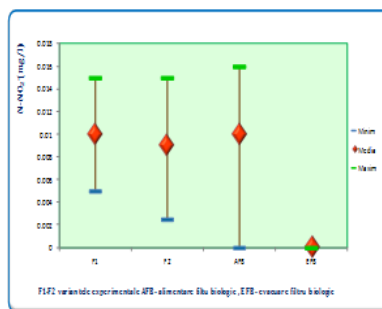
**Amoniu.** În ceea ce privește concentrația ionului amoniu se observă o variație a acestuia în intervalul  $0 \div 0,03$  mg/l. Din punct de vedere statistic, valorile amoniului nu prezintă diferențe semnificative între cele două variante experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,39$ ), înregistrând o valoare de  $0,0125 \pm 0,26$  mg/l în varianta  $F_1$ , respectiv de  $0,015 \pm 0,28$  mg/l în varianta experimentală  $F_2$  (Figura 4.4.).

**Nitriții.** În perioada analizată, la nivelul celor patru unități de creștere ale sistemului recirculant, cantitățile de nitriți au variat între 0,003 mg/l (min.) și 0,016 mg/l (max.), cu o medie de  $0,005 \pm 0,02$  mg/l în varianta  $F_1$ . În varianta experimentală  $F_2$  concentrația nitriților a înregistrat valori mai ridicate, respectiv de  $0,09 \pm 0,06$  mg/l, însă din punct de vedere statistic nu s-au înregistrat diferențe semnificative între cele două variante experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,55$ ) (Figura 4.5.).

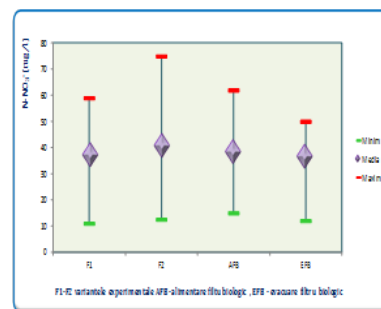
**Nitrații.** Pe durata experimentului, concentrația nitraților a oscilat în ecartul  $12,33 \div 75$  mg/l. Valorile medii ale nitraților calculate pentru întreaga perioadă experimentală nu au înregistrat diferențe statistice semnificative ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,99$ ) între variantele experimentale. Astfel, în varianta experimentală  $F_1$  media concentrației nitraților a fost de  $37,10 \pm 14,93$  mg/l, respectiv de  $40,90 \pm 24,49$  mg/l în varianta experimentală  $F_2$  (Figura 4.6.).



**Figura 4.4.** Valorile minime, medii și maxime ale amoniului pe perioada experimentală



**Figura 4.5.** Valorile minime, medii și maxime ale nitriților pe perioada experimentală

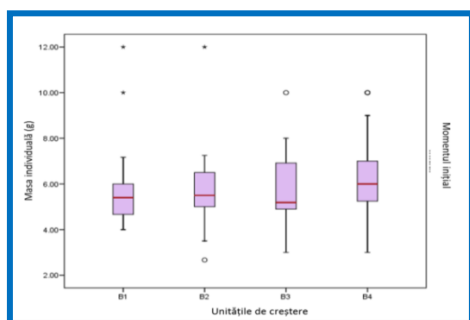


**Figura 4.6.** Valorile minime, medii și maxime ale nitraților pe perioada experimentală

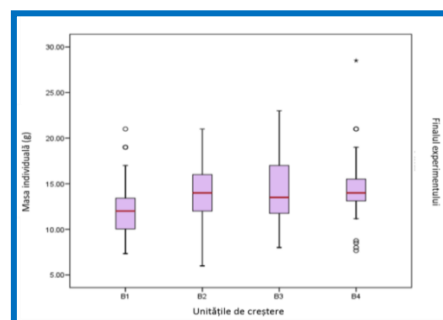
#### 4.3.2. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrăv curcubeu

Performanța creșterii biomasei de cultură în cele două variante experimentale a fost apreciată în baza setului de indicatori/parametri prezentați în cele ce urmează.

Masa medie inițială a puietului de păstrăv folosit în experiment nu a fost semnificativ diferită ( $p > 0,05$ ,  $p = 0,92$ ) pentru fiecare grup, fiind de  $5,41 \pm 0,03$  g în varianta  $F_1$  ( $B_1$  și  $B_2$ ), respectiv de  $5,64 \pm 0,36$  g în  $F_2$  ( $B_3$  și  $B_4$ ) (Figura 4.7.).



**Figura 4.7.** Masa inițială a puietului de păstrăv curcubeu – valorile medianelor, minime, maxime și cuartila.



**Figura 4.8.** Masa finală a puietului de păstrăv curcubeu – valorile medianelor, minime, maxime și cuartila



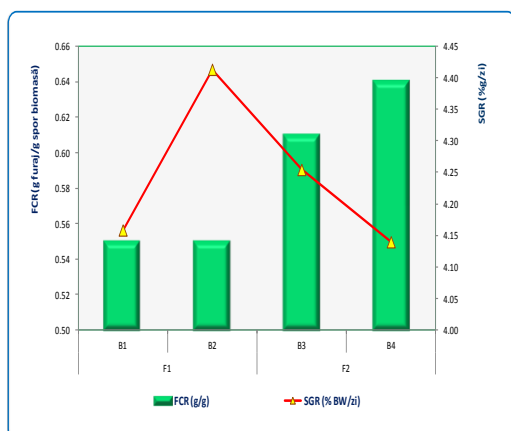
În ceea ce privește masa medie finală a exemplarelor înregistrată în cadrul celor două variante experimentale nu se înregistrează diferențe semnificative statistic în ceea ce privește masele medii finale ( $p > 0,05$ ,  $p = 0,72$ ). Astfel, masa finală medie a peștilor în grupurile  $F_1$  și  $F_2$  a fost de  $13,32 \pm 0,57$  g, respectiv de  $13,62 \pm 0,64$  g (Figura 4.8.).

În tabelul 4.1. sunt prezentate datele privind performanța tehnologică la finalul experimentului.

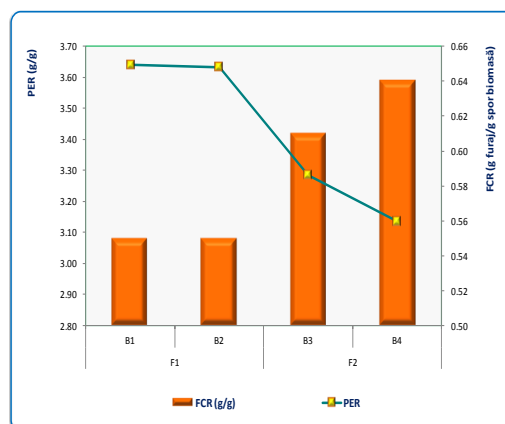
**Tabelul 4.1.** Tablou sintetic privind indicatorii de performanță tehnologică

Indicatorii	Variantele experimentale					
	$F_1$			$F_2$		
	$B_1$	$B_2$	Media $\pm$ SD	$B_3$	$B_4$	Media $\pm$ SD
Biomasa totală inițială (g)	410	402	406 $\pm$ 5,66	404	413	408,5 $\pm$ 6,36
Număr de pești inițial	76	74	-	75	70	-
Masa medie inițială (g/ex.)	5,39	5,43	5,41 $\pm$ 0,03	5,39	5,90	5,64 $\pm$ 0,36
Biomasa totală finală (g)	956	947	951,5 $\pm$ 6,36	974	957	965,5 $\pm$ 12,02
Număr de pești final	74	69	-	74	68	-
Masa medie finală (g/ex.)	12,92	13,72	13,32 $\pm$ 0,57	13,16	14,07	13,62 $\pm$ 0,64
Supraviețuirea (%)	97,37	93,24	95,31 $\pm$ 2,92	98,67	97,14	97,90 $\pm$ 1,07
Spor individual de creștere (g/ex.)	7,52	8,29	7,91 $\pm$ 0,54	7,78	8,17	7,97 $\pm$ 0,28
<b>Spor total de creștere (g)</b>	<b>546</b>	<b>545</b>	<b>545,5<math>\pm</math>0,71</b>	<b>570</b>	<b>544</b>	<b>557<math>\pm</math>18,38</b>
Rata specifică de creștere (SGR) (%BW/zi)	4,16	4,41	4,29 $\pm$ 0,18	4,25	4,14	4,20 $\pm$ 0,08
<b>Rata zilnică de creștere - (g/kg/zi)</b>	<b>0,36</b>	<b>0,39</b>	<b>0,377<math>\pm</math>0,03</b>	<b>0,37</b>	<b>0,39</b>	<b>0,380<math>\pm</math>0,01</b>
Factorul de conversie al hranei (FCR) (g furaj/g spor biomasă)	0,55	0,55	0,55 $\pm$ 0,01	0,61	0,64	0,62 $\pm$ 0,02
<b>Factorul de conversie al proteinei (PER) (g/g)</b>	<b>3,64</b>	<b>3,63</b>	<b>3,64<math>\pm</math>0,01</b>	<b>3,29</b>	<b>3,14</b>	<b>3,21<math>\pm</math>0,11</b>

Din analiza celor mai semnificativi indicatori tehnologici și anume rata creșterii specifice (SGR) și factorul de conversie a hranei (FCR), se poate observa că valorile SGR ale grupului  $F_2$  au fost similare cu cele ale grupului  $F_1$  (4,28%/BW/zi respectiv 4,19%/BW/zi), valorile FCR, indicând o mărire ușoară a eficienței în grupurile hrănite de două ori pe zi (0,55 g/g) în comparație cu grupurile hrănite de patru ori pe zi (0,61 g/g pentru  $B_3$  și 0,64 g/g pentru  $B_4$ ) (Figura 4.9.). Abilitatea unui organism de a utiliza nutrienții, în special proteinele, influențează pozitiv rata de creștere (Aderolu A., 2010). Acest fapt se justifică prin valorile mari ale PER (Figura 4.10.) și un FCR scăzut la peștii hrăniți cu o frecvență mică (de două ori pe zi), aspect ce sugerează faptul că peștii din grupul  $F_1$  au convertit eficient hrana consumată pentru creștere.



**Figura 4.9.** Evoluția factorului de conversie al hranei (FCR) și a ratei creșterii specifice (SGR) pe durata experimentului



**Figura 4.10.** Factorul de conversie al proteinei (PER) și factorul de conversie al hranei (FCR)

Rezumând cele redate, se poate concluziona că, creșterea frecvenței de administrare a hranei de la 2 mese/zi la 4 mese/zi nu a condus la îmbunătățirea performanței de creștere, aspect reliefat de valorile apropiate ale indicatorilor de performanță a creșterii între cele două variante experimentale.

#### 4.3.3. Starea de confort tehnologic a biomasei de cultură

Pentru a evalua dacă managementul hrănirii, sub aspectul frecvenței administrării hranei, a influențat starea fiziologică a materialului biologic la finalul experimentului au fost prelevate probe de sânge de la 7 exemplare din fiecare unitate de creștere, analizându-se valorile indicilor hematologici și a constantelor eritrocitare. Astfel, analizând valorile indicilor hematologici și a constantelor eritrocitare prezentate analitic în tabelul 4.2., se desprind următoarele concluzii:

Tabelul 4.2. Variația parametrilor hematologici la finalul perioadei experimentale

Var. Exp.	Parametrul hematologic (Media±SD)					
	Ht (%)	Hb (g/dl)	Nr. Eritrocite x10 <sup>6</sup> /μl	VEM (μm <sup>3</sup> )	HEM (pg)	CHEM (g/dl)
B1	27,20±7,09	7,24±0,22	0,928±0,17	305,57±125,21	79,94±13,84	27,91±6,37
B2	30,40±3,05	7,36±0,36	0,977±0,04	311,39±31,66	75,52±6,24	24,36±2,15
<b>Media±SD</b>	<b>28,80±5,07</b>	<b>7,30±0,29</b>	<b>0,95±0,10</b>	<b>308,48±78,44</b>	<b>77,73±10,04</b>	<b>26,13±4,26</b>
B3	26,40±3,78	7,80±0,46	1,128±0,18	236,98±40,27	70,86±13,84	30,16±5,56
B4	26,00±2,0	7,60±0,28	1,137±0,22	401,89±164,06	68,69±6,24	29,32±1,68
<b>Media±SD</b>	<b>26,20±2,89</b>	<b>7,70±0,37</b>	<b>1,13±0,20</b>	<b>319,44±102,16</b>	<b>69,77±13,23</b>	<b>29,74±3,62</b>

- **Hematocritul** a evidențiat diferențe ne semnificative între variantele experimentale ( $p>0,05$ ;  $p=0,19$ ), înregistrând valori ușor mai ridicate în cazul variantei în care peștii au fost hrăniți în 2 mese/zi (28,80±5,07%);
- Cantitatea de **hemoglobină** a înregistrat o valoare medie de 7,30±0,29 g/dl în varianta experimentală F<sub>1</sub>, respectiv de 7,70±0,37 g/dl în varianta experimentală F<sub>2</sub>, fără diferențe semnificative între cele două variante experimentale ( $p>0,05$ ;  $p=0,15$ );
- În ceea ce privește **numărul de eritrocite** au fost înregistrate diferențe semnificative între cele două variante experimentale ( $p<0,05$ ;  $p=0,01$ ), cu valori mai crescute în varianta experimentală F<sub>2</sub> (1,13±0,20 x10<sup>6</sup>/μl).

De obicei, numărul eritrocitelor se modifică în stări patologice (crește în infecții și parazitoze, în hiperplazia branhiilor, hemoconcentrații etc. și scade în stările de anemie, hemodiluții). În stările de stres nu se constată variații semnificative ale numărului de eritrocite (Docan A.,2010).

În cazul nostru, creșterea numărului de eritrocite ( în cazul variantei F<sub>2</sub>), poate fi explicată printr-o intensificare a cererilor respiratorii și, deci a metabolismului, determinată de administrarea hranei în mai multe mese.

Cu ajutorul indicilor hematologici, au fost calculate constantele eritrocitare, VEM, HEM și CHEM, evidențiindu-se următoarele modificări:

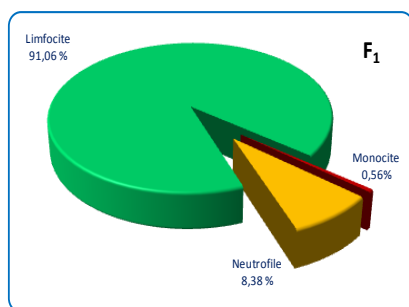
- **Volumul eritocitar mediu (VEM)**, a înregistrat o valoare medie de 308,48±78,44 μm<sup>3</sup> în varianta F<sub>1</sub>, respectiv de 319,44±102,16 μm<sup>3</sup> în varianta F<sub>2</sub>, fără diferențe semnificative între cele două variante experimentale ( $p>0,05$ ;  $p=0,83$ );
- **Hemoglobina eritocitară medie (HEM)**, a înregistrat o medie de 77,73±10,04 pg în varianta F<sub>1</sub>, cu o scădere ne semnificativă ( $p>0,05$ ;  $p=0,13$ ) în varianta experimentală F<sub>2</sub> (69,77±13,23 pg);
- **Concentrația de hemoglobină eritocitară medie (CHEM)** a înregistrat o creștere ne semnificativă ( $p>0,05$ ;  $p=0,08$ ) de la 26,13±4,26 g/dl în varianta F<sub>1</sub> până 29,74±3,62 g/dl în varianta F<sub>2</sub>.

Pentru a obține o imagine cât mai elocventă a profilului metabolic al păstrăvului curcubeu, în urma managementului hrănirii ales, s-a analizat și tabloul leucocitar. Astfel, au

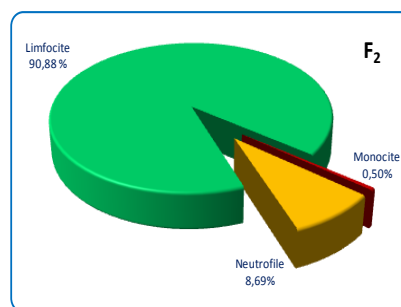
fost analizate la microscop un număr de 28 de frotiuri, în baza cărora s-a întocmit formula leucocitară și s-a calculat numărul absolut de leucocite.

Din analiza valorilor medii procentuale între cele două variante experimentale au fost evidențiate următoarele modificări (Figura 4.11; Figura 4.12.):

- Valoarea medie procentuală a **limfocitelor** se reduce ne semnificativ ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,86$ ) cu aproximativ 0,21% în varianta experimentală  $F_2$  ( $90,88 \pm 1,46\%$ ) față de varianta experimentală  $F_1$  ( $91,06 \pm 1,76\%$ );
- Valoarea medie procentuală a **monocitelor** se reduce în varianta experimentală  $F_2$  cu aproximativ 11,11% ( $0,50 \pm 0,48$ ), fără diferențe semnificative între cele două variante experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,83$ );
- Valoarea medie procentuală a **neutrofilelor** crește în varianta  $F_2$  ( $8,69 \pm 1,48\%$ ) cu 3,73% față de  $F_1$  ( $8,38 \pm 1,29\%$ ).

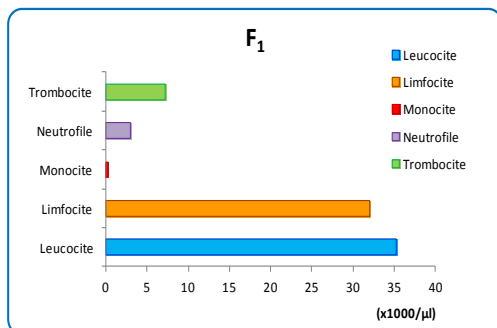


**Figura 4.11.** Leucograma păstrăvului curcubeu în varianta experimentală  $F_1$  la finalul perioadei experimentale

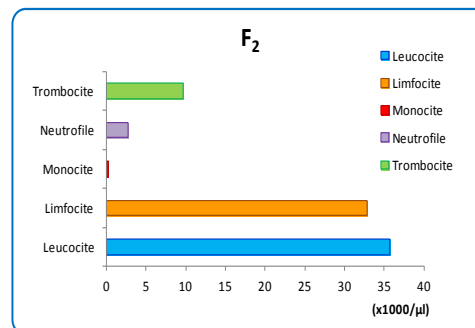


**Figura 4.12.** Leucograma păstrăvului curcubeu în varianta experimentală  $F_2$  la finalul perioadei experimentale

În figurile 4.13., 4.14. este redată grafic dinamica numărului absolut de leucocite (cel./ $\mu$ l sânge) la finalul perioadei experimentale, fiind evidențiate următoarele modificări:



**Figura 4.13.** Variația numărului absolut de leucocite la finalul perioadei experimentale



**Figura 4.14.** Variația numărului absolut de leucocite la finalul perioadei experimentale

- **Numărul absolut de leucocite** nu a fost influențat semnificativ de frecvențele de hrănire alese ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,90$ ), observându-se valori sensibil egale între cele două variante experimentale, media fiind de  $35,22 \pm 5,27 \times 10^3$  cel./ $\mu$ l în  $F_1$ , respectiv de  $35,67 \pm 7,16 \times 10^3$  cel./ $\mu$ l în varianta  $F_2$ ;
- **Numărul absolut de limfocite** nu indică diferențe semnificative ( $p > 0,05$ ,  $p = 0,80$ ) între variantele experimentale, înregistrând o valoare medie de  $31,96 \pm 4,22 \times 10^3$  cel./ $\mu$ l în varianta  $F_1$ , respectiv de  $32,84 \pm 6,73 \times 10^3$  cel./ $\mu$ l în varianta  $F_2$ ;
- **Numărul absolut de monocite**, nu a evidențiat diferențe semnificative între cele două variante experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,62$ ), înregistrând o valoare medie de  $0,24 \pm 0,28 \times 10^3$  cel./ $\mu$ l în varianta  $F_1$ , respectiv de  $0,19 \pm 0,16 \times 10^3$  cel./ $\mu$ l în varianta  $F_2$ ;
- **Numărul absolut de neutrofile** nu a evidențiat diferențe semnificative ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,40$ ) între cele două variante experimentale, media fiind de  $3,02 \pm 0,96 \times 10^3$  cel./ $\mu$ l

în varianta experimentală F<sub>1</sub>, respectiv de  $2,66 \pm 0,90 \times 10^3$  cel./ $\mu$ l în varianta experimentală F<sub>2</sub>;

- De asemenea, frecvența hrănirii, nu a influențat semnificativ **numărul absolut de trombocite** ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,10$ ) acestea înregistrând o valoare medie de  $7,26 \pm 1,59 \times 10^3$  cel./ $\mu$ l în varianta F<sub>1</sub>, respectiv de  $9,6 \pm 2,18 \times 10^3$  cel./ $\mu$ l în varianta F<sub>2</sub>.

În urma analizei numărului relativ și absolut ale diferitelor tipuri de leucocite, se poate observa că frecvența de administrare a hranei nu a condus la modificări semnificative între cele două variante experimentale, valorile obținute încadrându-se în ecartul optim al speciei. În urma investigațiilor cantitative asupra sistemului leucocitar la păstrăvul curcubeu, *Wedemeyer și colab., 1977*, menționează că, din numărul relativ de leucocite, limfocitele sunt prezente în proporție de 90÷98%, în timp ce neutrofilele și trombocitele se găsesc într-un procent cuprins între 1÷9%, respectiv 1÷6%.

#### 4.3.4. Compoziția biochimică a țesutului muscular

În tabelul 4.3. este prezentată compoziția biochimică a cărnii puietului de păstrăv curcubeu.

La momentul inițierii experimentului materialul biologic a prezentat următoarea compoziție biochimică a cărnii: apă  $75,94 \pm 3,32\%$ , proteine  $17,56 \pm 1,10\%$ , lipide  $4,52 \pm 0,90\%$  și cenușă  $1,37 \pm 0,08\%$ .

La finalul experimentului, în urma analizei statistice, s-au înregistrat diferențe semnificative ( $p < 0,05$ ) pentru toții compușii biochimici analizați la comparația mediilor pe variantele experimentale (F<sub>1</sub> și F<sub>2</sub>).

Astfel, cel mai ridicat procent de **proteine** s-a înregistrat în varianta experimentală F<sub>1</sub> ( $17,95 \pm 0,012\%$ ). În varianta F<sub>2</sub> procentul de proteină a scăzut cu aproximativ 10,20% ( $16,10 \pm 0,06\%$ ), diferențele fiind semnificative între cele două variante experimentale ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,008$ ). Față de momentul inițial conținutul în proteine a cărnii a prezentat o creștere cu 2,22% în varianta F<sub>1</sub>, în timp ce în cazul variantei F<sub>2</sub> a scăzut cu aproximativ 8,31% (Figura 4.23.).

**Conținutul de lipide** a înregistrat o valoare medie de  $3,19 \pm 0,045\%$  în varianta F<sub>1</sub>, respectiv o valoare medie de  $4,37 \pm 0,03\%$  în varianta F<sub>2</sub>, diferențele între cele două variante fiind semnificative ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,009$ ).

Tabelul 4.3. Compoziția biochimică a cărnii păstrăvului curcubeu

Compoziție biochimică (%)	Variantele experimentale						
	Inițial	F1		Media $\pm$ SD	F2		Media $\pm$ SD
		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>		B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	
Apă	75,94 $\pm$ 3,32	77,55 $\pm$ 1,31	77,47 $\pm$ 1,19	77,51 $\pm$ 1,25 <sup>ac</sup>	78,38 $\pm$ 1,10	78,28 $\pm$ 1,25	78,33 $\pm$ 1,17 <sup>ac</sup>
Proteine	17,56 $\pm$ 1,10	17,96 $\pm$ 0,15	17,94 $\pm$ 0,09	17,95 $\pm$ 0,12 <sup>ad</sup>	16,05 $\pm$ 0,05	16,15 $\pm$ 0,07	16,10 $\pm$ 0,06 <sup>ac</sup>
Lipide	4,52 $\pm$ 0,90	3,15 $\pm$ 0,05	3,22 $\pm$ 0,04	3,19 $\pm$ 0,045 <sup>ac</sup>	4,37 $\pm$ 0,02	4,38 $\pm$ 0,04	4,37 $\pm$ 0,03 <sup>ad</sup>
Cenușă	1,37 $\pm$ 0,08	1,34 $\pm$ 0,02	1,35 $\pm$ 0,01	1,35 $\pm$ 0,015 <sup>ad</sup>	1,18 $\pm$ 0,01	1,19 $\pm$ 0,03	1,18 $\pm$ 0,01 <sup>ac</sup>
SU	23,93 $\pm$ 0,17	23,75 $\pm$ 0,10	23,53 $\pm$ 0,08	23,64 $\pm$ 0,09 <sup>ad</sup>	22,64 $\pm$ 0,08	22,46 $\pm$ 0,04	22,55 $\pm$ 0,06 <sup>ac</sup>
A/P	5,42 $\pm$ 1,12	4,32 $\pm$ 0,01	4,32 $\pm$ 0,02	4,32 $\pm$ 0,01 <sup>ac</sup>	4,88 $\pm$ 0,02	4,85 $\pm$ 0,04	4,86 $\pm$ 0,03 <sup>ac</sup>
SEN	1,48 $\pm$ 0,07	1,30 $\pm$ 0,09	1,00 $\pm$ 0,11	1,15 $\pm$ 0,21 <sup>ac</sup>	1,02 $\pm$ 0,10	0,73 $\pm$ 0,11	0,875 $\pm$ 0,21 <sup>ac</sup>

a-diferențe semnificative între variantele experimentale ( $p < 0,05$ ).

b-diferențe nesemnificative între variantele experimentale ( $p > 0,05$ ).

c-diferențe semnificative față de momentul inițial ( $p < 0,05$ ).

d-diferențe nesemnificative față de momentul inițial ( $p < 0,05$ ).

De asemenea, și în ceea ce privește **conținutul de apă**, se poate observa o scădere semnificativă ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,002$ ) a acestuia pe măsură ce crește conținutul în proteine din țesutul muscular, media valorilor obținute fiind de  $77,51 \pm 1,25\%$  în F<sub>1</sub>, respectiv de  $78,33 \pm 1,17\%$  în F<sub>2</sub>. Față de momentul inițial conținutul în apă prezintă o creștere cu aproximativ 2,07% în F<sub>1</sub> și cu 3,15% în F<sub>2</sub>.

De altfel, și raportul A/P, a evidențiat o valoare alimentară mai bună în varianta experimentală F<sub>1</sub> ( $4,32 \pm 0,01$ ), comparativ cu varianta experimentală F<sub>2</sub> ( $4,86 \pm 0,03$ ).



Conținutul de cenușă a evidențiat diferențe semnificative între cele două variante experimentale ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,001$ ), înregistrând o valoare medie de  $1,35 \pm 0,015\%$  în varianta experimentală  $F_1$ , respectiv de  $1,18 \pm 0,015\%$  în varianta experimentală  $F_2$ .

Analizând rezultate privind compoziția biochimică a cărnii, se poate concluziona că administrarea hranei în 2 mese/zi, comparativ cu 4 mese/zi, contribuie la obținerea unui material biologic de o calitate superioară, aspect reflectat prin conținutul mai mare de proteină, respectiv mai scăzut de lipide. Acest aspect, coroborat cu indicatorii de performanță a creșterii, poate fi explicat prin faptul că administrarea hranei în mai multe mese/zi conduce la creșterea activității de înot a peștilor, implicit a consumului de energie, contribuind totodată la diminuarea ratei de creștere, implicit la diferențe în plan metabolic (Johansen și colab., 1998).

#### 4.4. Concluzii

Concluzionând, putem aprecia că studiul de față evidențiază faptul că pe termen scurt creșterea păstrăvului curcubeu nu este vizibil afectată de administrarea hranei în 2 mese/zi, respectiv 4 mese/zi. Pe termen lung, însă, se poate aprecia că o frecvență mai ridicată de administrare a hranei conduce la un randament tehnologic mai scăzut, exprimat, în principal, printr-un FCR mai ridicat.

## CAPITOLUL V

### Influența densității de stocare asupra performanței de creștere și a stării fiziologice a puietului de păstrăv curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură

#### 5.1. Ipoteza asumată

Obiectivul principal al acestui experiment a constat în determinarea unei densități optime de stocare pentru puietul de păstrăv curcubeu, în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură, astfel încât să existe o corelație pozitivă între rata creșterii și eficiența valorificării hranei. În baza documentării din literatura de specialitate s-a conturat ipoteza experimentului, și anume: densitățile ridicate de stocare conduc la diminuarea performanței creșterii.

#### 5.2. Design experimental

Desfășurarea experimentului a avut loc în cadrul departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, Universitatea Dunărea de Jos, Galați, utilizând baza materială, din dotare, reprezentată de sistemul recirculant experimental RAS I.

Experimentul s-a derulat în perioada 10 decembrie 2010-11 ianuarie 2011. Materialul biologic folosit în cadrul experimentului a fost reprezentat de puiet de păstrăv curcubeu (*Oncorhynchus mykiss*) cu o masă inițială medie ( $\pm$ SD) de  $29,51 \pm 1,32$  g, provenit din experimentul anterior.

În scopul determinării densității optime de stocare unitățile de creștere ale sistemului recirculant au fost populate cu un număr diferit de exemplare astfel încât să existe posibilitatea experimentării a 4 densități de stocare diferite. Repartizarea puietului de păstrăv curcubeu în unitățile de creștere s-a realizat astfel:  $DS_1-2,64$  kg/m<sup>3</sup>,  $DS_2-5,16$  kg/m<sup>3</sup>,  $DS_3-7,12$  kg/m<sup>3</sup>,  $DS_4-9,42$  kg/m<sup>3</sup>.

Pentru a putea fi obișnuiți progresiv cu hrana, peștii au fost hrăniți la o intensitate de 3% din biomasă pentru primele 6 zile experimentale, respectiv la o intensitate de 4% din biomasă pentru următoarele 27 de zile experimentale.

Frecvența hrănirii a fost de 2 mese/zi, administrarea hranei realizându-se manual la ora 9<sup>00</sup>, respectiv ora 18<sup>00</sup>. S-a utilizat furaj din gama Skretting, Nutra PRO MP-T, pelete cu diametrul de 1,7 mm cu un conținut de 50% proteină și 20% lipide.



## 5.3. Rezultate și discuții

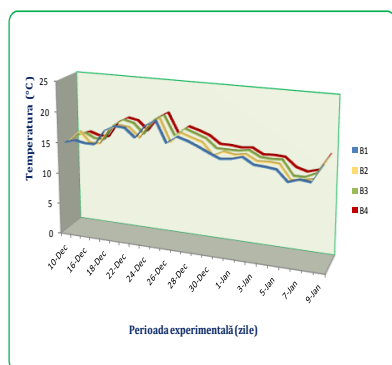
### 5.3.1. Evaluarea dinamicii parametrilor de calitate a apei

**Temperatura.** Datorită recirculării apei din sistem pe parcursul derulării prezentului experiment, temperatura a înregistrat valori similare în toate incintele de creștere, nefiind înregistrate diferențe semnificative între variantele experimentale (Anova,  $p > 0,05$ ;  $p = 0,99$ ), valoarea medie fiind de  $16,10 \pm 0,07^\circ\text{C}$  (Figura 5.1.).

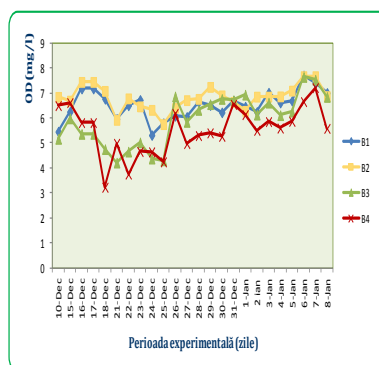
**Oxigenul.** Pentru specia *Oncorhynchus mykiss*, oxigenul dizolvat reprezintă principalul factor limitativ și, din acest motiv, orice abatere de la ecartul recomandat se poate solda cu grave consecințe în ceea ce privește randamentul tehnologic (Mocanu și colab., 2011). Așa cum se observă în figura 5.2., valorile medii ale concentrației oxigenului dizolvat măsurat la nivelul bazinelor B<sub>3</sub> și B<sub>4</sub> sunt mai mici decât cele înregistrate la nivelul bazinelor B<sub>1</sub> și B<sub>2</sub>.

Comparația statistică între mediile valorilor concentrației de oxigen dizolvat înregistrate la cele patru puncte de prelevare a probelor de apă a evidențiat diferențe semnificative (Anova,  $p < 0,05$ ). Analiza post-hoc (Tukey B) a încadrat valorile medii ale OD, corespunzătoare celor patru unități de creștere, în două subseturi de valori; valorile medii ale OD înregistrate pentru bazinele B<sub>1</sub> și B<sub>2</sub> fiind semnificativ diferite de valorile OD înregistrate în B<sub>3</sub> și B<sub>4</sub>.

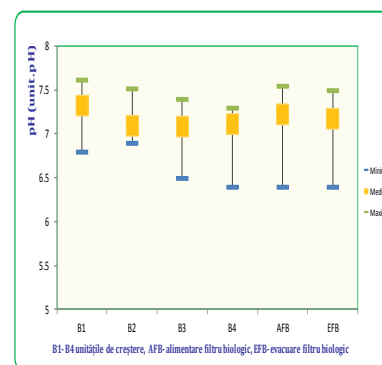
**pH-ul.** În cadrul experimentului de față, pH-ul a variat în intervalul  $6,4 \div 7,62$  unit. pH, valori optime pentru specia studiată, fără a fi înregistrate diferențe semnificative între variantele experimentale (Anova,  $p > 0,05$ ;  $p = 0,62$ ) (Figura 5.3.).



**Figura 5.1.** Evoluția temperaturii apei în variantele experimentale în perioada analizată



**Figura 5.2.** Dinamica concentrației de oxigen dizolvat pe durata experimentului

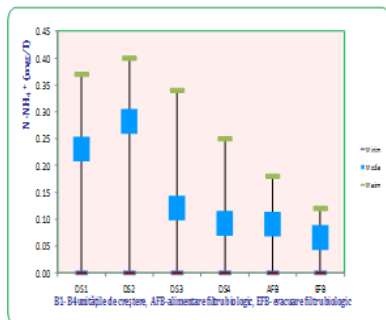


**Figura 5.3.** Valorile minime, medii și maxime ale pH-ului pe durata experimentală

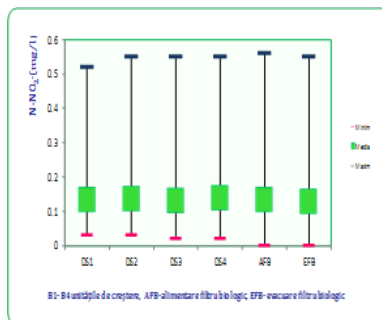
**Amoniu.** În perioada analizată, ionul amoniu ( $\text{N-NH}_4^+$ ) a înregistrat diferențe nesemnificative între variantele experimentale (Anova,  $p > 0,05$ ;  $p = 0,06$ ), valorile acestuia variind în ecartul de  $0 \div 0,40$  mg/l, cu o medie de  $0,14 \pm 0,03$  mg/l (Figura 5.4.).

**Nitriții.** Analiza valorilor medii ale concentrației nitriților pentru întreaga perioadă experimentală evidențiază diferențe nesemnificative (Anova,  $p > 0,05$ ;  $p = 0,99$ ) între cele patru densități de stocare analizate. Astfel, pe parcursul perioadei experimentale, mediile concentrației de  $\text{N-NO}_2^-$  calculate pentru fiecare unitate de creștere indică valori de  $0,15 \pm 0,01$  mg/l pentru B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, respectiv de  $0,16 \pm 0,06$  mg/l pentru bazinul B<sub>4</sub>, (Figura 5.5.), valori aflate la limita de admisibilitate recomandată ( $< 0,1$  mg/l) pentru bunăstarea păstrăvului curcubeu (Wedemeyer, 1996).

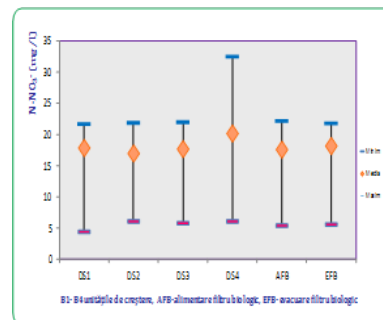
**Nitrații.** Pe parcursul perioadei experimentale s-au înregistrat valori ale nitraților cuprinse în intervalul  $4,4 \div 32,4$  mg/l, media ( $\pm$ SD) fiind de  $18,06 \pm 1,01$  mg/l, fără diferențe semnificative între variantele experimentale (Anova,  $p > 0,05$ ;  $p = 0,98$ ) (Figura 5.6.).



**Figura 5.4.** Valorile minime, medii și maxime ale ionului amoniu ( $N-NH_4^+$ ) pe durata experimentului



**Figura 5.5.** Dinamica evoluției nitriților ( $N-NO_2^-$ ) pe durata experimentului

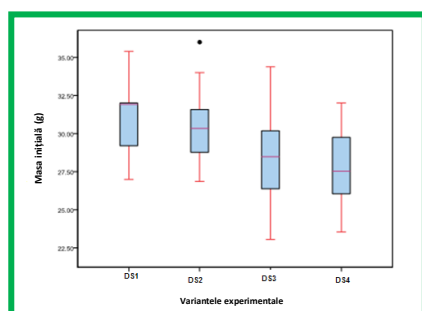


**Figura 5.6.** Dinamica evoluției nitraților ( $N-NO_3^-$ ) pe durata experimentului

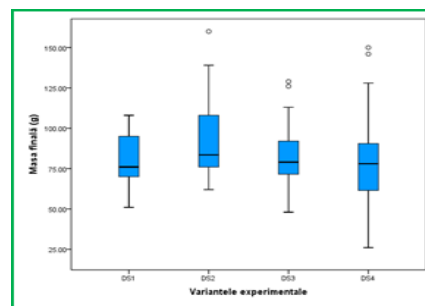
### 5.3.2. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrăv curcubeu

Masa individuală medie pentru cele patru variante experimentale a fost de  $31,68 \pm 1,71$  g pentru lotul din bazinul  $B_1$  ( $DS_1$ ),  $30,39 \pm 2,18$  g pentru bazinul  $B_2$  ( $DS_2$ ),  $28,52 \pm 0,68$  g pentru bazinul  $B_3$  ( $DS_3$ ) și  $27,46 \pm 1,22$  g pentru bazinul  $B_4$  ( $DS_4$ ). Deși media maselor inițiale a fost mai mică pentru bazinele  $B_3$  ( $DS_3$ ) și  $B_4$  ( $DS_4$ ) (Figura 5.7.), testarea statistică nu a evidențiat diferențe nesemnificative pentru pragul de încredere de 95% (Anova,  $p > 0,05$ ).

Masa medie finală a exemplarelor a fost cuprinsă între  $80,88 \pm 23,95$  g/exemplar la nivelul bazinului  $B_1$  ( $DS_1$ ),  $92,22 \pm 19,20$  g/exemplar la nivelul bazinului  $B_2$  ( $DS_2$ ),  $81,91 \pm 20,13$  g/exemplar la nivelul bazinului  $B_3$  ( $DS_3$ ), respectiv de  $77,04 \pm 15,65$  g/exemplar în bazinul  $B_4$  ( $DS_4$ ) (Figura 5.8).



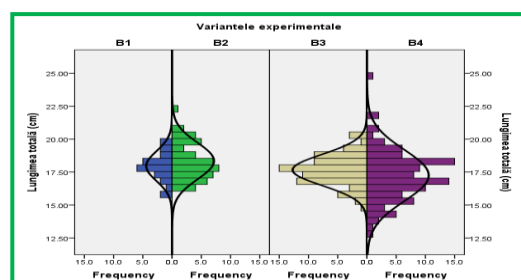
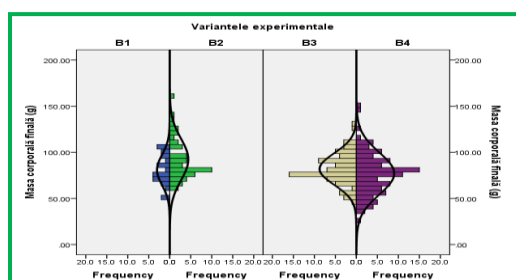
**Figura 5.7.** Variația maselor inițiale – boxplot (mediana, valori minime, maxime și cvartilele) pentru densitățile testate



**Figura 5.8.** Variația maselor finale – boxplot (mediana, valori minime, maxime și cvartilele) pentru densitățile testate

Testarea post-hoc *Turkey B* a evidențiat două subseturi de valori: masa medie a indivizilor din bazinul  $B_2$  ( $DS_2$ ) fiind semnificativ diferită de masele medii înregistrate la nivelul celorlalte bazine. Testarea post-hoc s-a realizat după pretestarea Levene care a confirmat omogenitatea varianței valorilor ( $p > 0,05$ ,  $p = 0,079$ ).

Distribuțiile valorilor masei corporale și a lungimii finale pentru loturile experimentale sunt evidențiate cu ajutorul histogramelor (Figura 5.9.).



**Figura 5.9.** Histograma maselor și lungimilor individuale finale pentru loturile experimentale

În tabelul 5.1. este redat sintetic tabloul indicatorilor de performanță tehnologică calculați pentru întreaga perioadă experimentală prin prelucrarea datelor inițiale și finale obținute.

**Tabelul 5.1.** Tablou sintetic privind indicatorii de performanță tehnologică a păstrăvului curcubeu crescut în sistem recirculant de acvacultură

Performanța creșterii	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>
	(DS <sub>1</sub> )	(DS <sub>2</sub> )	(DS <sub>3</sub> )	(DS <sub>4</sub> )
Biomasa inițială (g)	792	1550	2138,94	2828,20
Masa inițială medie (g/exemplar)	31,68	30,39	28,52	27,46
Număr de exemplare inițial	25	51	75	103
<b>Densitatea inițială (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2,64</b>	<b>5,16</b>	<b>7,12</b>	<b>9,42</b>
Biomasa finală (g)	2022	4611	6143	7935
Masa finală medie (g/exemplar)	80,88	92,22	81,91	77,04
Număr de exemplare final	25	50	75	103
<b>Densitatea finală (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>6,73</b>	<b>15,35</b>	<b>20,46</b>	<b>26,42</b>
Supraviețuirea (%)	100	98,04	100	100
Spor de creștere individual (g)	49,20	61,83	53,39	49,58
Spor total de creștere (g)	1230	3061	4004,06	5106,80
<b>Rata specifică de creștere (SGR) (%/zi)</b>	<b>2,84</b>	<b>3,36</b>	<b>3,20</b>	<b>3,13</b>
Rata zilnică de creștere (g/kg/zi)	1,49	1,87	1,62	1,5
Cantitatea totală de hrană administrată (g)	1024	1888	2620	3468
<b>Factorul de conversie al hranei FCR (g/g)</b>	<b>0,83</b>	<b>0,62</b>	<b>0,65</b>	<b>0,68</b>
<b>Factorul de conversie al proteinei PER (g/g)</b>	<b>2,40</b>	<b>3,24</b>	<b>3,06</b>	<b>2,95</b>

La finalul experimentului, densitatea de stocare a înregistrat în bazinul B<sub>4</sub> (DS<sub>4</sub>) o creștere cu 180,47% (26,42 kg/m<sup>3</sup>) față de momentul inițial (9,42 Kg/m<sup>3</sup>).

O creștere evidentă s-a remarcat și la nivelul celorlalte densități de stocare testate, astfel în bazinul B<sub>2</sub> (DS<sub>2</sub>) biomasa de cultură a crescut cu 197,48%, în bazinul B<sub>3</sub>(DS<sub>3</sub>) cu 187,36%, în timp ce în bazinul B<sub>1</sub> (DS<sub>1</sub>) cu 154,92% (Figura 5.10).

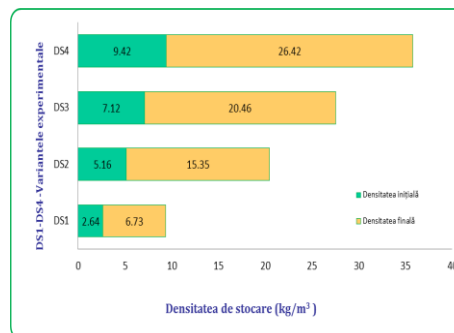
Așa cum se poate remarca în Tabelul 5.1, diferențele privind valorile indicatorilor tehnologici între cele patru densități testate sunt scăzute, observându-se totuși valori mai bune pentru lotul B<sub>2</sub> (DS<sub>2</sub>).

Cele mai slabe rezultate au fost obținute, contrar așteptărilor, pentru lotul de păstrăvi menținuți la cele mai mici densități B<sub>1</sub>(DS<sub>1</sub>).

Astfel, se remarcă valori aproape identice ale factorului de conversie al hranei (FCR) pentru variantele experimentale B<sub>2</sub>(DS<sub>2</sub>), B<sub>3</sub>(DS<sub>3</sub>) și B<sub>4</sub>(DS<sub>4</sub>) (0,62 g/g, 0,65 g/g și 0,68 g/g) unde densitățile de stocare au fost de 2,28; 3,04, respectiv 3,93 ori mai mari comparativ cu B<sub>1</sub>(DS<sub>1</sub>) (0,83 g/g).

În ceea ce privește factorul de conversie al proteinei (PER) acesta a înregistrat, de asemenea, cele mai bune valori în densitățile de stocare DS<sub>2</sub>- 3,24 (g/g), DS<sub>3</sub>- 3,06 (g/g) și DS<sub>4</sub>- 2,95 (g/g), comparativ cu DS<sub>1</sub>, unde s-a înregistrat cel mai mic PER- 2,40 (g/g) (Figura 5.11).

Din analiza ratei specifice de creștere (SGR), se poate observa aceeași tendință a ratei de creștere, cele mai bune valori fiind obținute tot în cazul variantei experimentale DS<sub>2</sub>, procentul zilnic de creștere în raport cu sporul creșterii fiind de 3,36%/zi. De asemenea, în densitățile de stocare DS<sub>3</sub> și DS<sub>4</sub> au fost obținute valori notabile ale SGR (3,20%/zi; 3,13%/zi), comparativ cu DS<sub>1</sub> (2,84%/zi) (Figura 5.12.).



**Figura 5.10.** Dinamica biomasei de cultură în cele patru variante experimentale



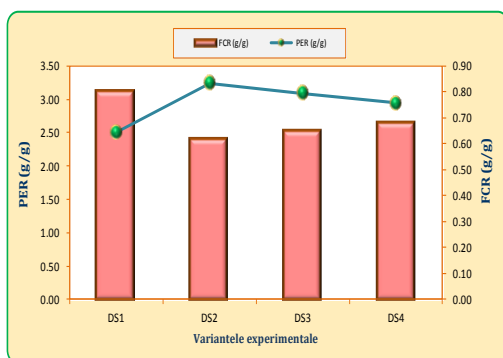


Figura 5.11. Reprezentarea grafică a factorului de conversie al proteinei (PER) și factorului de conversie al hranei (FCR)

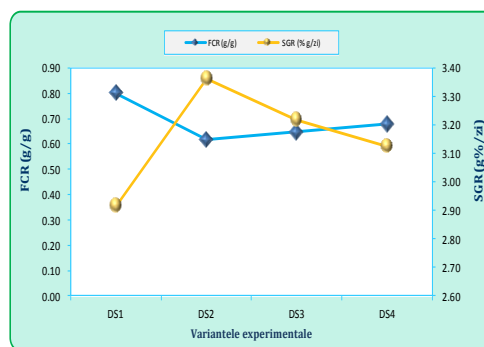


Figura 5.12. Reprezentarea grafică a factorului de conversie al hranei (FCR) și ratei specifice de creștere (SGR)

### 5.3.3. Starea de confort tehnologic a biomasei de cultură

În tabelul 5.2. sunt redate valorile parametrilor hematologici obținuți la momentul inițierii și al finalizării experimentului. Din analiza indicatorilor hematologici prezentați, se evidențiază o serie de modificări între cele patru densități de stocare testate.

Tabelul 5.2. Variația parametrilor hematologici la păstrăvul curcubeu pe durata experimentală

Var. Exp.	Parametrul hematologic (valorile medii $\pm$ SD)					
	Ht (%)	Hb (g/dl)	Nr. Eritrocite $\times 10^6/\mu\text{l}$	VEM ( $\mu\text{m}^3$ )	HEM (pg)	CHEM (g/dl)
Inițial	33,9 $\pm$ 3,54	6,42 $\pm$ 0,39	1,01 $\pm$ 0,15	338,63 $\pm$ 45,21	64,48 $\pm$ 9,15	19,22 $\pm$ 3,09
DS <sub>1</sub>	38,00 $\pm$ 4,08 <sup>ac</sup>	6,40 $\pm$ 0,30 <sup>ac</sup>	1,06 $\pm$ 0,10 <sup>ac</sup>	359,86 $\pm$ 62,48 <sup>ac</sup>	60,09 $\pm$ 3,64 <sup>ad</sup>	17,12 $\pm$ 2,75 <sup>ac</sup>
DS <sub>2</sub>	40,00 $\pm$ 2,00 <sup>ac</sup>	6,50 $\pm$ 0,30 <sup>ac</sup>	1,17 $\pm$ 0,05 <sup>ac</sup>	339,84 $\pm$ 22,21 <sup>ac</sup>	56,86 $\pm$ 1,31 <sup>ad</sup>	16,77 $\pm$ 0,77 <sup>ac</sup>
DS <sub>3</sub>	39,50 $\pm$ 3,85 <sup>ac</sup>	6,85 $\pm$ 0,17 <sup>ac</sup>	0,88 $\pm$ 0,19 <sup>ac</sup>	454,73 $\pm$ 73,85 <sup>ac</sup>	79,74 $\pm$ 14,20 <sup>ad</sup>	17,85 $\pm$ 2,09 <sup>ac</sup>
DS <sub>4</sub>	40,00 $\pm$ 2,87 <sup>ac</sup>	7,20 $\pm$ 0,62 <sup>ad</sup>	0,99 $\pm$ 0,13 <sup>ac</sup>	405,30 $\pm$ 40,77 <sup>ac</sup>	73,25 $\pm$ 11,76 <sup>ad</sup>	18,01 $\pm$ 1,50 <sup>ac</sup>

a- diferențe nesemnificative între variantele experimentale,  $p > 0,05$ .

b- diferențe semnificative între variantele experimentale,  $p < 0,05$ .

c- diferențe nesemnificative față de momentul inițial,  $p > 0,05$ .

d- diferențe semnificative față de momentul inițial,  $p < 0,05$ .

- nivelul **hematocritului** nu a înregistrat valori semnificativ diferite între variantele experimentale ( $p > 0,05$ ,  $p = 0,958$ ), acestea fiind de 38%, 40%, 39,5% și 40% pentru DS<sub>1</sub>, DS<sub>2</sub>, DS<sub>3</sub> și respectiv DS<sub>4</sub>. Raportat la momentul inițial al experimentului, hematocritul a înregistrat o creștere cu 12,09% în DS<sub>1</sub>, cu 16,52% în DS<sub>3</sub>, respectiv cu 17,99% în DS<sub>2</sub> și DS<sub>4</sub>, nesemnificativă însă din punct de vedere statistic ( $p > 0,05$ ,  $p = 0,10$ ).
- raportat la momentul inițial al experimentului, analiza variației cantității de **hemoglobină** evidențiază, în cazul densităților DS<sub>1</sub>, DS<sub>2</sub> și DS<sub>3</sub> o tendință nesemnificativă de creștere sub influența creșterii densității de stocare ( $p > 0,05$ ,  $p = 0,57$ ). Astfel, se observă o creștere a cantității de hemoglobină față de momentul inițial cu 1,25% pentru DS<sub>2</sub> (6,50 $\pm$ 0,30 g/dl), respectiv cu aproximativ 6,70% pentru varianta experimentală DS<sub>3</sub> (6,85 $\pm$ 0,17g/dl), în timp ce în cazul DS<sub>1</sub> se înregistrează valori similare cu momentul inițial (6,40 $\pm$ 0,30 g/dl). În ceea ce privește cantitatea de hemoglobină din cazul DS<sub>4</sub>, analiza statistică a evidențiat diferențe semnificative față de momentul inițial ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,014$ ), înregistrându-se o creștere cu aproximativ 12,15% (7,20 $\pm$ 0,62 g/dl)

Comparând valorile hemoglobinei între cele patru densități de stocare se poate observa o creștere a hemoglobinei direct proporțională cu creșterea densității de stocare, fără a înregistra diferențe semnificative între cele 4 variante experimentale ( $p > 0,05$ ,  $p = 0,09$ ).

În cazul nostru, creșterea cantității de hemoglobină în cazul densităților ridicate de stocare (DS<sub>3</sub> și DS<sub>4</sub>) se corelează cu reducerea concentrației de oxigen dizolvat din apă (5,93 $\pm$ 1,01

mg/l, respectiv  $5,51 \pm 0,95$  mg/l), fapt relatat și de *Zanjani și colab., (1967)*, care admite faptul că hemoglobina este corelată cu necesarul de oxigen și poate acționa ca un mecanism de control în eritropoeza la peștii teleosteeni. În consecință, datorită scăderii cantității de oxigen dizolvat (OD), peștii au răspuns adaptativ, organele hematogene fiind stimulate să producă mai mult pigment respirator - hemoglobină.

- În ceea ce privește **numărul de eritrocite**, s-a observat scăderea valorilor acestora cu creșterea densității de stocare, aceasta putând fi cauza distrugerii celulelor roșii.
  - ↪ astfel, raportat la varianta experimentală DS<sub>1</sub> s-a înregistrat o scădere a numărului de eritrocite cu 17,04% în DS<sub>3</sub>, ( $0,88 \pm 0,19 \times 10^6/\mu\text{l}$ ) respectiv cu 6,75% în DS<sub>4</sub> ( $0,99 \pm 0,13 \times 10^6/\mu\text{l}$ ) nesemnificativă însă din punct de vedere statistic ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,08$ ).
  - ↪ raportat la momentul inițial, numărul de eritrocite, prezintă diferențe nesemnificative din punct de vedere statistic ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,156$ ). În cazul variantei DS<sub>1</sub> și DS<sub>2</sub>, numărul de eritrocite crește la sfârșitul experimentului (nesemnificativ,  $p > 0,05$ ), față de debutul acestuia, de la  $1,014 \pm 0,15 \times 10^6/\mu\text{l}$  la un număr de  $1,068 \pm 0,10 \times 10^6/\mu\text{l}$  (DS<sub>1</sub>), respectiv la  $1,178 \pm 0,05 \times 10^6/\mu\text{l}$  (DS<sub>2</sub>), în timp ce în cazul DS<sub>3</sub> și DS<sub>4</sub> prezintă o scădere ușoară ( $0,88 \pm 0,19 \times 10^6/\mu\text{l}$ ,  $0,99 \pm 0,13 \times 10^6/\mu\text{l}$ ).

În baza indicilor hematologici determinați anterior au fost calculate și constantele eritrocitare (VEM, HEM, CHEM), acestea având o valoare de diagnostic deosebit de importantă. Constantele eritrocitare oglindesc gradul de normalitate al eritrocitelor, conținutul mediu al acestora în hemoglobină, furnizând informații utile de natură funcțională a integrității funcției respiratorii (*Bârza H., 1985*).

Sub influența factorului tehnologic reprezentat de densitatea de stocare, valorile constantelor eritrocitare (VEM, HEM, CHEM) au înregistrat următoarele modificări:

- ca o consecință a reducerii numărului de eritrocite în varianta DS<sub>3</sub> și DS<sub>4</sub> apare o reacție de răspuns fiziologic, manifestată prin mărirea **volumului eritrocitar mediu** (VEM). VEM ne oferă informații privind starea sau volumul eritrocitelor și reflectă o diviziune celulară normală sau anormală în timpul eritropoezei.
  - ↪ astfel, raportat la varianta experimentală DS<sub>1</sub>, se observă o creștere cu 26,36% pentru DS<sub>3</sub> ( $454,73 \pm 73,85 \mu\text{m}^3$ ), respectiv cu 12,74% pentru varianta experimentală DS<sub>4</sub> ( $405,30 \pm 40,77 \mu\text{m}^3$ ) în timp ce în varianta experimentală DS<sub>2</sub> ( $339,84 \pm 22,21 \mu\text{m}^3$ ), VEM înregistrează o scădere cu 5,56%. Creșterea/scăderea VEM nu prezintă însă diferențe semnificative între cele patru densități de stocare testate ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,30$ ).
  - ↪ față de momentul inițial se observă o ușoară creștere a valorilor VEM, nesemnificativă însă din punct de vedere statistic ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,08$ ).
- concentrația mai mare de hemoglobină la exemplarele din densitățile mai ridicate de stocare este ilustrată și de **hemoglobina eritocitară medie (HEM)**.
  - ↪ astfel, hemoglobina eritocitară medie (HEM) înregistrează în DS<sub>3</sub> o valoare medie de  $79,74 \pm 14,20$  pg, respectiv o valoare medie de  $73,25 \pm 11,76$  pg în DS<sub>4</sub>, fără diferențe semnificative între cele patru densități de stocare testate ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,059$ ).
  - ↪ raportat la momentul inițial HEM prezintă diferențe nesemnificative ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,02$ ), cu o tendință ușoară de scădere în cazul DS<sub>1</sub> și DS<sub>2</sub>, în timp ce în cazul DS<sub>3</sub> prezintă o tendință de creștere semnificativă ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,03$ ). Și în cazul densității DS<sub>4</sub>, HEM prezintă o tendință de creștere, însă nesemnificativă din punct de vedere statistic ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,06$ ) față de momentul inițial.

- **Concentrația de hemoglobină eritocitară medie (CHEM)** este un indicator al volumului eritrocitelor (*Wepener și colab., 1992*). În cazul de față CHEM, care reprezintă raportul dintre concentrația de hemoglobină din sânge și hematocrit, nu a fost influențată de volumul de sânge, nici de numărul de celule din sânge, înregistrând ușoare modificări, însă nesemnificative din punct de vedere statistic atât între cele patru densități de stocare testate ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,90$ ), cât și față de momentul inițial ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,64$ )

Constantele eritrocitare VEM, HEM 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 păstrăvul curcubeu.



Pentru a obține o imagine cât mai clară asupra modificărilor produse la nivelul sistemului leucocitar sub influența densității de stocare, s-a calculat și numărul absolut de celule albe (nr. celule/  $\mu$ l sânge)(Tabelul 5.3).

**Tabelul 5.3.** Variația numărului absolut de leucocite pe durata experimentală

Varianta exp.	Număr celule albe ( $\times 10^3$ cel./ $\mu$ l sânge) (Valorile medii $\pm$ SD)				
	Leucocite	Limfocite	Monocite	Neutrofile	Trombocite
Inițial	60,84 $\pm$ 16,43	58,64 $\pm$ 16,05	0,17 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	2,03 $\pm$ 1,52	13,42 $\pm$ 7,38
DS <sub>1</sub>	69,79 $\pm$ 10,22 <sup>ac</sup>	68,24 $\pm$ 10,25 <sup>ac</sup>	0,16 $\pm$ 0,22 <sup>ac</sup>	1,40 $\pm$ 0,21 <sup>ac</sup>	2,50 $\pm$ 3,54 <sup>bd</sup>
DS <sub>2</sub>	69,62 $\pm$ 17,46 <sup>ac</sup>	68,24 $\pm$ 17,21 <sup>ac</sup>	0,09 $\pm$ 0,16 <sup>ac</sup>	1,28 $\pm$ 0,59 <sup>ac</sup>	7,93 $\pm$ 2,22 <sup>bd</sup>
DS <sub>3</sub>	54,56 $\pm$ 17,12 <sup>ac</sup>	53,06 $\pm$ 17,29 <sup>ac</sup>	0,18 $\pm$ 0,24 <sup>ac</sup>	1,32 $\pm$ 0,16 <sup>ac</sup>	9,38 $\pm$ 1,65 <sup>bd</sup>
DS <sub>4</sub>	46,34 $\pm$ 9,83 <sup>ac</sup>	44,80 $\pm$ 9,64 <sup>ac</sup>	0,24 $\pm$ 0,30 <sup>ac</sup>	1,30 $\pm$ 0,58 <sup>ac</sup>	8,09 $\pm$ 2,27 <sup>bd</sup>

a- diferențe nesemnificative între variantele experimentale,  $p > 0,05$ .

b- diferențe semnificative între variantele experimentale,  $p < 0,05$ .

c- diferențe nesemnificative față de momentul inițial,  $p > 0,05$ .

d- diferențe semnificative față de momentul inițial,  $p < 0,05$ .

În urma rezultatelor prezentate se poate observa, sub acțiunea densității de stocare, o ușoară depreciere a stării fiziologice a puietului de păstrăv curcubeu, reacție reflectată prin modificările produse la nivelul sângelui. Creșterea ușoară a hematocritului, a cantității de hemoglobină, împreună cu scăderea numărului de eritrocite sugerează o strategie pentru creșterea abilității de transport al oxigenului în sânge, aspect ce se corelează cu reducerea concentrației de oxigen dizolvat din apă. De asemenea, analiza valorilor numărului absolut de leucocite, precum și raportul tipurilor de leucocite prezente în sânge, a evidențiat reducerea acestora odată cu creșterea densității de stocare, reflectând interdependența dintre starea de stres și densitatea de stocare, aspect care pe termen lung se poate solda cu consecințe grave în rândul biomasei de cultură.

#### 5.3.4. Compoziția biochimică a țesutului muscular

În scopul stabilirii relației între capacitatea retenției nutrienților și nivelul densității de stocare, pe lângă studiile de evaluare a influenței intensității asupra performanțelor de creștere, s-a realizat o analiză comparativă a compoziției biochimice a cărnii puietului de păstrăv curcubeu atât la momentul inițierii experimentului, cât și la finalizarea acestuia. În tabelul 5.4. sunt prezentate rezultatele obținute privind compoziția biochimică a puietului de păstrăv pentru momentul inițial cât și pentru cele 4 variante experimentale.

**Tabelul 5.4.** Compoziția biochimică a cărnii puietului de păstrăv crescut în diferite condiții de intensivitate

Compoziție biochimică	Inițial	DS <sub>1</sub>	DS <sub>2</sub>	DS <sub>3</sub>	DS <sub>4</sub>
Apă (%)	77,33 $\pm$ 1,71	76,81 $\pm$ 1,25 <sup>ac</sup>	79,2 $\pm$ 1,17 <sup>ac</sup>	79,86 $\pm$ 1,45 <sup>ac</sup>	77,30 $\pm$ 1,32 <sup>ac</sup>
Proteina (%)	13,79 $\pm$ 1,71	17,46 $\pm$ 1,09 <sup>ac</sup>	16,10 $\pm$ 1,12 <sup>ac</sup>	15,88 $\pm$ 1,11 <sup>ac</sup>	16,49 $\pm$ 1,06 <sup>ac</sup>
A/P	5,69 $\pm$ 3,37	4,40 $\pm$ 2,54 <sup>ac</sup>	4,92 $\pm$ 2,02 <sup>ac</sup>	5,03 $\pm$ 1,89 <sup>ac</sup>	4,69 $\pm$ 1,69 <sup>ac</sup>
Lipide (%)	5,92 $\pm$ 0,07	3,16 $\pm$ 0,02 <sup>ac</sup>	3,32 $\pm$ 0,05 <sup>ac</sup>	3,56 $\pm$ 0,04 <sup>ac</sup>	3,58 $\pm$ 0,03 <sup>ac</sup>
Cenușă (%)	1,23 $\pm$ 0,16	1,048 $\pm$ 0,10 <sup>ac</sup>	1,39 $\pm$ 0,08 <sup>ac</sup>	1,15 $\pm$ 0,12 <sup>ac</sup>	1,13 $\pm$ 0,11 <sup>ac</sup>
Substanța uscată (%)	23,19 $\pm$ 0,68	23,77 $\pm$ 0,21 <sup>ac</sup>	20,80 $\pm$ 0,15 <sup>ac</sup>	20,61 $\pm$ 0,19 <sup>ac</sup>	22,57 $\pm$ 0,16 <sup>ac</sup>
SEN (%)	2,25 $\pm$ 0,05	1,062 $\pm$ 0,02 <sup>ac</sup>	0,99 $\pm$ 0,04 <sup>ac</sup>	1,02 $\pm$ 0,06 <sup>ac</sup>	1,37 $\pm$ 0,03 <sup>ac</sup>

a- diferențe nesemnificative între variantele experimentale,  $p > 0,05$ .

b- diferențe semnificative între variantele experimentale,  $p < 0,05$ .

c- diferențe nesemnificative față de momentul inițial,  $p > 0,05$ .

d- diferențe semnificative față de momentul inițial,  $p < 0,05$ .

La comparația valorilor medii obținute din cele patru variante experimentale, analiza statistică nu a evidențiat diferențe semnificative ( $p > 0,05$ ) pentru nici unul din compuși biochimici analizați. Cu toate acestea au fost observate ușoare modificări ale compoziției

biochimice, prezentate în cele ce urmează:

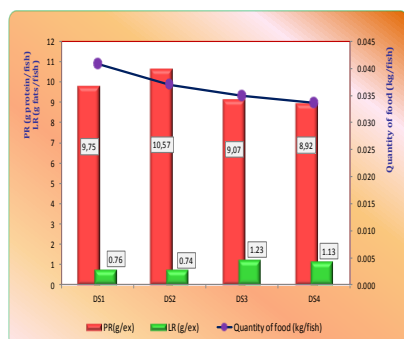
- ♣ Conținutul cel mai ridicat de proteine s-a cuantificat pentru peștii din variantele de stocare DS<sub>1</sub> (17,46±1,09%), DS<sub>4</sub> (16,49±1,06%) și DS<sub>3</sub> (15,88±1,11%), înregistrând o creștere față de momentul inițial cu 26,61%, 19,58%, respectiv cu 16,75%.
- ♣ În ceea ce privește conținutul în apă a țesutului muscular se poate observa valori ușor mai scăzute în cazul variantelor DS<sub>1</sub> și DS<sub>4</sub> (76,81±1,25%, 77,30±1,32%);
- ♣ La inițierea experimentului, materialul biologic era caracterizat de un A/P egal cu 5,69±3,37, iar final acest raport a scăzut în toate cele patru loturi ajungându-se la 4,40±2,54 în DS<sub>1</sub>, 4,92±2,02 în DS<sub>2</sub>, 5,03±1,89 în DS<sub>3</sub>, respectiv la 4,69±1,69 în lotul DS<sub>4</sub>.
- ♣ Cea mai mică cantitate de lipide din carcasă a fost cuantificată pentru exemplarele din variantele DS<sub>1</sub> și DS<sub>2</sub> unde procentul final de lipide a fost de 3,16±0,02, respectiv de 3,32±0,05%.

În toate densitățile de stocare experimentate, valorile obținute în ceea ce privește compoziția biochimică a cărnii de păstrăv au fost în conformitate cu cele prezentate în literatura de specialitate (Tabelul 5.5).

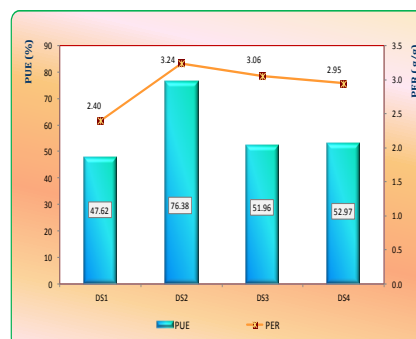
**Tabelul 5.5.** Compoziția biochimică a cărnii puietului de păstrăv curcubeu (date din literatura de specialitate)

(%)	Philips și colab., 1956	Bud și colab., 2008	Celik și colab., 2008	Grujić, 2000	Plavša și colab., 2000	Savić și colab., 2004	Ćirkvić și colab., 2002
<b>Proteine</b>	13,70	18,88	19,60	20	18,33	17,13	19-20
<b>Lipide</b>	5,50	2,94	4,43	3,8	7,64	9,07	2,70
<b>Apă</b>	77,20	77,03	71,65	75	73,52	71,95	76,30
<b>Cenușă</b>	2,0	1,15	1,36	1,2	1,28	1,45	1,5

În scopul evaluării eficienței reținerii nutrienților la puietul de păstrăv curcubeu s-au calculat, pentru fiecare densitate, cei mai elocvenți indicatori și anume: valoarea productivă a proteinei (PUE), factorul de conversie al proteinei (PER), proteina reținută (RP) și lipidele reținute (RL) la nivelul carcasi. PER depinde de creșterea în masă corporală a materialului biologic și de conținutul în proteine al hranei, astfel încât, cu cât este mai mare sporul individual de creștere, cu atât valoarea PER este mai mare. Din figura 5.13. se poate observa acumularea unei cantități mai mari de proteine la exemplarele din DS<sub>2</sub> (10,57 g/ex. ), unde se poate observa și cea mai mică cantitate de lipide reținute (0,74 g/ex.). De asemenea, și din analiza evoluției valorilor PER și PUE se poate observa că proteina a fost cel mai eficient valorificată în varianta experimentală DS<sub>2</sub>, acolo unde de altfel a fost obținută și cea mai mare masă corporală la finalul experimentului (92,22±22,65 g/ex.) (Figura 5.14.).



**Figura 5.13.** Sporul de proteină brută și de lipide totale în carnea păstrăvului curcubeu, raportat la cantitatea de furaje consumată în cele patru variante experimentale



**Figura 5.14.** Factorul de conversie al proteinei (PER) și eficiența utilizării proteinei (PUE) în cele patru variante experimentale

În urma analizei compoziției biochimice a cărnii păstrăvului curcubeu crescut în condiții diferite de intensivitate, se poate observa că densitățile de stocare mai ridicate nu au condus la modificări semnificative pentru nici unul din compușii biochimici analizați.

## 5.4. Concluzii

Din rezultatele obținute se evidențiază următoarea concluzie, și anume: practicarea unor densități cuprinse între  $5,16 \div 9,42 \text{ kg/m}^3$  nu influențează negativ performanța de creștere, eficiența hrănirii și a reținerii nutrienților, respectiv starea fiziologică a păstrăvului curcubeu, în timp ce practicarea unor densități de stocare mai mici ( $2,64 \text{ kg/m}^3$ ), poate conduce la obținerea de sporuri de creștere mai scăzute.

## CAPITOLUL VI

### Influența intensității hrănirii asupra performanței de creștere și a stării fiziologice a puietului de păstrăv curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură

#### 6.1. Ipoteza asumată

În sistemele recirculante de acvacultură, intensitatea hrănirii este limitată fie de capacitatea portantă a sistemului, fie de nivelul de hrănire la care randamentul tehnologic este maximal.

Intensitatea hrănirii depinde de stadiul de dezvoltare al peștilor, cu alte cuvinte, aceștia prezintă o activitate metabolică ridicată în primele stadii de viață, scăzând progresiv odată cu înaintarea în vârstă

Scopul experimentului l-a constituit stabilirea nivelului de hrănire optim pentru puietul de păstrăv curcubeu (cu masa corporală cuprinsă între  $30 \div 130 \text{ g}$ ), crescut în condițiile unui sistem recirculant, aspect ce conduce totodată și la perfecționarea managementului alimentației acestuia.

#### 6.2. Design experimental

Infrastructura în cadrul căreia s-a organizat experimentul a fost reprezentată de sistemul recirculant pilot din cadrul Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați. Experimentul s-a derulat în perioada 22 Decembrie 2012- 3 Februarie 2013 (44 de zile).

S-au întocmit 6 variante experimentale, fiecare variantă realizându-se în duplicat, astfel:  $I_1$  (2,5% BW),  $I_2$  (3% BW),  $I_3$  (3,5% BW),  $I_4$  (4% BW),  $I_5$  (4,5% BW), respectiv  $I_6$ , unde exemplarele au fost hrănite *ad libitum*. Furajarea *ad libitum* s-a efectuat până când peștii nu au mai manifestat interes față de hrana administrată. Peștii au fost hrăniți cu furajul Nutra PRO-0 (1% BW) din gama Skretting, pelete cu diametrul de 1 mm și cu un conținut de 54% proteină brută.

#### 6.3. Rezultate și discuții

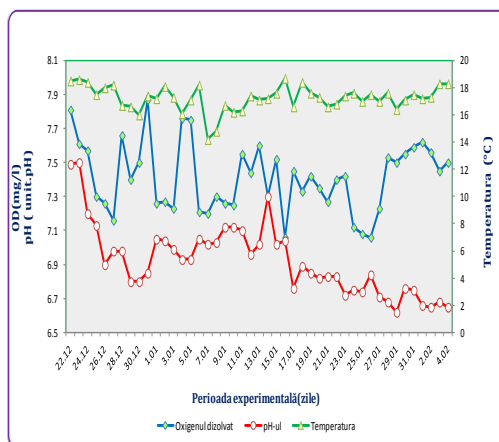
##### 6.3.1. Evaluarea dinamicii parametrilor de calitate a apei

**Oxigenul dizolvat.** În experimentul de față concentrația oxigenului dizolvat a variat între 7,06 mg/l și 7,87 mg/l, media fiind de  $7,41 \pm 0,20 \text{ mg/l}$ , fără diferențe semnificative între variantele experimentale ( $p > 0,005$ ;  $p = 0,15$ ) (Figura 6.1.).

**Temperatura.** Pe parcursul experimentului temperatura apei s-a menținut în limita admisă pentru creșterea păstrăvului curcubeu, oscilând între  $14,2^\circ\text{C}$  și  $18,7^\circ\text{C}$  cu o valoare medie de  $17,23 \pm 0,92^\circ\text{C}$  (Figura 6.1.).

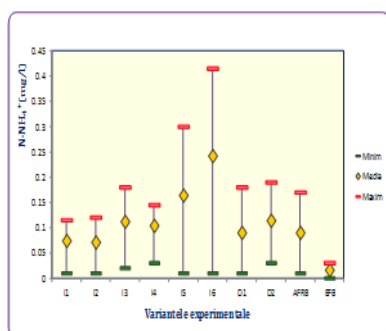


**pH-ul.** În perioada experimentală pH-ul a variat în ecartul de 6,62÷7,5 unit. pH, cu o valoare medie de 6,93±0,20 unit. pH, aflat în intermediul optim creșterii peștilor și anume 6,5÷8,5 unit. pH. (Figura 6.1.).

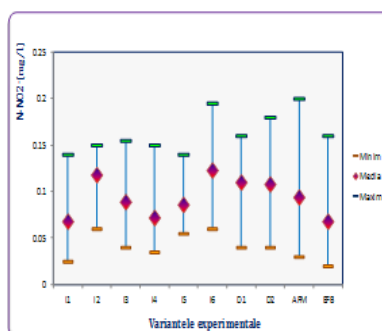


**Figura 6.1.** Evoluția temperaturii, oxigenului dizolvat și a pH-ului pe parcursul perioadei experimentale

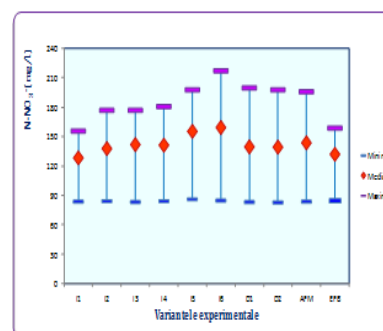
**Amoniu.** În perioada analizată valorile ionului amoniu au înregistrat diferențe semnificative între variantele experimentale ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,001$ ), observându-se o creștere a acestuia direct proporțională cu intensitatea hrănirii. Drept consecință, cea mai mică valoare medie a amoniului s-a înregistrat în varianta I<sub>1</sub>, de 0,074±0,04 mg/l, în timp ce, în varianta experimentală I<sub>6</sub> concentrația amoniului a fost mai mare (0,242±0,15 mg/l) (Figura 6.2).



**Figura 6.2.** Valorile minime, medii și maxime ale ionului amoniu pe parcursul perioadei experimentale



**Figura 6.3.** Valorile minim, medii și maxime ale nitriților pe parcursul perioadei experimentale



**Figura 6.4.** Valorile minime, medii și maxime ale nitraților pe parcursul perioadei experimentale

**Nitriții** au înregistrat valori cuprinse în intervalul 0,02÷0,2 mg/l cu o valoare medie de 0,09±0,05 mg/l, fără diferențe statistice între variantele experimentale testate ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,55$ ) (Figura 6.3.).

**Nitrații.** În sistemul recirculant experimental concentrația nitraților a înregistrat o creștere continuă, depășind limitele intervalului optim al speciei de cultură. Astfel, pe parcursul perioadei experimentale, nitrații au înregistrat valori minime de 83,1 mg/l și valori maxime de 217,5 mg/l. Media concentrației de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> înregistrată la nivelul sistemului recirculant a fost de 142,81±39,49 mg/l, fără a exista diferențe semnificative între variantele experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,99$ ) (Figura 6.4.).

### 6.3.2 Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrăv curcubeu

După repartizarea în unitățile de creștere, populația salmonicolă a fost analizată din punct de vedere statistic, normalitatea distribuției loturilor în ceea ce privește masa corporală (testul K-S,  $p > 0,05$ ,  $p = 0,94$ ) și lungimea totală individuală (testul K-S,  $p > 0,05$ ,  $p = 0,98$ ) fiind

confirmată de testele statistice. Astfel, masa medie inițială a fost cuprinsă între 34±34,28 g iar lungimea totală a fost cuprinsă între 14,58±14,72 cm, fără diferențe statistice între cele 6 variantele experimentale (Anova,  $p>0,05$ ;  $p=1$ ;  $p=0,51$ ).

La finalul experimentului, între mediile maselor corporale ale peștilor din cele șase variante experimentale s-au evidențiat diferențe semnificative din punct de vedere statistic (Anova,  $p<0,05$ ). Astfel, masa corporală medie a ajuns la 87,33±14,18 g în ( $I_1$ ), 94,63±15,62 g în ( $I_2$ ), 104,07±15,83 g în ( $I_3$ ), 115,23±17,35 g în ( $I_4$ ), 123,10±23,01 g în ( $I_5$ ), respectiv la 124,33±23,11 g în  $I_6$  (Figura 6.5.).

Analiza post-hoc Duncan a încadrat valorile maselor finale, corespunzătoare celor 6 niveluri de hrănire testate, în cinci subseturi distincte de valori: ( $I_1$ ;  $I_2$ ;  $I_3$ ;  $I_4$ , respectiv  $I_5$ ,  $I_6$ ).

În tabelul 6.1. sunt redați indicatorii de performanță tehnologică calculați, pentru întreaga perioadă experimentală, prin prelucrarea datelor inițiale și finale.

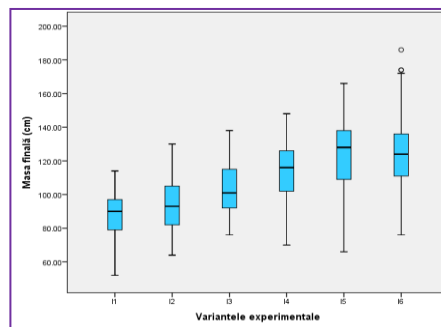


Figura 6.5. Variația masei corporale finale – boxplot (mediانا, valori minime, maxime și cuartilele)

Tabelul 6.1. Tablou sintetic privind indicatorii de performanță tehnologică

Variantele experimentale	22 Decembrie 2012- 4 Februarie 2013					
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$
INDICATORUL	Media±SD*	Media±SD*	Media±SD*	Media±SD*	Media±SD*	Media±SD*
Biomasa totală inițială (kg)	1026,50±5,73	1022,34±2,33	1026,18±0,30	1025,91±0,84	1028,53±3,22	1019,98±3,19
Număr de exemplare inițial	30	30	30	30	30	30
Masa inițială medie (g/ex)	34,22±5,62	34,08±6,41	34,21±5,32	34,20±4,60	34,28±6,01	34,00±6,41
Lungimea inițială medie (cm/ex)	14,59±0,92	14,66±1,11	14,60±0,76	14,88±0,74	14,59±1,06	14,58±1,14
Densitatea inițială de stocare (kg/m <sup>3</sup> )	7,60±0,04	7,57±0,02	7,60±0,01	7,60±0,01	7,62±0,02	7,56±0,02
Biomasa totală finală (kg)	2620,0±62,23	2839±18,38	3122±25,46	3457±21,21	3693±38,18	3730±8,49
Număr exemplare final	30	30	30	30	30	30
Masa finală medie (g/ex)	87,33±14,18	94,63±15,62	104,07±15,83	115,23±17,35	123,10±23,01	124,33±23,11
Lungimea finală medie (cm/ex)	19,83±1,31	20,26±1,34	20,73±1,05	21,40±1,20	21,75±1,43	21,67±1,48
Densitatea finală de stocare (kg/m <sup>3</sup> )	19,41±0,46	21,03±0,14	23,13±0,19	25,61±0,16	27,36±0,28	27,63±0,06
Spor individual de creștere (g/ex)	53,12±1,88	60,56±0,54	69,86±0,84	81,04±0,68	88,82±1,38	90,33±0,39
Spor total de creștere (g)	1593,51±56,49	1816,66±16,05	2095,82±25,16	2431,10±20,37	2664,47±41,41	2710,03±11,67
SGR- Rata specifică de creștere (%BW/zi)	2,13±0,04	2,32±0,01	2,53±0,02	2,76±0,01	2,91±0,03	2,95±0,01
Spor total de creștere în lungime (%BL/zi)	0,70±0,02	0,74±0,02	0,80±0,01	0,85±0,02	0,91±0,01	0,90±0,02
Rata zilnică de creștere - (g/kg/zi)	1,21±0,04	1,38±0,01	1,59±0,02	1,84±0,02	2,02±0,03	2,05±0,01
FCR - Factorul de conversie al hranei (g furaj/g spor biomasa)	0,71±0,02	0,74±0,01	0,75±0,01	0,74±0,01	0,76±0,01	0,82±0,02
PER- Factorul de conversie al proteinei (g/g)	2,62±0,08	2,50±0,02	2,46±0,03	2,50±0,02	2,43±0,05	2,25±0,04

Notă.\* Valorile reprezintă media ±SD ale duplicatelor

Din analiza rezultatelor prezentate se evidențiază o corelație pozitivă între intensitatea hrănirii și performanța de creștere. La finalul experimentului, biomasa obținută reflectă o creștere direct proporțională cu nivelul de hrănire aplicat, astfel loturile din variantele experimentale la care s-a administrat o cantitate mai mare de hrană au înregistrat un spor de biomasă ridicat.

Pentru a urmări dinamica de creștere a păstrăvilor, cântărirea materialului piscicol s-a realizat la momentul inițial și final al experimentului, dar și în două etape intermediare. Astfel, analizând evoluția masei corporale, în perioada 22 Decembrie 2012-23 Ianuarie 2013, se observă o evoluție similară a creșterii peștilor din cele șase variante experimentale, în timp ce, în perioada 23 Ianuarie-4 Februarie 2013 se evidențiază o diferențiere a creșterii, remarcându-se o evoluție ascendentă a biomasei de cultură din loturile  $I_5$  și  $I_6$ , respectiv o masă corporală sensibil egală între acestea (3693±38,18 g în  $I_5$ , respectiv 3730±8,49 în  $I_6$  (Figura 6.6.).

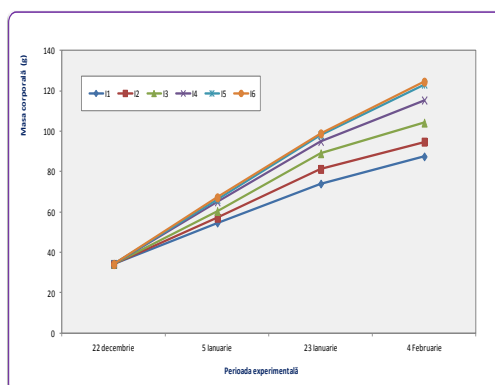


Figura 6.6. Evoluția biomasei de cultură pe perioada experimentală

Pentru o apreciere cât mai reală a dinamicii creșterii puietului de păstrăv curcubeu din cele șase loturi experimentale, s-a analizat sporul total de creștere. Așadar, se observă o tendință ascendentă a acestuia în fiecare variantă experimentală, acesta amplificându-se direct proporțional cu intensitatea de hrănire. Mai exact, în varianta experimentală I<sub>1</sub>, s-a înregistrat cel mai scăzut spor de creștere ( $1593,50 \pm 56,49$  g), în timp ce, în varianta experimentală I<sub>6</sub> s-a obținut o valoare maximă de  $2710,02 \pm 11,67$  g (Figura 6.7.).

Factorul de conversie al proteinei a înregistrat valori mai mari, respectiv o mai bună valorificare a proteinei în cazul intensităților mai scăzute ale hrănirii, astfel:  $2,62 \pm 0,08$  g/g pentru varianta I<sub>1</sub>, urmată, de asemenea de valori foarte apropiate în cazul variantelor experimentale I<sub>2</sub>, I<sub>4</sub> ( $2,50$  g) și I<sub>3</sub> ( $2,46 \pm 0,03$  g/g), I<sub>5</sub> ( $2,43 \pm 0,05$  g/g).

Prin compararea mediilor valorilor PER calculate pentru întreaga perioadă experimentală, analiza statistică a evidențiat diferențe nesemnificative ( $p < 0,05$ ) între variantele experimentale I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, I<sub>4</sub> și I<sub>5</sub>, respectiv diferențe semnificative la comparația cu varianta experimentală I<sub>6</sub>. (Figura 6.8.).

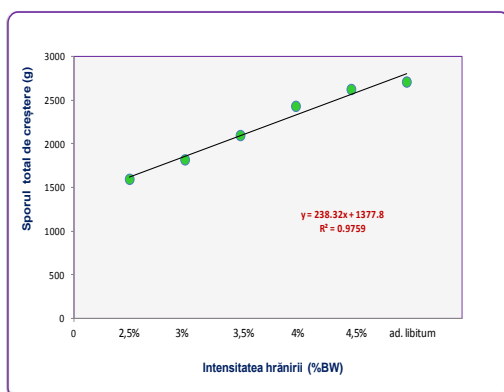


Figura 6.7. Corelația dintre sporul total de creștere și intensitatea hrănirii

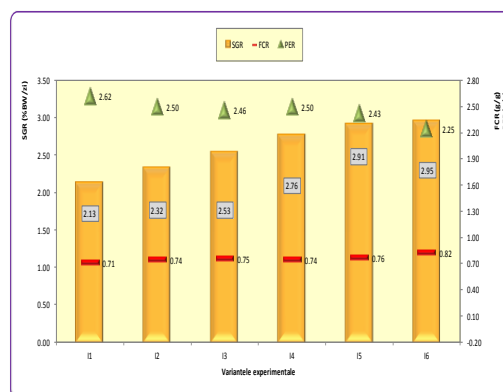


Figura 6.8. Reprezentarea grafică a ratei specifice de creștere (SGR), a coeficientul de conversie a hranei (FCR) și al factorul de conversie al proteinei (PER)

În ceea ce privește rata specifică de creștere (SGR), se constată o evoluție ascendentă a acesteia cu creșterea nivelului hrănirii, diferențele între variantele experimentale fiind semnificative ( $p < 0,05$ ). Astfel, SGR a înregistrat valori de  $2,13 \pm 0,04$  (%BW/zi) în I<sub>1</sub>,  $2,32 \pm 0,04$  (%BW/zi) în I<sub>2</sub>,  $2,53 \pm 0,01$  (%BW/zi) în I<sub>3</sub>, respectiv de  $2,76 \pm 0,01$  (%BW/zi) în I<sub>4</sub>. În cazul variantelor experimentale I<sub>5</sub> (4,5%BW) și I<sub>6</sub> (unde intensitatea hrănirii calculată la finalul experimentului a fost de 5% BW), SGR a înregistrat valori foarte apropiate ( $2,91 \pm 0,03$  % BW/zi, respectiv de  $2,95 \pm 0,01$  % BW/zi), diferențele fiind nesemnificative din punct de vedere statistic ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,23$ ) (Figura 6.8.).



### 6.3.3. Starea de confort tehnologic a biomasei de cultură

În tabelul 6.2. sunt prezentate valorile minime, medii și maxime ale indicilor hematologici și ale constantelor eritrocitare la finalul perioadei experimentale:

**Tabelul 6.2.** Valorile medii ale indicilor hematologici și ale constantelor eritrocitare la finalul perioadei experimentale

Var. Exp.	Media±SD					
	Hematocritul (%)	Hemoglobina (g/dl)	Nr. Eritrocite ( $\times 10^6/\mu\text{l}$ )	VEM ( $\mu\text{m}^3$ )	HEM (pg)	CHEM (g/dl)
Inițial	38,27±3,95	9,25±0,97	1,41± 0,16	274,46±53,42	66,26±11,69	24,45±4,00
I <sub>1</sub>	42,00±3,55 <sup>ac</sup>	8,35±0,31 <sup>ad</sup>	0,90±0,12 <sup>ad</sup>	473,16±49,82 <sup>ad</sup>	94,63±11,97 <sup>ad</sup>	20,03±1,94 <sup>ad</sup>
I <sub>2</sub>	41,25±1,03 <sup>ac</sup>	8,46±0,25 <sup>ad</sup>	0,95±0,17 <sup>ad</sup>	445,77±81,09 <sup>ad</sup>	91,80±17,48 <sup>ad</sup>	20,58±0,75 <sup>ad</sup>
I <sub>3</sub>	41,25±4,68 <sup>ac</sup>	8,70±0,55 <sup>ac</sup>	0,96±0,18 <sup>ad</sup>	440,32±79,96 <sup>ad</sup>	94,02±21,70 <sup>ad</sup>	21,31±2,58 <sup>ac</sup>
I <sub>4</sub>	39,62±2,62 <sup>ac</sup>	8,49±0,33 <sup>ac</sup>	0,91±0,15 <sup>ad</sup>	448,03±80,98 <sup>ad</sup>	95,62±13,74 <sup>ad</sup>	21,49±1,48 <sup>ac</sup>
I <sub>5</sub>	40,12±4,19 <sup>ac</sup>	8,47±0,22 <sup>ad</sup>	0,89±0,16 <sup>ad</sup>	465,23±95,77 <sup>ad</sup>	98,31±19,44 <sup>ad</sup>	21,34±2,64 <sup>ac</sup>
I <sub>6</sub>	43,00±3,93 <sup>ac</sup>	8,36±0,29 <sup>ad</sup>	1,01±0,16 <sup>ad</sup>	433,12±68,64 <sup>ad</sup>	84,20±11,51 <sup>ad</sup>	19,60±2,04 <sup>ad</sup>

a- diferențe ne semnificative între variantele experimentale,  $p>0,05$ .

b- diferențe semnificative între variantele experimentale,  $p<0,05$ .

c- diferențe ne semnificative față de momentul inițial,  $p>0,05$ .

d- diferențe semnificative față de momentul inițial,  $p<0,05$ .

Analizând valorile obținute pentru indicii hematologici la finalul experimentului se observă că acestea se încadrează în ecartul optim al speciei, observându-se ușoare modificări sub influența nivelurilor diferite ale hrănirii, prezentate în cele ce urmează:

⊙ la finalul perioadei experimental valorile *hematocritului* au prezentat o creștere ne semnificativă ( $p>0,05$ ;  $p=0,09$ ) față de momentul inițial în toate variantele experimentale.

De asemenea, comparând valorile hematocritului între cele șase variante experimentale nu au fost evidențiate diferențe semnificative ( $p>0,05$ ;  $p=0,11$ ), acesta variind în intervalul 41,25÷ 43,00%.

⊙ comparând *cantitatea de hemoglobină* cu momentul inițial, s-a remarcat o scădere semnificativă ( $p<0,05$ ) în cazul variantelor experimentale I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>5</sub>, I<sub>6</sub>, respectiv o scădere ne semnificativă ( $p>0,05$ ) în cazul variantelor I<sub>3</sub> și I<sub>4</sub>.

În ceea ce privește influența nivelurilor de hrănire aplicate asupra cantității de hemoglobină, se poate observa o scădere ne semnificativă ( $p>0,05$ ;  $p=0,06$ ) în toate cele șase variantele experimentale.

⊙ sub influența diferitelor niveluri ale hrănirii, *numărul de eritrocite* nu a înregistrat diferențe semnificative ( $p>0,05$ ;  $p=0,60$ ), însă față de momentul inițial s-a observat o scădere semnificativă a numărului de eritrocite ( $p<0,05$ ) în toate cele șase variante experimentale.

Constantele eritrocitare ale sângelui au fost calculate după determinarea indicilor hematologici, iar rezultatele obținute reflectă starea de confort tehnologic prin informațiile oferite asupra mărimii, formei și a încărcării cu hemoglobină a eritrocitelor. Rezultatele obținute au evidențiat câteva modificări ale valorilor atât între momentul inițial, cât și între cele șase variante experimentale, astfel:

⊙ *Volumul eritrocitar mediu* a prezentat o creștere semnificativă ( $p<0,05$ ) față de momentul inițial în toate cele 6 intensități ale hrănirii.

Comparând valorile VEM între cele șase variante experimentale, analiza statistică nu a evidențiat modificări semnificative ( $p>0,05$ ;  $p=0,90$ ). Cu toate acestea, ca o reacție de compensare, reducerea numărului de eritrocite a determinat creșterea valorilor VEM, observându-se valori ușor mai ridicate în cazul intensității de 2,5% și 4,5% (I<sub>1</sub>-473,16±49,82  $\mu\text{m}^3$ ; I<sub>5</sub>-465,23±95,77  $\mu\text{m}^3$ ), în timp ce în cazul intensităților de 3%, 3,5% și 4% au fost înregistrate valori similare (I<sub>2</sub>-445,77±81,09  $\mu\text{m}^3$ ; I<sub>3</sub>-440,32±79,96  $\mu\text{m}^3$ ; I<sub>4</sub>-448,03±80,98  $\mu\text{m}^3$ ).

- ⊗ față de momentul inițial, *hemoglobina eritrocitară medie (HEM)*, prezintă același trend semnificativ crescător ( $p < 0,05$ ) în cele șase variante experimentale, ca și volumul eritrocitar mediu (VEM).  
Între cele șase variante experimentale valorile HEM nu au evidențiat diferențe semnificative ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,62$ ).
- ⊗ față de momentul inițial, *concentrația de hemoglobină eritrocitară medie (CHEM)* a evidențiat, la finalul experimentului, o scădere semnificativă ( $p < 0,05$ ) de la  $24,45 \pm 4,00$  g/dl (inițial) la  $20,03 \pm 1,94$  g/dl în  $I_1$ , la  $20,58 \pm 0,75$  în  $I_2$ , respectiv la  $19,60 \pm 2,04$  g/dl în varianta  $I_6$ . În cazul variantelor experimentale  $I_3$ ,  $I_4$  și  $I_5$ , s-a evidențiat o creștere nesemnificativă ( $p > 0,05$ ) ( $21,31 \pm 2,58$  g/dl;  $21,49 \pm 1,48$  g/dl;  $21,34 \pm 2,64$  g/dl).

Aprecierea stării de sănătate a puietului de păstrăv curcubeu s-a realizat și în urma analizei formulei leucocitare și numărului absolute de leucocite.

În tabelul 6.3. este prezentată media procentuală a leucocitelor din sângele circulant al puietului de păstrăv curcubeu.

**Tabelul 6.3.** Leucograma păstrăvului curcubeu la finalul perioadei experimentale

Variantele experimentale	Leucograma (%)		
	Limfocite	Monocite	Neutrofile
Inițial	92,50±1,48	2,75±0,07	4,75±0,34
$I_1$	90,00±2,83 <sup>ac</sup>	2,25±0,35 <sup>ac</sup>	7,75±1,47 <sup>ac</sup>
$I_2$	91,25±1,60 <sup>ac</sup>	1,75±1,06 <sup>ac</sup>	7,00±1,54 <sup>ac</sup>
$I_3$	93,00±1,12 <sup>ac</sup>	1,50±0,71 <sup>ac</sup>	5,50±1,71 <sup>ac</sup>
$I_4$	94,25±1,35 <sup>ac</sup>	1,00±0,12 <sup>ac</sup>	4,75±1,35 <sup>ac</sup>
$I_5$	93,75±1,06 <sup>ac</sup>	1,75±0,15 <sup>ac</sup>	4,50±1,71 <sup>ac</sup>
$I_6$	94,25±1,31 <sup>ac</sup>	1,00±0,10 <sup>ac</sup>	4,75±1,35 <sup>ac</sup>

a- diferențe nesemnificative între variantele experimentale,  $p > 0,05$ .

b- diferențe semnificative între variantele experimentale,  $p < 0,05$ .

c- diferențe nesemnificative față de momentul inițial,  $p > 0,05$ .

d- diferențe semnificative față de momentul inițial,  $p < 0,05$ .

În urma analizei numărului relativ și absolut ale diferitelor tipuri de leucocite, se poate observa că intensitatea hrănirii nu a condus la modificarea profilului hematologic, valorile obținute fiind încadrate în ecartul optim al speciei (*Wedemeyer și colab., 1977, Docan A, 2010*).

### Analiza biochimică a sângelui

Rezultatele obținute, în urma determinării parametrilor biochimici serici sunt reprezentate grafic în figurile 6.9 și 6.10.

Analizând valorile parametrilor serici se poate observa creșterea semnificativă a proteinelor serice față de momentul inițial ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,042$ ). Comparând valorile proteinelor serice între cele șase intensități ale hrănirii, analiza statistică a evidențiat diferențe semnificative între variantele experimentale (Anova,  $p < 0,05$ ;  $p = 0,013$ ). Astfel, s-a observat creșterea semnificativă a proteinelor serice odată cu creșterea nivelului hrănirii ( $I_1$ - $4,20 \pm 0,43$  g/dl;  $I_2$ - $4,23 \pm 0,35$  g/dl;  $I_3$ - $4,64 \pm 0,25$  g/dl;  $I_4$ - $4,60 \pm 0,38$  g/dl;  $I_5$   $4,75 \pm 0,39$  g/dl) în timp ce în cazul hrănirii ad libitum se observă scădere a acestora ( $I_6$  -  $4,48 \pm 0,27$  g/dl).

Conținutul de glucoză din plasma sanguină, variază între  $71,57 \pm 4,43$  mg/dl și  $80,32 \pm 5,75$  mg/dl. Valori ușor mai ridicate au fost înregistrate în variantele experimentale  $I_1$  ( $80,32 \pm 5,75$  mg/dl),  $I_6$  ( $77,26 \pm 5,68$  mg/dl),  $I_2$  ( $77,15 \pm 5,59$  mg/dl), însă analiza statistică nu a evidențiat diferențe semnificative la comparația între cele șase intensități ale hrănirii ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,72$ ;  $p = 0,65$ ). Față de momentul inițial al experimentului, s-a observat o creștere semnificativă ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,0014$ ) a conținutului de glucoză din plasma sanguină în toate cele șase variante experimentale.

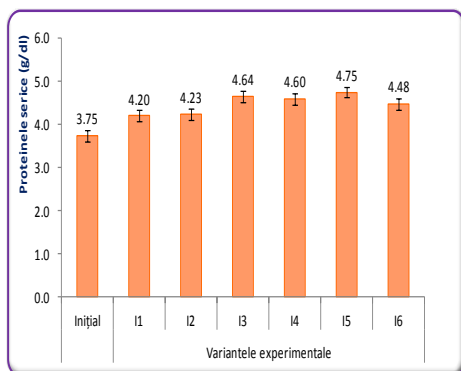


Figura 6.9. Valorile medii ale proteinelor serice la finalul perioadei experimentale

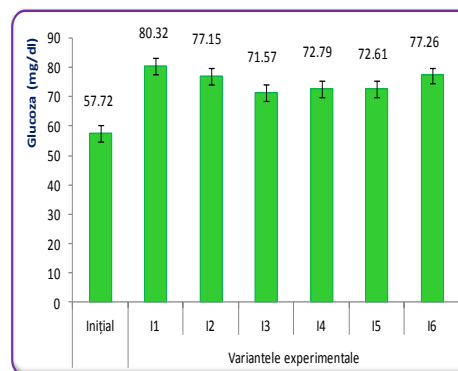


Figura 6.10. Valorile medii ale glucozei la finalul perioadei experimentale

### 6.3.4. Compoziția biochimică a țesutului muscular

La finalul experimentului compoziția biochimică a cărnii păstrăvului curcubeu a înregistrat diferențe semnificative ( $p < 0,05$ ) în ceea ce privește procentul de umiditate, lipide, și cenușă între variantele experimentale, în timp ce conținutul în proteine nu a înregistrat diferențe semnificative ( $p > 0,05$ ) (Figura 6.11.).

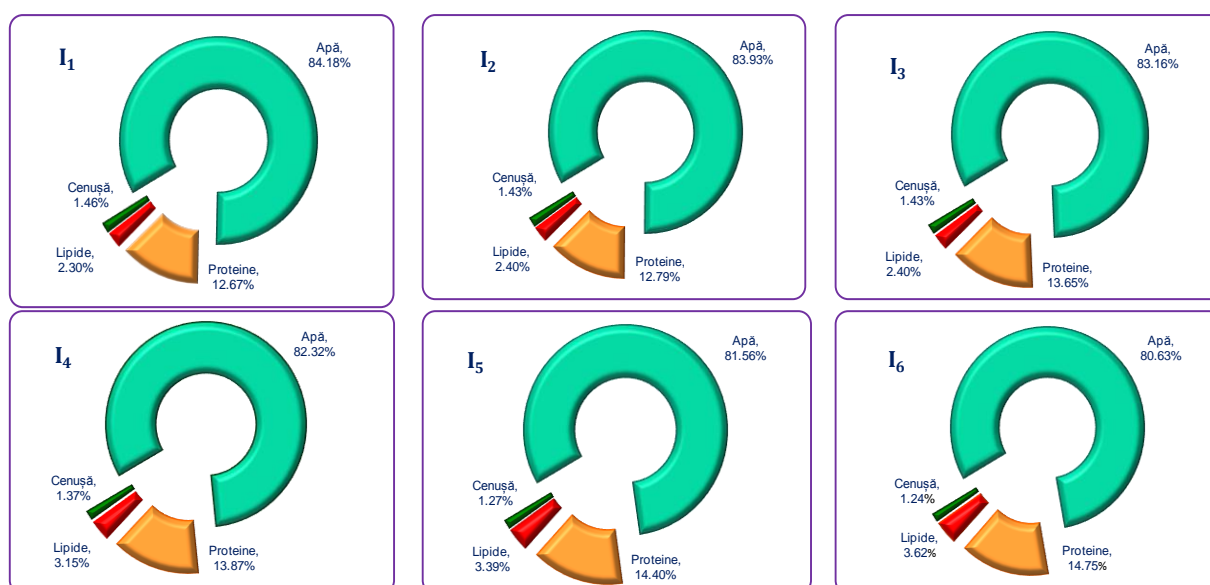


Figura 6.11. Reprezentarea grafică a compoziției biochimice\* puietului de păstrăv curcubeu la momentul final al experimentului  
(\*valorile grafice reprezintă media duplicatelor variantelor experimentale studiate)

Analizând datele ce fac referire la **conținutul de proteine**, se evidențiază faptul că deși nu au fost înregistrate diferențe semnificative între variantele experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,89$ ), se poate observa o ușoară creștere a conținutului de proteină cu creșterea nivelului hrănirii, valoarea minimă fiind obținută în varianta experimentală I<sub>1</sub> ( $14,67 \pm 0,05\%$ ), iar cea mai mare în varianta experimentală I<sub>6</sub> ( $15,02 \pm 0,07\%$ ).

**Conținutul de lipide** din carnea păstrăvului curcubeu a înregistrat diferențe semnificative ( $p < 0,05$ ) între variantele experimentale studiate, observându-se o tendință de creștere a acestora cu creșterea nivelului hrănirii. Astfel, raportat la varianta experimentală I<sub>1</sub>, ponderea lipidelor din țesutul muscular a crescut cu 4,35% în varianta I<sub>2</sub>, cu 5,22% în I<sub>3</sub>, cu 36,96% în I<sub>4</sub>, cu 47,39% în I<sub>5</sub>, respectiv cu 54,35% în I<sub>6</sub>.

În general, cantitatea de grăsime din carnea peștelui și distribuția acesteia depind de specie, vârstă, alimentație, factorii de mediu, starea de îngrășare și de starea fiziologică a peștelui (Oprea și colab., 2000). Creșterea rezervelor de lipide odată cu creșterea nivelului hrănirii reprezintă o rezervă de energie deosebit de importantă, care poate fi mobilizată în

timpul perioadelor de hrănire necorespunzătoare, pentru necesarul de energie de întreținere. (Storebakken și colab., 1991).

În ceea ce privește *conținutul în cenușă*, de asemenea s-au înregistrat diferențe statistice semnificative între variantele experimentale ( $p < 0,05$ ). Astfel, s-a observat o scădere a conținutului de cenușă din carnea păstrăvului curcubeu cu creșterea nivelului de hrănire, înregistrând o valoare de  $1,46 \pm 0,01\%$  în varianta  $I_1$ , respectiv o valoare de  $1,24 \pm 0,02\%$  în varianta experimentală  $I_6$ . Raportat la varianta experimentală  $I_1$  acesta a scăzut cu aproximativ 2,05% în varianta  $I_2$ , cu 4,11 % în  $I_3$ , cu 6,16% în  $I_4$ , cu 12,33% în  $I_5$ , respectiv cu 15,07% în  $I_6$ .

*Conținutul în apă* a înregistrat o scădere semnificativă ( $p < 0,05$ ) cu creșterea nivelului hrănirii. Raportat la varianta  $I_1$  acesta a scăzut cu 0,26% în  $I_2$ , cu 0,36% în  $I_3$ , cu 0,48% în  $I_4$ , cu 1,18% în  $I_5$ , respectiv cu 1,72% în  $I_6$ .

Din analiza statistică a datelor privind compoziția biochimică a cărnii se poate observa că intensitatea hrănirii a avut o influență evidentă asupra reținerii nutrienților, modificări semnificative fiind observate ( $p < 0,05$ ) în ceea ce privește procentul de cenușă, umiditate și de lipide.

Pe lângă determinarea compoziției biochimice a cărnii puietului de păstrăv curcubeu, determinarea indicelui hepatosomatic și a indicelui viscerosomatic, constituie un indicator de determinare a bunăstării materialului biologic.

În figura 6.12. sunt reprezentate grafic valorile indicilor IHS și IVS la finalul perioadei experimentale. Astfel, analizând valorile IHS și IVS nu au fost evidențiate diferențe semnificative între cele șase variante experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,32$ ;  $p = 0,08$ ). Cu toate acestea, se poate observa o creștere ușoară a valorilor IHS și IVS cu creșterea nivelului de hrănire.

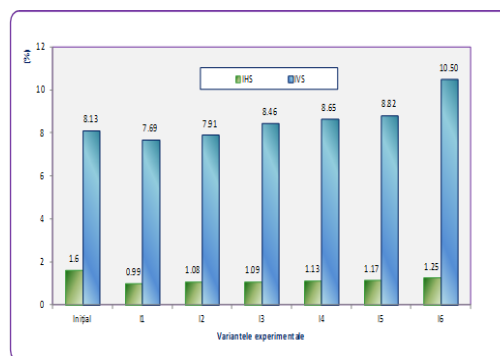


Figura 6.12. Reprezentarea grafică a IHS și IVS

## 6.4. Concluzii

În urma rezultatelor obținute se poate concluziona că, odată cu creșterea nivelului de hrănire, se obțin producții superioare atât din punct de vedere cantitativ cât și calitativ, însă alegerea intensității optime trebuie să țină cont și de eficiența valorificării furajelor (FCR), dar și de faptul că administrarea unor cantități prea mari de furaje poate conduce la deteriorarea calității apei.

## CAPITOLUL VII

### Cercetări privind evaluarea potențialului de creștere compensatorie al păstrăvului curcubeu în condițiile utilizării a două furaje cu un conținut proteic diferit în cadrul unui sistem recirculant de acvacultură

#### 7.1. Ipoteza asumată

În acvacultură, creșterea compensatorie poate fi privită ca un instrument de management, pentru a reduce costurile realizate cu hrănirea peștilor (Guzel și colab., 2011) sau ca o măsură de a contribui la îmbunătățirea calității apei (Turano și colab., 2007, 2008) prin controlul producției de reziduuri rezultată în urma suprahrănirii peștilor (Davis și colab., 2011).

După analiza datelor din literatura de specialitate s-a conturat ipoteza experimentului, și anume: puietul de păstrăv curcubeu poate prezenta potențial de creștere compensatorie în condițiile aplicării unor perioade scurte de înfometare dacă, după restabilirea condițiilor optime sunt utilizate furaje cu un conținut proteic ce ține cont de cerințele nutriționale ale

speciei. Astfel, rezultatele cercetării vor constitui un instrument util fermierilor din acvacultură, deoarece pe baza acestora se pot propune și dezvolta anumite strategii de management nutrițional, fie pentru a micșora costurile cu hrana, fie pentru atingerea taliei de comercializare într-un timp cât mai scurt după restabilirea condițiilor mediale optime.

## 7.2. Design experimental

Experimentul s-a desfășurat în perioada 20 Februarie 2013 - 6 Aprilie 2013, baza materială constând în sistemul recirculant pilot al Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru din cadrul Universității „Dunărea de Jos” din Galați. Materialul biologic folosit a fost cel rezultat în urma experimentului anterior. După sortarea acestuia s-a reținut un lot omogen de pești, care, timp de 16 zile a fost hrănit ad libitum, o dată pe zi cu două sortimente de furaje comerciale ce diferă în principal prin conținutul de proteină brută și lipide, și anume: Clasic Extra 1P, cu un conținut de proteină de 41% și 12% lipide și Nutra Pro MP-T cu un conținut de proteină de 50% și 20% lipide.

Design-ul experimental a constat în realizarea unui model multifactorial, în care au fost testate cele 2 furaje comerciale prezentate anterior, dar și 3 regimuri diferite de hrănire.

Variantele experimentale s-au realizat în duplicat, astfel:

- $V_{M41}$  -Varianta martor în care peștii au fost hrăniți ad libitum cu furaj de 41% PB;
- $V_{M50}$  -Varianta martor în care peștii au fost hrăniți ad libitum cu furaj de 50% PB;
- $V_{2/41}$  -Varianta în care materialul biologic este înfometat pentru 2 zile și apoi rehrănit cu furaj Clasic Extra 1 P cu 41% proteină brută, conform protocolului descris de *Hayward și colab., 1997*;
- $V_{2/50}$  - Varianta în care materialul biologic este înfometat pentru 2 zile și apoi rehrănit cu furaj Nutra PRO-MP-T cu 50% proteină brută, conform protocolului descris de *Hayward și colab., 1997*;
- $V_{4/41}$  -Varianta în care materialul biologic este înfometat pentru 4 zile și apoi rehrănit cu furaj Clasic Extra 1 P cu 41% proteină brută, conform protocolului descris de *Hayward și colab., 1997*;
- $V_{4/50}$  - Varianta în care materialul biologic este înfometat pentru 4 zile și apoi rehrănit cu furaj Nutra PRO-MP-T cu 50% proteină brută, conform protocolului descris de *Hayward și colab., 1997*.

Pe perioada desfășurării experimentului, peștii din loturile martor au fost hrăniți ad libitum cu cele două sortimente de furaje prezentate anterior, frecvența hrănirii fiind de 2 mese zilnice, la orele 9° și 18°. Furajarea ad libitum s-a făcut până când peștii nu au mai manifestat interes față de hrana administrată.

Experimentul a debutat pe data de 20 Februarie 2013, cu înfometarea peștilor din lotul  $V_{2/41}$ ,  $V_{4/41}$ ,  $V_{2/50}$  și  $V_{4/50}$ , după care, administrarea hranei s-a realizat ad libitum până când media consumului de furaj pe ultimele 3 zile, nu a depășit cu 10% media consumului de furaj pentru ultimele 3 zile de furajare a lotului martor. (*Hayward și colab., 1997*).

În total, peștii din loturile înfometate în cicluri de 2 zile au fost supuse la 11 perioade de înfometare, iar cele din loturile înfometate în cicluri de 4 zile, la 7 perioade de înfometare.

## 7.3. Rezultate și discuții

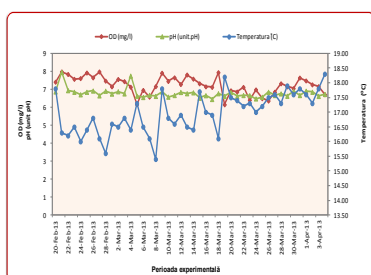
### 7.3.1. Evaluarea dinamicii parametrilor de calitate ai apei

Analizând valorile principalilor parametri de calitate ai apei, pe întreaga perioadă experimentală, se desprind următoarele concluzii:

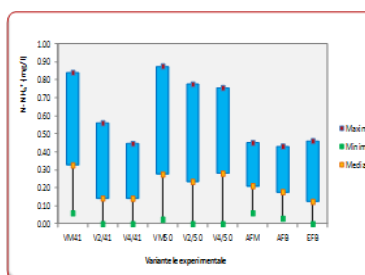
- ⊙ *temperatura apei* a fost menținută în ecartul optim pentru creșterea păstrăvului curcubeu, înregistrând valori cuprinse între 15,40÷18,30°C, cu o valoare medie de 16,97±0,69 °C (Figura 7.1.).
- ⊙ *valorile pH-ului*, au variat în ecartul optim impus de cerințele tehnologice ale speciei, cu o valoare minimă de 6,45 unit. pH și maximă de 7,96 unități pH, valoarea medie fiind de 6,78±0,27 unități pH (Figura 7.1.).



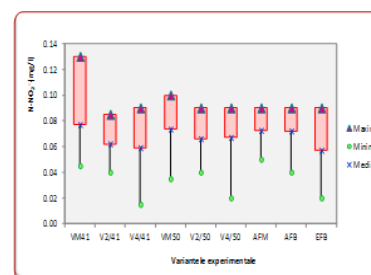
- Ⓢ valorile **oxigenul dizolvat** pe durata desfășurării experimentului au variat în intervalul  $6,15 \div 7,98$  mg/l, cu o valoare medie de  $7,24 \pm 0,49$  mg/l (Figura 7.1.).
- Ⓢ **ionul amoniu**, a înregistrat valori cuprinse între un minim de 0 mg/l și un maxim 0,88 mg/l. Din figura 7.2. se poate observa că valorile ionului amoniu au variat în funcție de cantitatea de hrană administrată peștilor, înregistrând valori mai ridicate în variantele martor, comparativ cu variantele experimentale unde peștii au fost înfometaji pentru 2 și 4 zile. Cu toate acestea, valorile ionului amoniu nu au înregistrat diferențe semnificative între variantele experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,09$ ), media valorilor înregistrate fiind de  $0,21 \pm 0,1$  mg/l.
- Ⓢ analizând valorile **nitriților**, se poate observa că acestea au variat în ecartul de  $0,02 \div 0,13$  mg/l, fără diferențe semnificative între variantele experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,19$ ) (Figura 7.3.).
- Ⓢ valorile **nitraților** au înregistrat o evoluție ascendentă, cu variații în intervalul  $84,05 \div 126$  mg/l, valoarea medie fiind de  $96,42 \pm 8,01$  mg/l, fără a înregistra diferențe semnificative între variantele experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,70$ ) (Figura 7.4.).



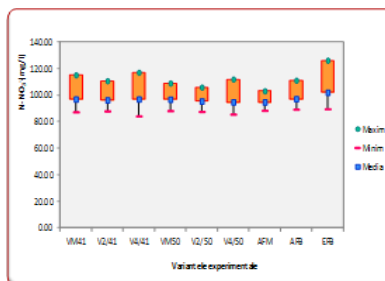
**Figura 7.1.** Evoluția temperaturii, oxigenului și pH-ului pe parcursul perioadei experimentale



**Figura 7.2.** Valorile minime, medii și maxime ale ionului amoniu ( $N-NH_4^+$ ) pe durata experimentului



**Figura 7.3.** Valorile minime, medii și maxime ale nitriților pe perioada experimentală



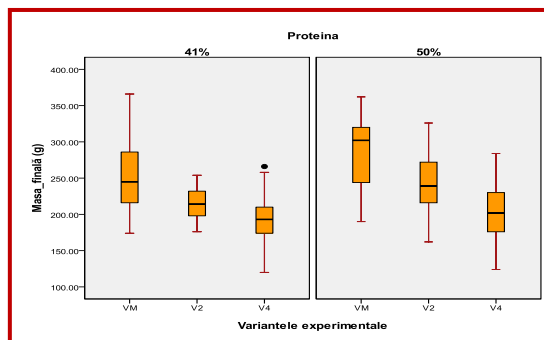
**Figura 7.4.** Valorile minime, medii și maxime ale nitraților pe perioada experimentală

### 7.3.2. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrăv curcubeu

La inițierea experimentului, masa și lungimea corporală a exemplarelor de păstrăv curcubeu nu a înregistrat diferențe semnificative între variantele experimentale (Anova,  $p > 0,05$ ;  $p = 1$ ;  $p = 0,99$ ).

Analizând masa corporală individuală a populației salmonicole obținută în urma aplicării perioadelor diferite de hrănire-înfometare, testarea statistică a evidențiat diferențe semnificative ( $p < 0,05$ ). Astfel, masa finală medie, a înregistrat cele mai ridicate valori în loturile martor, hrănite continuu, cu cele două furaje comerciale ( $281,89 \pm 49,01$  g în  $V_{M50}$ , respectiv  $256,42 \pm 46,58$  g în  $V_{M41}$ ), urmată apoi de exemplarele cu o perioadă de înfometare de 2 zile ( $243,05 \pm 34,39$  g în  $V_{2/50}$  și  $214,36 \pm 22,54$  g în  $V_{2/41}$ ) și 4 zile ( $203,61 \pm 38,89$  g în  $V_{4/50}$ , respectiv  $192,61 \pm 32,25$  g în  $V_{4/41}$ ) (Figura 7.5.).

În ceea ce privește influența celor două tipuri de furaje comerciale asupra masei corporale finale, s-a observat că, cea mai mare masă corporală a fost regăsită în cazul exemplarelor hrănite cu furajul Nutra Pro MP-T cu 50% PB, analiza statistică evidențind diferențe semnificative ( $p < 0,05$ ) față de variantele hrănite cu furajul de 41% PB.



**Figura 7.5.** Variația masei individuale medii – valori medii, minime, maxime și cvartilele înregistrate la finalul perioadei experimentale

După fiecare perioadă de înfometare, atunci când condițiile de hrănire au fost restabilite, s-a observat apariția hiperfagiei în loturile rehrănite, peștii consumând o cantitate mult mai mare de furaj în primele zile de rehrănire, comparativ cu variantele martor.

Comparând consumul de furaj al peștilor din loturile  $V_2$  cu cel al peștilor din loturile  $V_4$ , se poate observa o accentuare a hiperfagiei după restabilirea condițiilor optime de hrană în cazul loturilor înfometate pentru 2 zile, aspect ce sugerează că răspunsul hiperfagic depinde în mare măsură de perioada de restricție alimentară aplicată peștilor (*Jobling și colab., 1996*).

Comparativ cu loturile  $V_{M41}$  și  $V_{M50}$ , care au fost hrănite continuu, peștii din loturile  $V_{2/41}$  și  $V_{2/50}$  au totalizat cu 47,83% mai puține zile de furajare, iar cei din loturile  $V_{4/41}$  și  $V_{4/50}$  cu 60,87% mai puține zile de furajare. La finalul perioadei experimentale, comparativ cu loturile martor  $V_M$ , peștii din loturile  $V_2$  au consumat cu 34,63% mai puțin furaj, iar cei din loturile  $V_4$  cu 53,31%. Astfel, consumul total de hrană a fost de 3278,11±57,34 g furaj/bazin pentru  $V_{M41}$ , 3008,27±89,17 g furaj/bazin pentru  $V_{M50}$ , (fără diferențe semnificative între cele două variante,  $p>0,05$ ,  $p=0,16$ ), respectiv de 2101,46±72,79 g furaj/bazin pentru  $V_{2/41}$  și 2007,86±23,15 g furaj/bazin pentru  $V_{2/50}$  (fără diferențe semnificative între cele două variante,  $p>0,05$ ,  $p=0,41$ ), pentru varianta înfometată în cicluri de 4 zile înregistrându-se cel mai scăzut consum de furaj, 1562,36±50,26 g furaj/bazin pentru  $V_{4/41}$  și de 1372,68±35,10 g furaj/bazin pentru  $V_{4/50}$  (fără diferențe semnificative între cele două variante experimentale,  $p>0,05$ ,  $p=0,16$ ).

În tabelul 7.1. este prezentat tabloul indicatorilor de performanță tehnologică, calculați pentru întreaga perioadă experimentală, obținut în urma prelucrării datelor inițiale și finale.

**Tabelul 7.1.** Tablou sintetic privind indicatorii de performanță tehnologică pentru puietul de păstrăv curcubeu

Indicatorul	$V_{M41}$	$V_{2/41}$	$V_{4/41}$	$V_{M50}$	$V_{2/50}$	$V_{4/50}$
Furaj total/bazin(g)	3278,11±157,33	2101,46±72,79	1562,4±50,26	3008,27±89,81	2007,85±23,15	1372,62±33,65
Biomasa totală inițială (g)	2128±5,65	2131±1,41	2125±1,41	2123±1,41	2126±1,01	2124±1,01
Număr exemplare inițial	19	19	19	19	19	19
Masa inițială medie (g/ex)	112±0,29	112,16±0,074	111,84±0,074	111,74±0,074	111,89±0,01	111,78±0,01
Densitatea de stocare inițială (kg/m <sup>3</sup> )	15,76±0,04	15,79±0,010	15,74±0,01	15,73±0,01	15,74±0,01	15,733±0,01
Biomasa totală finală (kg)	4872±91,28	4073±16,97	3659,5±98,28	5356±72,53	4618±61,17	3868,50±14,84
Număr exemplare final	19	19	19	19	19	19
Masa finală medie (g/ex)	256,42±46,58	214,36±22,54	192,61±32,25	281,89±49,01	243,05±34,39	203,60±38,89
Densitatea de stocare finală (kg/m <sup>3</sup> )	36,089±2,15	29,93±0,063	27,10±0,72	39,67±1,27	36,32±0,69	28,65±0,11
Spor individual de creștere (g/ex)	144,421±15,63	100,53±0,372	80,76±5,09	170,16±9,15	146,21±4,91	91,81±0,78
Spor total de creștere(g)	2744±96,98	1910±97,07	1534,5±96,87	3233±173,94	2778±93,33	1744,5±14,84
SGR-Rata specifică de creștere (% BWzi)	1,80±0,14	1,41±0,01	1,18±0,06	2,01±0,07	1,68±0,15	1,30±0,01
Rata zilnică de creștere - (g/kg/zi)	3,07±3,07	2,17±0,02	1,72±0,10	3,62±0,19	2,79±0,34	1,95±0,01
FCR- Factorul de conversie al hranei (g/g)	1,2±0,07	1,08±0,07	1,02±0,03	0,93±0,02	0,81±0,11	0,79±0,01
PER -Factorul de conversie al proteinei (g/g)	2,04±0,12	2,26±0,15	2,39±0,07	2,15±0,05	2,48±0,34	2,54±0,04

Notă: \* Valorile reprezintă medii duplicate

Rata specifică de creștere (SGR) pentru variantele experimentale, la nivelul cărora s-au testat cele două tipuri de furaje comerciale (Clasic Extra 1P și Nutra Pro MP-T), a înregistrat cele mai bune valori în cazul peștilor hrăniți cu furajul de 50% PB, comparativ cu cei hrăniți cu furajul de 41% PB, diferențele fiind ne semnificative între variantele experimentale ( $p > 0,05$ ). Comparând valorile SGR înregistrate în unitățile de creștere, la nivelul cărora s-au aplicat cele trei regimuri de hrănire, au fost evidențiate diferențe semnificative între variantele experimentale. Astfel, s-a observat că cea mai mare valoare a SGR s-a înregistrat în variantele martor ( $2,01 \pm 0,07\%/zi$  pentru  $V_{M50}$  și  $1,80 \pm 0,14\%/zi$  pentru  $V_{M41}$ ), urmată de loturile care au fost înfometate în cicluri de 2 zile ( $1,68 \pm 0,15\%/zi$  în  $V_{2/50}$  și  $1,41 \pm 0,01\%/zi$  în  $V_{2/41}$ ) și apoi de peștii înfomețați în cicluri de 4 zile ( $V_{4/50}$  -  $1,30 \pm 0,01\%/zi$  și  $V_{4/41}$  -  $1,18 \pm 0,06\%/zi$ ).

La analiza valorilor factorului de conversie al hranei (FCR), pentru cele două tipuri de furaje comerciale folosite, s-a observat că cele mai bune valori s-au înregistrat în cazul peștilor hrăniți cu furajul Nutra Pro MP-T, comparativ cu cei hrăniți cu furajul Clasic Extra 1P, diferențele între variantele experimentale fiind ne semnificative ( $p > 0,05$ ). În ceea ce privește factorul de conversie al hranei (FCR) obținut pentru diferitele regimuri de hrănire, cele mai bune valori au fost evidențiate în cazul peștilor înfomețați în cicluri de 4 zile ( $0,79 \pm 0,01$  g/g în varianta  $V_{4/50}$ , respectiv  $1,02 \pm 0,03$  g/g în varianta  $V_{4/41}$ ), urmată de loturile care au fost înfometate în cicluri de 2 zile ( $0,81 \pm 0,11$  g/g în varianta  $V_{2/50}$ , respectiv  $1,08 \pm 0,08$  în  $V_{2/41}$ ), însă diferențele între regimurile de hrănire sunt ne semnificative ( $p > 0,05$ ), aspect ce ne sugerează faptul că privarea de hrană nu a afectat capacitatea de conversie a hranei. În varianta martor, FCR a fost de ( $0,93 \pm 0,02$  g/g în  $V_{M50}$ , respectiv de  $1,20 \pm 0,07$  g/g în  $V_{M41}$ ).

Analizând factorului de conversie al hranei (FCR), pentru cele două tipuri de furaje comerciale folosite, s-a observat că cele mai bune valori s-au înregistrat în cazul peștilor hrăniți cu furajul Nutra Pro MP-T, comparativ cu cei hrăniți cu furajul Clasic Extra 1P, diferențele între variantele experimentale fiind ne semnificative ( $p > 0,05$ ). În ceea ce privește factorul de conversie al hranei (FCR) obținut pentru diferitele regimuri de hrănire, cele mai bune valori au fost evidențiate în cazul peștilor înfomețați în cicluri de 4 zile ( $0,79 \pm 0,01$  g/g în varianta  $V_{4/50}$ , respectiv  $1,02 \pm 0,03$  g/g în varianta  $V_{4/41}$ ), urmată de loturile care au fost înfometate în cicluri de 2 zile ( $0,81 \pm 0,11$  g/g în varianta  $V_{2/50}$ , respectiv  $1,08 \pm 0,08$  în  $V_{2/41}$ ), însă diferențele între regimurile de hrănire sunt ne semnificative ( $p > 0,05$ ), aspect ce ne sugerează faptul că privarea de hrană nu a afectat capacitatea de conversie a hranei. În varianta martor, FCR a fost de ( $0,93 \pm 0,02$  g/g în  $V_{M50}$ , respectiv de  $1,20 \pm 0,07$  g/g în  $V_{M41}$ ).

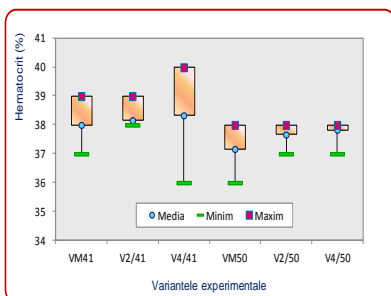
În ceea ce privește influența celor două tipuri de furaje comerciale asupra factorului de conversie al proteinei (PER), cele mai bune valori au fost obținute, așa cum era și firesc, pentru furajul Nutra PRO MP-T comparativ cu Clasic Extra 1P, fără diferențe semnificative ( $p > 0,05$ ). E asemenea, regimurile diferite de hrănire aplicate peștilor au condus la variația valorilor factorului de conversie al proteinei (PER), acesta prezentând o creștere direct proporțională cu perioada de înfometare aplicată, fără a indica diferențe semnificative între cele trei regimuri diferite de hrănire ( $p < 0,05$ ). Astfel, se poate observa că, deși, peștii din loturile înfometate pentru 4 zile, respectiv 2 zile, care au consumat mai puțină hrană comparativ cu loturile martor, au convertit mai bine proteina pentru creștere

### 7.3.3. Starea de confort tehnologic a biomasei de cultură

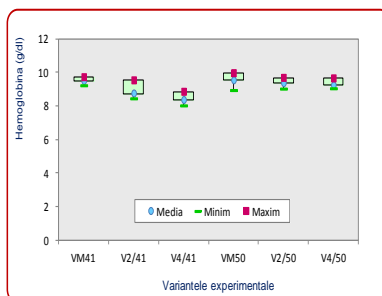
În figurile 7.6.;7.7;7.8;7.9;7.10;7.11; sunt redate grafic valorile minime, medii și maxime ale indicilor hematologici și a constantelor eritrocitare obținute la finalul experimentului.

Din analiza de ansamblu a parametrilor hematologici, se poate concluziona că modificarea valorilor acestora a apărut ca o reacție de adaptare a organismului peștilor la condițiile tehnologice. Astfel, reducerea semnificativă a numărului de eritrocite și a cantității de hemoglobină asociată perioadei de înfometare, a condus implicit la creșterea semnificativă a volumului eritrocitar mediu (VEM), respectiv la scăderea concentrației de hemoglobină eritrocitară medie (CHEM), ceea ce poate semnifica apariția hemoconcentrației, ce poate fi o consecință a pierderii de apă din organism pe parcursul perioadei de înfometare (Weinberg și colab., 1972).

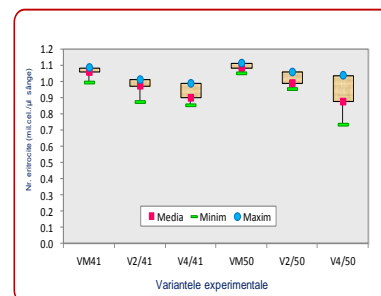




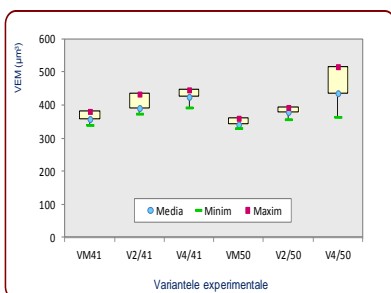
**Figura 7.6.** Valorile minime, medii și maxime ale hematocritului la finalul perioadei experimentale



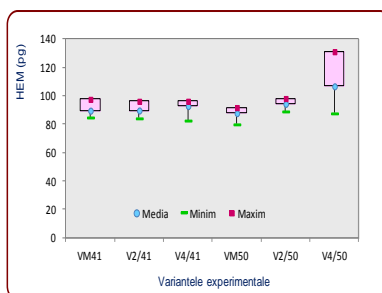
**Figura 7.7.** Valorile minime, medii și maxime ale hemoglobinei la finalul perioadei experimentale



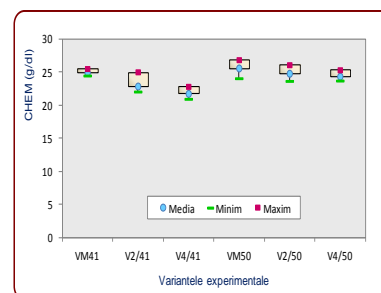
**Figura 7.8.** Valorile minime, medii și maxime ale eritrocitelor la finalul perioadei experimentale



**Figura 7.9.** Valorile minime, medii și maxime ale VEM la finalul perioadei experimentale



**Figura 7.10.** Valorile minime, medii și maxime ale HEM la finalul perioadei experimentale



**Figura 7.11.** Valorile minime, medii și maxime ale CHEM la finalul perioadei experimentale

Pentru o imagine cât mai elocventă s-a analizat și tabloului leucocitar, corelându-se procentul de leucocite (leucograma) cu numărul absolut al leucocitelor (nr. de celule/ $\mu$ l). Astfel, pentru studiul hematologic al speciei de cultură au fost examinate un număr de 60 frotiuri de sânge. În urma examinării microscopice a frotiurilor de sânge, colorate MGG, s-a observat că *limfocitele* au dominat în comparație cu celelalte tipuri de leucocite, fiind prezente într-un număr foarte mare. Se remarcă prezența foarte redusă a monocitelor, în schimb granulocitele neutrofile au fost prezente în toate variantele într-un număr apreciabil. În Tabelul 7.2. este prezentată leucograma exemplarelor de păstrăv curcubeu la finalul perioadei experimentale.

**Tabelul 7.2.** Leucograma păstrăvului curcubeu la finalul perioadei experimentale

Leucograma	V <sub>M41</sub>	V <sub>2/41</sub>	V <sub>4/41</sub>	V <sub>M50</sub>	V <sub>2/50</sub>	V <sub>4/50</sub>
<b>Limfocite (%)</b>	96,33±2,04	95,30±1,60	94,92±1,02	96,08±1,02	95,80±0,84	95,00±2,02
<b>Monocite (%)</b>	0,67±0,12	0,30±0,11	0,83±0,16	0,50±0,14	0,30±0,13	0,75±0,17
<b>Neutrofile (%)</b>	3,00±1,87	4,40±1,19	4,25±1,08	3,42±0,74	3,90±0,96	4,25±1,81

Din analiza de ansamblu a leucogramei păstrăvului curcubeu se desprind următoarele concluzii:

- Comparativ cu variantele experimentale martor (V<sub>M41</sub> și V<sub>M50</sub>) **valoarea medie procentuală a limfocitelor** prezintă o scădere nesemnificativă ( $p > 0,05$ ) în variantele înfometate pentru 2, respectiv 4 zile (V<sub>2/41</sub>-95,30±1,60%, V<sub>2/50</sub>-95,80±1,02%, V<sub>4/41</sub>-94,92±1,02%, V<sub>4/50</sub>-95,00±2,02%).
- În ceea ce privește **valoarea medie procentuală a monocitelor** se observă o evoluție neuniformă. Astfel, dacă în cazul variantelor martor și a celor înfometate în cicluri de 4 zile se observă o valoare ușor mai crescută a acestora (V<sub>M41</sub>-0,67±0,12%; V<sub>M50</sub>-0,50±0,14%; V<sub>4/41</sub>-0,83±0,16; V<sub>4/50</sub>-0,75±0,17%) în cazul variantelor înfometate în cicluri de 2 zile media

procentuală a monocitelor scade la o valoare de 0,30% ( $V_{2/41}$ -0,30±0,11%;  $V_{2/50}$ -0,30±0,13%).

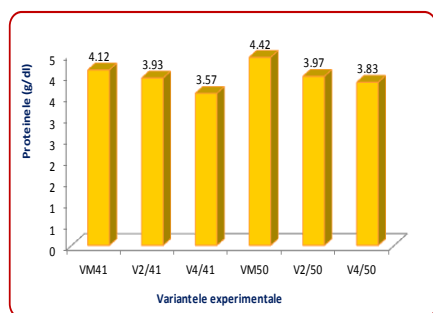
➤ **Valoarea medie procentuală a neutrofilelor** prezintă o creștere nesemnificativă ( $p>0,05$ ) cu creșterea perioadei de înfometare.

Evoluția numărului absolut al diferitelor tipuri de leucocite în cele șase variante experimentale este prezentată în Tabelul 7.3.

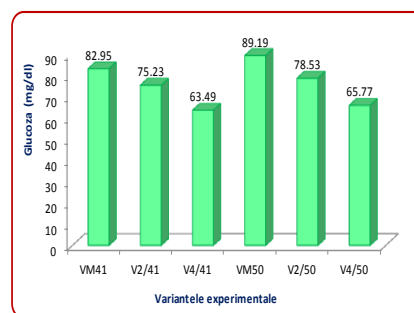
**Tabelul 7.3.** Variația numărului absolute de leucocite și trombocite ( $\times 10^3$  cel./ $\mu$ l sânge) la finalul perioadei experimentale

Variantele experimentale	Nr. mediu celule ( $\times 10^3$ cel./ $\mu$ l sânge)				
	Leucocite	Limfocite	Monocite	Neutrofile	Trombocite
$V_{M41}$	67,36±16,19	64,99±16,16	0,41±0,01	1,96±1,07	5,31±1,20
$V_{2/41}$	63,54±15,36	60,71±15,36	0,15±0,04	2,67±0,27	4,20±1,45
$V_{4/41}$	61,64±12,51	58,50±17,08	0,50±0,03	2,64±0,85	3,40±1,29
$V_{M50}$	78,41±13,68	75,49±13,76	0,29±0,08	2,64±1,31	7,28±1,35
$V_{2/50}$	70,70±12,99	67,74±12,45	0,19±0,04	2,77±0,94	5,35±1,09
$V_{4/50}$	63,65±17,79	60,80±17,20	0,47±0,03	2,70±1,61	6,11±1,27

Rezultatele obținute, în urma determinării parametrilor biochimici serici sunt prezentate în figurile 7.12. și 7.13.



**Figura 7.12.** Valorile medii ale proteinelor totale la finalul perioadei experimentale



**Figura 7.13.** Valorile glicemiei înregistrate la finalul experimentului

Analizând valorile obținute pentru proteinele serice, s-a observat că acestea nu au fost semnificativ influențate de conținutul în proteină a celor două furaje comerciale sau de regimurile de hrănire ( $p>0,05$ ;  $p=0,623$ ). Astfel, valorile medii ale proteinei serice totale s-au încadrat în intervalul cuprins între  $3,57\pm 0,22$  g/dl și  $4,42\pm 0,27$  g/dl, observându-se valori ușor mai scăzute în cazul peștilor hrăniți cu furajul de 41% PB, respectiv în cazul peștilor înfomețați pentru 2 zile ( $V_{2/50}$ - $3,97\pm 0,93$  g/dl;  $V_{2/41}$ -  $3,93\pm 0,27$  g/dl) și 4 zile ( $V_{4/50}$ - $3,83\pm 0,42$  g/dl;  $V_{4/41}$ -  $3,57\pm 0,22$  g/dl). Cea mai scăzută valoare a proteinelor serice a fost observată în cazul variantei experimentale  $V_{4/41}$ , aspect explicabil, atât datorită conținutului mai mic de proteină din furaj, cât și de perioada de înfometare aplicată peștilor. Cu toate acestea, valorile obținute se încadrează în limitele normale precizate de literatura de specialitate ( $3,5\div 5,5$  g/dl) (A.K.Siwicki și colab., 1993).

În ceea ce privește valorile glicemiei, analiza statistică a evidențiat diferențe nesemnificative între cele două tipuri de furaje comerciale ( $p>0,05$ ;  $p=0,61$ ), valori ușor mai ridicate fiind înregistrate în cazul furajului cu 50% PB.

În ceea ce privește influența regimurilor de hrănire asupra glicemiei nu au fost observate diferențe semnificative ( $p>0,05$ ;  $p=0,46$ ) între variantele martor și cele înfometate în cicluri de 2 zile, în timp ce între variantele martor și loturile înfometate pentru 4 zile analiza statistică a evidențiat diferențe semnificative ( $p<0,05$ ;  $p=0,0007$ ). Astfel, s-a observat o scădere a glicemiei în raport cu creșterea perioadei de înfometare, cele mai mici valori obținându-se în loturile înfometate în cicluri de 4 zile ( $V_{4/50}$ - $65,77\pm 7,53$  mg/dl;  $V_{4/41}$ - $63,49\pm 8,86$  mg/dl). Scăderea valorilor glicemiei a fost observată și de alți autori pe parcursul perioadelor de înfometare. Atât De Silva și Anderson, (1995), cât și Furne Miriam și colab,

(2012) au observat, în cazul păstrăvului curcubeu, o scădere valorilor glicemiei la numai după 5 zile de la înfometare.

#### Determinarea parametrului stresului oxidativ - malondialdehida

Pentru determinarea malondialdehidei, au fost supuse analizei probe de ficat și țesut muscular. Rezultatele privind dinamica malondialdehidei (MDA) din probele analizate fiind redată în tabelul 7.4.

Tabelul 7.4. Valorile MDA obținute la finalul perioadei experimentale

Proba de analizat	Valori MDA (nmol/mL)/Variantă experimentală					
	$V_{M41}$	$V_{2/41}$	$V_{4/41}$	$V_{M50}$	$V_{2/50}$	$V_{4/50}$
Ficat	4,74±1,11	6,22±2,08	7,05±0,94	4,75±0,80	5,57±1,69	6,42±1,91
Țesut	4,09±1,33	4,73±0,97	4,83±0,85	4,82±1,65	5,17±0,44	5,42±2,19

Analizând valorile obținute pentru MDA pentru probele prelevate din ficat și țesut s-a observat că acestea nu au fost semnificativ influențate de conținutul în proteină a celor două furaje comerciale sau de regimurile de hrănire ( $p>0,05$ ). Cu toate acestea, valori ușor mai ridicate ale MDA-ului au fost observate în loturile de pești înfometați pentru 2, respectiv 4 zile sau în cazul loturilor de pești hrănite cu furaj de 41% PB.

Creșterea valorilor MDA este în legătură directă cu creșterea nivelului de oxidare lipidică, fapt ce sugerează instalarea ușoară a stresului oxidativ în cazul peștilor înfometați. Rezultatele obținute de noi sunt sprijinite și de cercetările altor autori (*Hidalgo și colab., 2002*) care, de asemenea, observă creșterea valorilor MDA pe parcursul perioadelor de înfometare în cazul păstrăvului curcubeu.

#### 7.3.4. Compoziția biochimică a țesutului muscular

În Figura 7.14. este redată compoziția biochimică a păstrăvului curcubeu la finalul experimentului.

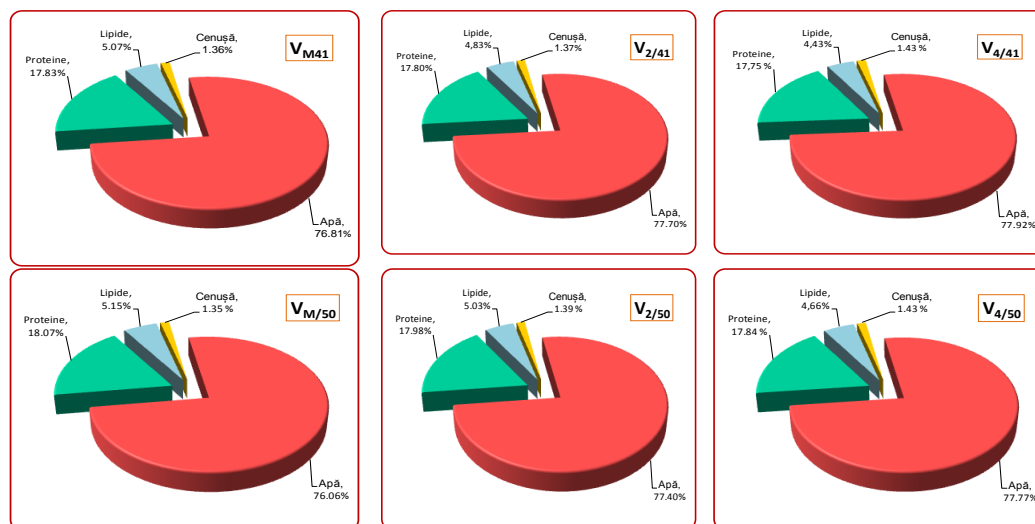


Figura 7.14. Compoziția biochimică a țesutului muscular la finalul perioadei experimentale

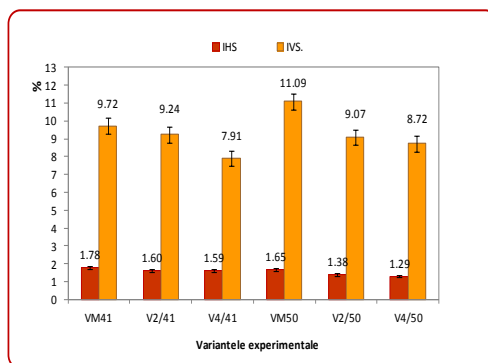
Analizând compoziția biochimică a cărnii de păstrăv curcubeu au fost evidențiate următoarele modificări:

© **conținutul în apă** nu a fost semnificativ influențat ( $p>0,05$ ) de cele două tipuri de furaje comerciale, observându-se totuși valori ușor mai ridicate în cazul furajului cu 41% PB; în ceea ce privește perioadele de înfometare-hrănire alese, acestea au condus la modificări semnificative ( $p<0,05$ ;  $p=0,0004$ ) ale conținutului de apă din carne, observându-se o

creștere a umidității cu creșterea perioadei de înfometare. Astfel, raportat la varianta martor  $V_{M41}$  se poate observa o creștere cu aproximativ 1,16% în cazul variantei  $V_{2/41}$ , cu 1,45% în cazul variantei  $V_{4/41}$ . Raportat la varianta martor  $V_{M50}$  se poate observa o creștere cu 1,76% în  $V_{2/50}$  și cu 2,24% în  $V_{4/50}$ .

- Ⓢ analizând datele ce fac referire la **conținutul de proteine**, nu se observă diferențe semnificative între cele 6 variante experimentale, ceea ce sugerează o evoluție similară a materialului biologic în a reține proteina, indiferent de tipul de furaj administrat sau de perioada de hrănire-înfometare. Se observă însă o scădere ușoară a conținutului de proteine din carne cu creșterea perioadei de înfometare, respectiv valori mai ridicate ale proteinei în loturile hrănite cu furajul de 50% PB, comparativ cu loturile hrănite cu furajul de 41% PB.
- Ⓢ **conținutul de lipide** nu a fost semnificativ influențat de cele două tipuri de furaje folosite ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,26$ ). Cu toate acestea, se observă o variație a conținutului de lipide, cu valori ușor mai ridicate în cazul furajului de 50% PB; În cazul variantelor experimentale în care factorul de variație a fost reprezentat de perioada de înfometare, s-a observat o scădere semnificativă ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,003$ ) a conținutului de lipide, proporțională cu perioada de înfometare aplicată. Astfel, raportat la varianta experimentală  $V_{M41}$  se observă o scădere a conținutului de lipide cu aproximativ 4,83% în  $V_{2/41}$ , respectiv cu 12,62% în variantei experimentale  $V_{4/41}$ . De asemenea, la comparația cu varianta martor  $V_{M50}$  s-a observat o scădere a conținutului de lipide cu aproximativ cu 2,43% în varianta  $V_{2/50}$ , respectiv cu 9,61% în varianta  $V_{4/50}$ . Rezultatele obținute sunt similare celor raportate și de alți autori (*Quinton și colab., 1990; Kim și colab., 1995; Wang și colab., 2000*), care afirmă faptul că, pe parcursul perioadelor de înfometare peștii folosesc de obicei din lipidele corporale, ca sursă de energie pentru menținerea normală a proceselor metabolice. În urma înfometării păstrăvului curcubeu cu masa de 2,1 g pentru 12 săptămâni, *Reinitz (1983)*, a observat o reducere semnificativă a lipidelor corporale (cu 93%), comparativ cu proteinele corporale, care au prezentat o reducere cu 60%.
- Ⓢ analizând datele ce fac referire la **conținutul de cenușă**, nu au fost observate modificări semnificative între variantele experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,14$ ). Comparativ cu loturile martor, s-a observat o creștere ușoară a conținutului de cenușă în cazul loturilor de pești înfomețați pentru 2, respectiv 4 zile.
- Ⓢ În ceea ce privește influența tipului de furaj asupra conținutului în **substanță uscată** nu au fost evidențiate diferențe semnificative ( $p > 0,05$ ). Perioadele de înfometare alese a condus la o scădere semnificativă a conținutului în substanță uscată ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,03$ ).

Analiza particularităților calitative ale cărnii s-a realizat și prin intermediul indicelui hepatosomatic (IHS) - care ne poate oferi informații cu privire la rezervele de energie ale organismului și a indicelui viscerosomatic (IVS) (Figură 7.15).



**Figura 7.15.** Reprezentarea grafică a indicelui hepatosomatic (IHS) și viscerosomatic (IVS)

De obicei, IVS pentru păstrăvul curcubeu este cuprins în intervalul 5,75% și 14,4% (*Clark, 2003, Cocan și colab., 2012*). În cazul experimentului nostru, IVS a înregistrat valori cuprinse între  $7,91 \pm 1,02\%$  și  $11,09 \pm 1,64\%$ , nefiind influențat de regimurile de hrănire alese

sau de conținutul proteic al furajului administrat ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,266$ ). Cu toate acestea s-a observat valori mai ridicate ale IVS în variantele martor, ( $V_{M41}$  și  $V_{M50}$ ).

De asemenea, IHS, a înregistrat valori mai ridicate în cazul variantelor martor ( $1,78 \pm 0,08\%$  în  $V_{M41}$ , respectiv  $1,65 \pm 0,24\%$  în  $V_{M50}$ ), comparativ cu variantele înfometate pentru 2 zile ( $1,60 \pm 0,25\%$  în  $V_{2/41}$  și  $1,38 \pm 0,11\%$  în  $V_{2/50}$ ), respectiv 4 zile ( $1,59 \pm 0,10\%$  în  $V_{4/41}$  și  $1,29 \pm 0,24\%$  în  $V_{4/50}$ ), fără diferențe semnificative între variantele experimentale ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,121$ ).

Scăderea IHS sugerează faptul că rezervele de glicogen de la nivel hepatic sunt mobilizate și implicit consumate pe parcursul perioadelor de înfometare (Perez-Jimenez și colab., 2007). De altfel, într-un studiu inițiat de Gaylord și colab., 2000, autorii observă o scădere semnificativă a glicogenului din ficat în urma înfometării somnului de canal pentru 14 zile.

În urma analizei compoziției biochimice a cărnii păstrăvului curcubeu, se poate concluziona că prin modificările survenite, organismul peștilor a încercat prin mijloace fiziologice și biologice amortizarea efectului de înfometare. Prin creșterea conținutului de apă coroborată cu scăderea lipidelor, organismul a încercat limitarea sau chiar menținerea masei corporale pe parcursul perioadei de înfometare. De asemenea, scăderea ușoară a IVS și HIS semnaleză un consum energetic mai mare în cazul peștilor înfomețați.

#### 7.4. Concluzii

Concluzia generală ce rezultă în urma desfășurării experimentului este aceea că în condițiile aplicării unor perioade scurte de înfometare (2 și 4 zile) păstrăvul curcubeu nu reușește să atingă aceeași masă corporală cu peștii hrăniți continuu. Deși, exemplarele care au fost hrănite cu furajul 50% PB au înregistrat o creștere superioară celor hrănite cu furajul de 41% PB, din punct de vedere economic putem conchide faptul că furajul cu concentrația proteică de 41% are un cost de producție mai scăzut față de cel cu un conținut proteic de 50%, în condițiile în care nu au fost evidențiate diferențe semnificative între indicatorii tehnologici.

## CAPITOLUL VIII

### Elaborarea modelului creșterii puietului de păstrăv în raport cu principalii factori tehnologici în condițiile unui sistem recirculant

#### 8.1. Introducere

Modelele de creștere pentru pești prezentate în literatura de specialitate variază în ansamblul lor în funcție de talia și vârsta acestora, componentele anabolice și catabolice ale metabolismului, calitatea și cantitatea hranei, calitatea parametrilor fizico-chimici ai apei. Astfel, aceste modele variază exponențial, liniar și asimptotic în funcție de dinamica de creștere de-a lungul timpului.

Obiectivul acestui capitol îl constituie determinarea unor ecuații care să descrie relațiile dintre Rata Specifică de Creștere (SGR) și diverși factori tehnologici (densitatea de stocare, intensitatea hrănirii, etc.), elaborând totodată un model de creștere pentru păstrăvul curcubeu, model ce trebuie să fie valid și semnificativ statistic.

#### 8.2. Elaborarea modelului de creștere la păstrăvul curcubeu în condițiile aplicării unor frecvențe diferite de administrare a hranei

Scopul acestui capitol a fost de a realiza un model de estimare a SGR-ului în funcție de frecvența de administrare a hranei, model ce poate fi aplicat cu succes pentru estimarea producțiilor de păstrăv curcubeu în cazul creșterii acestuia într-un sistem recirculant de



acvacultură. Astfel, întocmirea modelului pentru previziunea SGR s-a realizat cu ajutorul regresiei liniare multiple.

Datele utilizate pentru elaborarea modelului au fost obținute în urma realizării experimentului de evaluare a influenței frecvenței de administrare a hranei asupra performanței de creștere a păstrăvului curcubeu, experiment prezentat pe larg în Capitolul IV. Variabilele independente definite în model au fost masa inițială ( $M_i$ ), masa finală ( $M_f$ ), a căror valori medii sunt prezentate în tabelul 8.1.

**Tabelul 8.1.** Indicatorii statistici pentru variabilele selectate în vederea elaborării modelului de estimare a SGR-ului

Variantele experimentale	Variabile modelului	Media	SDEV	Număr de pești
$F_1$ (2 mese/zi)	SGR	4,238	1,744	143
	Masa inițială	5,455	1,425	143
	Masa finală	13,179	2,910	143
$F_2$ (4 mese/zi)	SGR	4,181	1,907	143
	Masa inițială	5,667	1,643	143
	Masa finală	13,504	3,679	143

Pentru stabilirea relației și a gradului de dependență dintre variabilele definite anterior, s-a realizat matricea de corelație Pearson. Astfel, din analiza coeficientul de corelație Pearson se poate observa o corelație pozitivă între SGR și masa finală (0,687).

Coeficientul de determinare  $R^2$  a înregistrat o valoare de 0,975 în cazul frecvenței de administrare a hranei în 2 mese/zi, respectiv de 0,963 în cazul frecvenței de administrare a hranei în 4 mese/zi, reflectând în ambele cazuri o corelație puternică (deoarece valorile obținute sunt apropiate de 1) (Tabelul 8.3.).

Totodată, criteriul statistic Durbin–Watson a înregistrat o valoare de 1,949 în  $F_1$ , respectiv de 1,714 în  $F_2$ , ceea ce atestă o bună eficacitate a parametrilor ecuației de regresie. De asemenea, testul Fisher, prezentat în tabelul 8.4., evidențiază faptul că variabilele independente selectate în model pot fi folosite pentru estimarea corectă a variabilei dependente SGR.

De asemenea, din analiza datelor prezentate în tabelului 8.5. se poate observa că ipoteza de multicoliniaritate este respinsă, datorită faptului că VIF (Factorul de inflație a varianței) este mai mic de 10 în cazul tuturor factorilor analizați.

Modelul matematic calculat este constituit din următoarele ecuații de regresie:

- pentru o frecvență de administrare a hranei în 2 mese/zi

$$\text{SGR} = 4,118 - 0,872M_i - 0,370M_f$$

- pentru o frecvență de administrare a hranei în 4 mese/zi

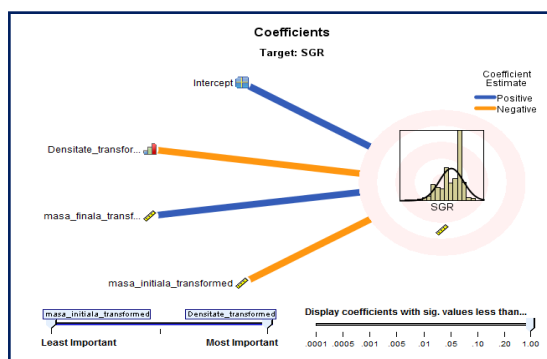
$$\text{SGR} = 4,717 - 0,869M_i + 0,325M_f$$

### 8.3. Elaborarea modelului de creștere la păstrăvul curcubeu în condițiile aplicării unor densități diferite de stocare

Rezultatele obținute în urma desfășurării experimentului de creștere a păstrăvului curcubeu în diferite densități de stocare (prezentat pe larg în Capitolul V), au fost procesate și analizate statistic cu **scopul elaborării unui model de regresie liniară multiplă pentru estimarea Ratei Specifice de Creștere (SGR)**, în baza căruia, să se poată realiza predicții ulterioare ale biomasei de cultură.

Folosind modelul de regresie liniară, s-a determinat influența pe care o au variabilele independente (masa corporală inițială- $M_i$ , masa corporală finală- $M_f$ , densitatea de stocare-DS) asupra variabilei dependente SGR (Rata Specifică de Creștere).

Pentru analiza datelor colectate s-a folosit funcția *Automatic Linear Modelling* din programul SPSS 20. Funcția *Automatic Linear Modelling* realizează în prealabil o transformare automată a datelor (eliminarea extremele și/sau logaritmare)(Figura 8.1).



**Figura 8.1.** Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea SGR în funcție de predictorii masa inițială, masa finală și densitatea de stocare

Validarea modelului de regresie s-a realizat prin intermediul testelor statistice (Coeficientul Pearson, Testul F, Coeficientul de corelație și coeficientul de determinare).

Din analiza coeficientului de corelație Pearson, se poate observa o corelație pozitivă între SGR și densitatea de stocare (Coeficient Pearson 0,492), cât și între SGR și masa finală (Coeficient Pearson 0,442).

Testarea modelului în ansamblu s-a realizat cu ajutorul testului Fisher. Prin intermediul Testul Fisher, s-a verificat dacă există cel puțin un parametru ce corespunde unei variabile explicative diferite de zero. Astfel, din tabelul 8.8, se poate concluziona că variabilele independente alese pot fi folosite pentru estimarea corectă a variabilei dependente SGR ( $F=193,724$ ,  $p<0,0005$ ), ceea ce semnifică că modelul ales este valid.

Din analiza lui  $R^2$  se poate observa că 70% din variabilitatea parametrului (variabilei) dependente SGR este explicată prin intermediul variabilelor independente incluse în model.

Forma generală a ecuației de regresie ce face posibilă predictarea SGR în baza variabilelor independente enumerate anterior este următoarea (Tabelul.8.6.).

$$SGR = 2,468 + 0,022Mf - 0,068Mi + 0,450DS$$

#### 8.4. Elaborarea modelului de creștere al păstrăvului curcubeu în condițiile aplicării unor intensități diferite de administrare a hranei

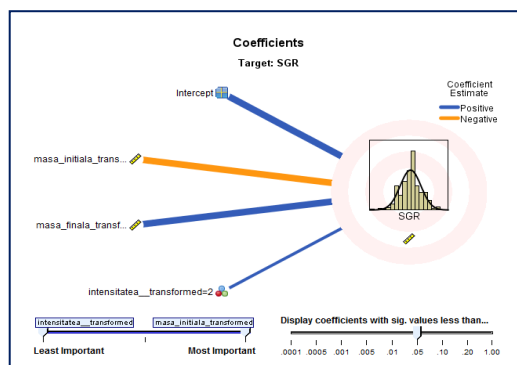
În cadrul sistemelor recirculante, obținerea unor producții ridicate de pește presupune, pe lângă practicarea unor densități mari de stocare, și aplicarea unui management riguros al hrănirii peștilor. Acest aspect, include asigurarea unei corelații optime între intensitatea hrănirii și disponibilitatea fiziologică a speciei de cultură de a metaboliza hrana ingerată. Administrarea hranei în exces, fără a cunoaște capacitatea metabolică a speciei, conduce la "irosirea" acesteia, scăzând astfel eficiența hrănirii și deteriorând calitatea apei prin producerea unor cantități mari de reziduiuri.

Pentru realizarea unui model de creștere al păstrăvului curcubeu, în condițiile aplicării unor intensități diferite de hrănire, rezultatele obținute în urma desfășurării experimentului de creștere (prezentat pe larg în Capitolul VI) au fost procesate și analizate statistic. În elaborarea modelului de creștere al puietului de păstrăv curcubeu, variabila dependentă a fost determinată de valorile SGR, predictorii aleși (variabilele independente) fiind reprezentați de intensitatea hrănirii, masa medie inițială, masa medie finală (Tabelul 8.10.).

**Tabelul 8.2.** Indicatorii statistici ai variabilelor alese pentru elaborarea modelului de estimare a SGR

Variabilele	Media	SDEV
SGR	2,59	0,65
Masa inițială	34,16	5,72
Masa finală	108,11	23,04
Intensitatea hrănirii	3,50	1,71

Elaborarea modelului s-a realizat în programul SPSS 20 cu ajutorul funcției *Automatic Linear Modelling* (Figura 8.3.).



**Figura 8.3.** Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea SGR în funcție de predictorii masa inițială, masa finală și intensitatea de hrănire

Validarea modelului de regresie s-a realizat prin intermediul testelor statistice (Coeficientul Pearson, Testul F, Coeficientul de corelație și coeficientul de determinare).

Din analiza coeficientului Pearson se poate observa o corelație pozitivă între variabila dependentă SGR și intensitatea hrănirii (0,446).

Coeficientul de corelație multiplă (R) a înregistrat o valoare de 0,992, iar coeficientul de determinare ( $R^2$ ) a înregistrat o valoare de 0,984, ceea ce ne face să afirmăm că puterea explicativă a modelului de regresie testat este una foarte ridicată. Astfel, aproximativ 98,40% din variabilitatea variabilei dependente SGR este explicată prin intermediul modelului de regresie liniară ales.

Deoarece testul Fisher este însoțit de o probabilitate de 0,000 putem să afirmăm faptul că în ansamblu modelul de regresie liniară multiplă ales este valid și semnificativ din punct de vedere statistic.

Ecuția în baza căreia se poate permite predictarea SGR, pe baza valorilor variabilelor independente: I- intensitatea hrănirii, Mi-masa medie inițială, Mf-masa finală are forma:

$$SGR = 2,60 - 0,069Mi + 0,021Mf + 0,004I$$

### **8.5. Elaborarea modelului de creștere compensatorie a puietului de păstrăv curcubeu în condițiile administrării a două furaje cu un conținut proteic diferit**

Datele obținute în urma realizării experimentului privind evaluarea potențialului de creștere compensatorie a păstrăvului curcubeu în condițiile utilizării a două furaje cu un conținut proteic diferit, au fost introduse în programul de statistică SPSS 20 pentru realizarea unor modele de creștere, care să ofere acvaculturilor un instrument matematic, în baza căruia sporul de biomasă de cultură să poată fi estimat cu un grad ridicat de precizie. Astfel, s-au elaborat 2 modele de creștere:

- model de regresie liniară-spor de creștere,
- model de regresie multiplă de estimare a masei medii finale în funcție de masa medie inițială, SGR și regimul de hrănire

#### **8.5.1. Model de regresie liniară SGR – Spor creștere**

**Obiectivul:** determinarea relației dintre Rata specifică de creștere (SGR) și sporul de creștere.

**Definirea variabilelor:** Pentru elaborarea modelului de regresie liniară SGR-Spor de creștere, variabila independentă a fost Sporul de creștere.

Pentru evaluarea eficienței modelului de regresie descris anterior, implicit valabilitatea ecuațiilor de regresie prezentate, s-a aplicat testul Fisher. Totodată o condiție importantă pentru validarea modelului o constituie și calcularea coeficientului de determinare  $R^2$

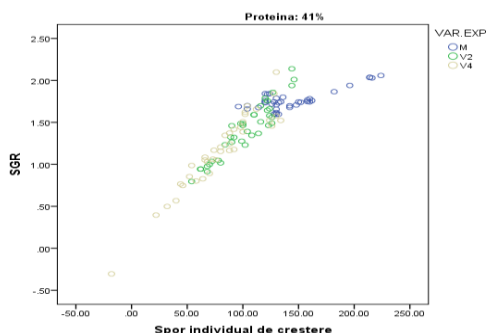
Sumarul modelului prezintă pentru fiecare model de regresie valoarea coeficientului de corelație (R), valoarea coeficientului de determinație ( $R^2$ ) și eroarea standard. Astfel, analizând datele prezentate în tabelul 8.16. se poate observa că valorile obținute pentru  $R^2$  indică faptul că între variabila dependentă (SGR) și variabila independentă (Sporul de creștere) există o legătură foarte puternică în cazul tuturor variantelor experimentale ( $R^2=0,807\div 0,930$ ). O corelație mai slabă este observată în cazul variantei martor VM 41%, unde doar 63,50% din variabilitatea parametrului/variabilei SGR este explicată prin prisma variabilei independente Spor de creștere.

Modelul de regresie liniară simplă exprimă legătura liniară dintre variabilele prezentate anterior, sub forma următoarelor ecuații:

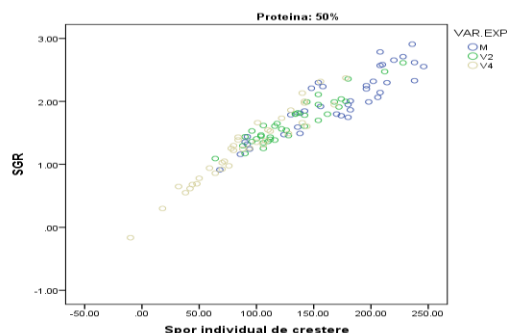
VM41%	$SGR=1,339+0,003Spor$
V4/41%	$SGR=0,126+0,013Spor$
VM50%	$SGR=0.468+0.009Spor$
V2/50%	$SGR=0.457+0.009Spor$
V4/50%	$SGR=0.141+0.012Spor$

Liniaritatea relației dintre variabila dependentă și variabila independentă este importantă atât pentru acuratețea predictivă a modelului cât și pentru validitatea coeficienților estimați. Astfel, pentru a obține o imagine de ansamblu a relației de liniaritate dintre cele două variabile prezentate, s-a realizat și diagrama scatter (Figura 8.4.; Figura 8.5.).

Din analiza graficelor prezentate, se poate observa o bună dispunere a norului de puncte, ceea ce certifică faptul că legătura dintre variabilele studiate este puternică.



**Figura 8.4.** Relația dintre Sporul de creștere și Rata Specifică de Creștere pentru loturile de pești hrănite cu furajul de 41%PB



**Figura 8.5.** Relația dintre Sporul de creștere și Rata Specifică de Creștere pentru loturile de pești hrănite cu furajul de 50%PB

### 8.5.2. Model de regresie multiplă de estimare a masei medii finale în funcție de masa medie inițială, SGR și regimul de hrănire

**Obiectivul:** elaborarea unui model de estimare a masei corporale finale pentru puietul de păstrăv curcubeu în funcție de masa inițială și sporul individual de creștere.

**Definirea variabilelor:** în elaborarea modelului, variabila dependentă a fost reprezentată de Sporul de creștere, în timp ce variabilele independente au fost definite ca fiind SGR (Rata specifică de creștere) și masa inițială.

Pentru evaluarea eficienței modelului de regresie descris anterior, implicit valabilitatea ecuațiilor de regresie prezentate, s-a realizat matricea de corelație Pearson și s-a aplicat testul Fisher.

Astfel, din matricea de corelații se poate observa că între variabilele prezentate există atât relații de corelație pozitivă (Spor-SGR), cât și corelație negativă (Spor-Mi), caracterizate de diferite valori ale semnificației statistice în funcție de varianta experimentală luată în studiu.



Din analiza lui  $R^2$  se poate observa o legătură liniară directă foarte strânsă ( $R^2=0,993\div 0,998$ ) între variabilele modelului pentru toate variantele experimentale, cu excepția variantei experimentale VM<sub>41</sub>, unde  $R^2$  a fost de 0,798. De asemenea, pentru această variantă s-a obținut o valoare a coeficientului de corelație  $R^2$  de 0,636, ceea ce semnifică că doar 63,60% din variabilitatea variabilei dependente SPOR este pusă pe seama variabilelor independente din model. Deoarece în acest caz nu este satisfăcută nici condiția de lipsă a coliniarității (coeficientul D-W este mult mai mic de 1,6), pentru varianta VM<sub>41</sub>, modelul de regresie nu poate fi considerat validat.

Deoarece valoarea lui F înregistrează valori ridicate, iar pragul de semnificație este 0.000 (valoare mai mică de 0.05), atunci modelul de regresie construit este valid și poate fi utilizat pentru analiza dependenței dintre variabilele alese.

În baza valorilor variabilelor independente (masa inițială-Mi și rata specifică de creștere individuală -SGR) s-a elaborat ecuația de predicție a sporului de creștere:

V2/41	SPOR=0,897Mi+95,180SG-132,677
V4/41	SPOR=0,759 Mi+84,260 SGR-102.848
VM/50	SPOR=1,421Mi+119,579SGR-228,418
V2/50	SPOR=1,041Mi+110,791SGR-170,902
V4/50	SPOR=0,825Mi+89,977SGR-116,164

### 8.6. Concluzii

În condițiile tehnologice prezentate (regimul de alimentație, frecvența administrării hranei, intensitatea hrănirii, densitatea de stocare, evaluarea potențialului de compensare al păstrăvului curcubeu în condițiile administrării a două furaje cu conținut proteic diferit) cu ajutorul ecuațiilor generate în prezentul capitol, predicțiile ulterioare ale biomasei de cultură ce se pot obține în cadrul unui sistem recirculant de acvacultură ar putea fi realizate cu o mai mare precizie.

## CAPITOLUL IX

### Evaluarea bioeconomică a unui sistem recirculant industrial de creștere a păstrăvului curcubeu (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792)

#### 9.1. Proiecția financiară a unei unități de creștere a păstrăvului curcubeu (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792), în sistem recirculant de acvacultură industrială

În cadrul acestui capitol obiectivul propus este reprezentat de a evalua perspectiva performanțelor bioeconomice ale unui sistem recirculant industrial pentru creșterea intensivă a păstrăvului curcubeu (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792), de la o masă medie individuală de 34g până la 300g. În acest scop, schema tehnologico-operatională a activității economice constă în achiziționarea puietului de păstrăv curcubeu și creșterea acestuia până la o talie comercializabilă preferată de consumatori și acceptată pe piața produselor agroalimentare (250-300 g/exemplar).

#### 9.2. Analiza rentabilității unității de producție

Prin analiza rentabilității unităților de economice ce activează în sectorul acvacol, se poate obține o imagine cât mai clară și concisă privind performanțele tehnologice și manageriale atât la nivelul operațional cât și la nivelul strategiilor de marketing.

În cazul actual, valoarea totală inițială a investiției pentru înființarea unei ferme piscicole de creștere a salmonidelor (păstrăv curcubeu *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), într-un sistem superintensiv de producție, în care se dorește obținerea unei biomase finale de 10 tone, este de 1.000.000 € (cu ciclul de producție pe durata a 3 luni).



Indicatorii economici corespunzători unei unități salmonicole de creștere a păstrăvului curcubeu în sistem superintensiv, cu o capacitate de producție de 10 tone/ciclu producție (3 luni), sunt prezentați în Tabelul 9.1.

**Tabelul 9.1. Indicatorii economici corespunzători unui ciclu de producție (3 luni).**

Indicatorii economici	U.M.	Valoare
VALOAREA TOTALA A INVESTIȚIEI, cu fondurile UE incluse	(€)	1.000.000
VALOAREA TOTALA A INVESTIȚIEI, fără fondurile UE incluse	(€)	500.000
SUPRAFAȚA TOTALĂ	(m <sup>2</sup> )	1.700
INVESTIȚIA SPECIFICĂ, cu fondurile UE incluse	(€/m <sup>2</sup> )	588
INVESTIȚIA SPECIFICĂ, fără fondurile UE incluse	(€/m <sup>2</sup> )	294
INVESTIȚIA SPECIFICĂ, cu fondurile UE incluse	(€/ Kg)	8,33
INVESTIȚIA SPECIFICĂ, fără fondurile UE incluse	(€/ Kg)	4,17
VALOAREA PRODUCȚIEI	(€)	55.000
COSTUL PRODUCȚIEI	(€)	50.000
CAPACITATEA DE PRODUCȚIE	(t/ciclu)	10
FONDURI NERAMBURSABILE UE	(€)	500.000
PROFIT BRUT	(€)	5.000
RENTABILITATE		0,1
AMORTIZARE	(€/ciclu)	575
PRODUCTIVITATEA MUNCII pentru angajați	(kg/angajat)	2.500
PRODUCTIVITATEA MUNCII pentru angajați	(€/angajat)	13.750
DURATA UNUI CICLU DE PRODUCȚIE	(zile)	90
RATA PROFITULUI	(%)	9,09
RECUPERAREA INVESTIȚIEI, cu fondurile UE	(ani)	20
RECUPERAREA INVESTIȚIEI, fără fondurile UE	(ani)	10
RENTABILITATEA VALORICĂ	(€)	6.015
PREȚ VÂNZARE	(€/kg)	5,5
COST MEDIU VARIABIL	(€/kg)	4,4

### 9.3. Concluzii

Rezultatele obținute în cadrul cercetărilor demarate susțin ipoteza conform căreia păstrăvul curcubeu este o specie care posedă o capacitate de asimilare deosebită prin valorificarea cu rezultate bune a diferitelor tipuri de furaje și obținerea unor sporuri de creștere superioare într-un interval de timp relativ redus.

În contextul analizei indicatorilor economici se poate confirma faptul că, o unitate de producție (fermă salmonicolă), care are drept obiect de activitate creșterea păstrăvului curcubeu (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) într-un sistem recirculant de acvacultură, în diverse condiții de intensitate este fezabilă din punct de vedere economic.

## CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII PERSONALE, DIRECȚII ULTERIOARE DE CERCETARE

Necesitatea dezvoltării acvaculturii salmonidelor, în general, și a păstrăvului curcubeu, în special, în regiuni din afara arealului său geografic, corelat cu deficitul de apă și competiția pentru sursele de apă dulce la nivel mondial, au condus la promovarea unor sisteme de producție cu un ridicat grad de intensitate, între acestea sistemele recirculante fiind de mare actualitate și de viitor.

În țara noastră creșterea păstrăvului curcubeu are loc în sisteme clasice, însă cererea tot mai ridicată a pieței de consum față de acest salmonid impune, cu stringență, înlocuirea acestor sisteme de producție cu sistemele de creștere intensivă.

Astfel, sistemele recirculante prezintă o oportunitate deosebită de dezvoltare a salmoniculturii, prin posibilitățile de implementare a unor tehnologii avansate de creștere pe care le oferă, aspect ce conferă o înaltă calitate produsului de cultură.

Succesul tehnologiei de creștere intensivă a păstrăvului curcubeu în sisteme recirculante este asigurat, în egală măsură, de adaptabilitatea acestei specii la densități ridicate, scurtarea ciclului de producție și de posibilitatea controlului, în timp real, a parametrilor mediali (temperatura, oxigen dizolvat, pH, etc.).

În contextul prezentat, obiectivul principal al tezei de doctorat a fost direcționat spre *elaborarea unui model de creștere intensivă a păstrăvului curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură*, model care să furnizeze potențialilor investitori informații utile ce pot fi aplicate în practică în scopul realizării producțiilor planificate, dar, în același timp, să ofere soluții fezabile de aplicare a unor tehnologii complexe de creștere.

Pentru realizarea acestui obiectiv au fost organizate un set de experimente având drept scop evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrăv curcubeu în contextul manipulării unor esențiali factori de natură tehnologică, anume: regimul de alimentație, frecvența administrării hranei, intensitatea hrănirii, densitatea de stocare, evaluarea potențialului de compensare al păstrăvului curcubeu în condițiile administrării a două furaje cu conținut proteic diferit.

Rezultatele obținute în cadrul experimentelor menționate conduc la o serie de concluzii relevante, sub aspect teoretic și aplicativ, prezentate în cele ce urmează.

Din experimentul privind *evaluarea influenței frecvenței de administrare a hranei asupra performanței de creștere și a stării fiziologice a puietului de păstrăv curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură* se desprind următoarele concluzii principale:

- + în condițiile administrării hranei de două ori pe zi s-a obținut un spor de creștere evident, mai bun în comparație cu cealaltă variantă experimentală; aspect evidențiat de principalii parametri ce exprimă eficiența hrănirii, și anume FCR și PER (FCR a fost de 0,55 în  $F_1$  și 0,63 în  $F_2$ ; PER a fost de 4,33 în  $F_1$  și 3,8 în  $F_2$ );
- + din analiza indicatorilor hematologici ai puietului de păstrăv curcubeu, crescut în condițiile unui sistem recirculant, se constată că starea fiziologică nu a fost vizibil influențată de frecvența de administrare a hranei, tabloul hematologic corespunzând unei stări fiziologice normale;
- + o concluzie relevantă a acestui experiment privește compoziția biochimică a țesutului muscular. Remarcabil în această privință este faptul că în varianta de administrare a hranei de 4 ori/zi conținutul în proteine este mai redus decât în cazul administrării hranei de 2 ori/zi. Conținutul în lipide al produsului de cultură s-a dovedit a fi mai ridicat atunci când hrana s-a administrat de 4 ori/zi. Diferența de compoziție biochimică a cărnii între cele două variante de administrare a hranei poate fi asociată cu dinamica activității metabolice a peștilor în raport cu frecvența hrănirii.
- + modelul matematic al ratei specifice de creștere (SGR), prezentat sub forma unei ecuații de predicție, permite estimarea cât mai precisă a biomasei de cultură ce se poate obține în cazul unui sistem recirculant în condițiile unei frecvențe de administrare a hranei în 2 mese/zi, respectiv 4 mese/zi.

Sumarizând cele prezentate, se poate concluziona că frecvența de administrare a hranei influențează, într-o mai mare sau mică măsură, dinamica creșterii sub aspectul performanței, bunăstării și calității produsului de cultură, rezultatele obținute în cadrul acestui experiment constituindu-se într-o valoroasă bază de optimizare a managementului tehnologic.

Un al doilea experiment efectuat în cadrul cercetării doctorale a vizat, de asemenea, un important factor tehnologic, anume *densitatea de stocare* a biomasei de cultură. Ca și în cazul celorlalte experimente s-a urmărit stabilirea nivelului optim al densității de stocare și influența acesteia asupra performanței creșterii, a stării fiziologice și calității produsului de cultură, cu scopul optimizării tehnologiei de creștere a păstrăvului curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură intensivă. Interpretarea rezultatelor experimentale a condus la formularea unui set de concluzii, anume:

- ✚ principalii parametri de performanță (spor individual de creștere, spor total de creștere, spor specific de creștere, spor zilnic de creștere) au înregistrat valori superioare în cazul practicării unor densități de stocare mai ridicate. Această concluzie confirmă legătură intrinsecă între cantitatea de hrană administrată și sporul de biomasă realizat. De asemenea, experimentul evidențiază importanța comportamentului de dominare ierarhică, care se manifestă în cazul păstrăvului curcubeu, această specie fiind stimulată de competiția la hrană.
- ✚ analiza celor mai semnificativi indicatori tehnologici ai creșterii (SGR, FCR și PER) conduce la aceeași concluzie, anume, că în densitățile mai ridicate de stocare ( $5\div 9,5 \text{ kg/m}^3$ ) s-au obținut valori ce reflectă o mai bună valorificare a hranei, respectiv a proteinelor, în timp ce în cazul densităților de stocare mai mici ( $2,6 \text{ kg/m}^3$ ), valorile obținute au evidențiat o mai slabă valorificare a acestora.
- ✚ monitorizarea parametrilor de calitate ai mediului de cultură a evidențiat un aspect, de altfel previzibil, anume că pe măsura creșterii densității de stocare se impune un control foarte riguros al acestora, în special în ceea ce privește conținutul în oxigen dizolvat și compuși azotului. Astfel, în contextul infrastructurii în care a fost organizat experimentul o densitate de stocare a biomasei de cultură de peste  $10 \text{ kg/m}^3$  impune o mai energică rată de aerare/oxigenare, respectiv o intensificare a ratei de recirculare/înlocuire a apei.
- ✚ starea fiziologică a biomasei de cultură, aspect ce influențează semnificativ performanța creșterii, nu a fost sensibil afectată de nivelul mai ridicat al densităților de stocare practicate, concluzie susținută de faptul că nu s-au înregistrat modificări semnificative ale profilului hematologic ( $p > 0,05$ ). Se poate sesiza, totuși, o oarecare tendință de modificare a profilului hematologic pe măsura creșterii densității de stocare, aspect ce se datorează în principal scăderii concentrației oxigenului dizolvat din apă, fapt ce pe termen lung poate conduce la apariția unor modificări majore în starea fiziologică a peștilor.
- ✚ în ceea ce privește calitatea produsului de cultură, concluzia experimentului nostru este aceea că un nivel mai ridicat al densității de stocare nu conduce la deprecierea acesteia, afirmație susținută de diferențele nesemnificative din punct de vedere statistic între parametri ce definesc compoziția biochimică a cărnii. Cu toate acestea, au fost observate ușoare modificări în plan metabolic reflectate printr-o mai slabă utilizare a proteinei ingerate și un grad mai mare de retenție a lipidelor în cazul densităților mai mari de stocare, aspect ce se datorează în principal limitării spațiului de înot.
- ✚ modelul matematic al ratei specifice de creștere (SGR) în raport cu densitatea de stocare, prezentat sub forma unei ecuații de predicție, prezintă o importantă conotație practică, în sensul că asigură estimarea în timp real, și cu grad ridicat de precizie, a cantității de biomasă din sistemul recirculant.

Concluzia generală ce se desprinde din cadrul acestui experiment este aceea că, practicarea unor densități cuprinse între  $2,6\div 9,5 \text{ kg/m}^3$  nu influențează negativ performanța de creștere, eficiența hrănirii și a reținerii nutrienților, respectiv starea fiziologică a păstrăvului curcubeu. În același timp, se poate aprecia că densități de stocare mai mici de  $2,6 \text{ kg/m}^3$  sunt nesustenabile din punct economic, în timp ce densități mai mari de peste  $10 \text{ kg/m}^3$  reclamă un control mai riguros al calității apei, respectiv echipamente de tratare cu un înalt grad de tehnicitate.

Rezultatele obținute în urma experimentului de evaluare a „Influenței intensității de hrănire asupra performanței de creștere și a stării fiziologice a puietului de păstrăv curcubeu în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură” au evidențiat o corelație pozitivă între intensitatea hrănirii și sporul de biomasă obținut, aspect reflectat de indicatorii de performanță a creșterii care au fost superiori în cazul variantelor cu nivel mai ridicat de hrănire. Rezultatele obținute în cadrul experimentului au permis formularea următoarelor concluzii:

- ✚ analiza tabloului privind indicatorii de calitate ai apei au reliefat o depreciere ușoară a calității acesteia, direct proporțională cu creșterea intensității de hrănire, aspect ce ne conduce la concluzia principală că în alegerea nivelului de administrare a hranei trebuie se țină cont de atât de îndeplinirea cerințelor nutriționale ale speciei, cât și de menținerea unei bune calități a apei.
- ✚ în ceea ce privește starea de confort tehnologică, caracterizată de dinamica profilului hematologic și a parametrilor biochimici serici analizați, s-a observat că intensitatea hrănirii nu a condus la modificări semnificative ale tabloului hematologic, valorile obținute încadrându-se în ecartul optim al speciei studiate.
- ✚ analiza biochimică a cărnii puietului de păstrăv curcubeu a reliefat o creștere a conținutului de proteine și lipide cu creșterea nivelului hrănirii, în timp ce conținutul de cenușă și apă a scăzut. Astfel, concluzia principală ce se desprinde din analiza compoziției biochimice a cărnii este aceea că, în condițiile administrării aceluiași tip de furaj dar a aplicării unor intensități diferite de furajare, aceasta prezintă o calitate superioară în cazul intensităților mai ridicate ale hrănirii.
- ✚ în baza rezultatelor obținute s-a generat modelul de predicție al Ratei Specifice de Creștere (SGR) pentru păstrăvul curcubeu, în funcție de intensitatea de hrănire, sub forma ecuației,  $SGR = 2,60 - 0,069Mi + 0,021Mf + 0,004I$ , model ce ne permite estimarea biomasei de cultură ce poate fi obținută în cadrul unui sistem recirculant.

În urma rezultatelor obținute se poate concluziona că, odată cu creșterea nivelului de hrănire se obțin producții superioare atât din punct de vedere cantitativ cât și calitativ, însă alegerea intensității optime trebuie să țină cont și de eficiența valorificării furajelor (FCR), dar și de faptul că administrarea unor cantități prea mari de furaje poate conduce la deteriorarea calității apei

Rezultatele obținute în cadrul experimentului „Cercetări privind evaluarea potențialului de creștere compensatorie a păstrăvului curcubeu în condițiile utilizării a două furaje cu un conținut proteic diferit în cadrul unui sistem recirculant de acvacultură” a condus la formularea următoarelor concluzii:

- ✚ în urma analizei statistice a maselor corporale și a lungimilor totale putem concluziona că peștii din loturile care au fost înfometate pentru 2, respectiv 4 zile și apoi rehrănite, au manifestat o compensare parțială, la comparația cu lotul martor, datorită diferențelor semnificative ( $p < 0,05$ ), atât în ceea ce privește masa corporală cât și lungimea finală.
- ✚ în ceea ce privește sporul de creștere s-a observat obținerea unei biomase de cultură superioare în cazul peștilor din loturile martor (hrănite continuu), urmate de loturile de pești înfometate în cicluri de 2 zile, respectiv 4 zile.
- ✚ deși, la finalul perioadei experimentale, comparativ cu loturile martor  $V_M$ , peștii din loturile  $V_4$  au totalizat un consum de hrană cu 53,31%, respectiv cu 34,63% mai puțin decât loturile martor, valorile obținute pentru factorul de conversie al hranei au reflectat o mai bună valorificare a nutrienților, respectiv o eficiență economică mai ridicată.
- ✚ de obicei, literatura de specialitate asociază potențialul de creștere compensatorie cu instalarea hiperfagiei. Deși această situație a fost evidențiată și în cadrul experimentului de față, observându-se o accentuare a hiperfagiei în cazul loturilor de pești înfometate timp de 2 zile, comparativ cu cei înfomețați timp de 4 zile, durata manifestării hiperfagiei a fost scurtă (1-2 zile). Drept urmare, acest aspect a condus la obținerea unor biomase de cultură superioare în cazul loturilor de pești înfometate pentru 2 zile, însă nu a contribuit și la compensarea totală a masei corporale sau a lungimii totale, aspect ce poate fi explicat și prin prisma perioadei experimentale scurte (47 de zile).
- ✚ concluzia principală ce se desprinde din analiza profilului hematologic este aceea că, privarea de hrană conduce la o reacție de adaptare a organismului peștilor la condițiile tehnologice. Aceasta s-a concretizat printr-o diminuare a proceselor metabolice, cauzată de reducerea semnificativă a numărului de eritrocite, diminuarea

hemoglobinozei și în consecință reducerea semnificativă a cantității de hemoglobină. De asemenea, perioadele de înfometare aplicate peștilor au condus la afectarea sistemului imunitar de apărare, evidentă prin reducerea numărului de leucocite din sângele circulant al păstrăvului.

- ✚ În urma analizei compoziției biochimice a cărnii păstrăvului curcubeu, se poate concluziona că, prin modificările survenite, organismul peștilor a încercat prin mijloace fiziologice și biologice amortizarea efectului de înfometare. Astfel, influența înfometării asupra musculaturii se exteriorizează printr-o creștere a conținutului de apă, respectiv scăderea lipidelor corporale, aspect ce sugerează folosirea lipidelor corporale proprii pentru menținerea normală a proceselor fiziologice, respectiv pentru limitarea pierderilor de masă corporală;
- ✚ rezultatele obținute în cadrul experimentului au permis elaborarea unor modele matematice pentru realizarea unor predicții ale Ratei Specifice de Creștere (SGR) și a masei corporale, ce se dorește a fi obținută la finalul unui ciclu de producție, în funcție de perioadele de înfometare aplicate, cât și de administrarea unor furaje cu un conținut proteic diferit.

Concluzia generală ce rezultă în urma desfășurării experimentului este aceea că, în condițiile aplicării unor perioade scurte de înfometare (2 și 4 zile) păstrăvul curcubeu nu reușește să atingă aceeași masă corporală cu peștii hrăniți continuu. Deși exemplarele care au fost hrănite cu furajul 50% PB au înregistrat o creștere superioară celor hrănite cu furajul de 41% PB, din punct de vedere economic se poate concluziona că furajul cu concentrația proteică de 41% are un cost de producție mai scăzut față de cel cu un conținut proteic de 50%, în condițiile în care nu au fost evidențiate diferențe semnificative între indicatorii tehnologici.

În urma analizei economice a fluxului tehnologic de creștere a speciei *Oncorhynchus mykiss*, de la o masă medie individuală de 34g până la o masă medie finală de 300g, se constată că profitul brut obținut pe ciclu de producție este de 5.000 €, iar costul unitar de producție este de 5,5 €. Astfel, se precizează faptul că, o unitate de producție care are drept obiect de activitate creșterea păstrăvului curcubeu în sistem recirculant în condițiile aplicării tehnologiilor de producție descrise în prezenta lucrare, este fezabilă din punct de vedere economic.

Sumarizând rezultatele redată anterior, se poate concluziona că prin tematica abordată, lucrarea de față constituie un pas important în dezvoltarea acvaculturii salmonidelor în sisteme recirculante. Astfel, în urma cercetărilor abordate se desprind o serie informații apreciable, cu caracter de noutate:

- ✚ elucidarea unor aspecte importante în ceea ce privește tehnologia de creștere a puietului de păstrăv curcubeu în cadrul sistemelor recirculante, prin elaborarea unei strategii de management al hrănirii,
- ✚ obținerea unei imagini complete asupra tabloului hematologic (eritocitar și leucocitar) al păstrăvului curcubeu (de la 5g la 300 g) curcubeu în diferite condiții de management tehnologic (frecvența administrării hranei, densitatea de stocare, intensitatea hrănirii, diferite strategii de hrănire-înfometare),
- ✚ evaluarea compoziției biochimice a cărnii puietului de păstrăv curcubeu (5-300 g) în urma influenței factorilor tehnologici studiați (frecvența administrării hranei, densitatea de stocare, intensitatea hrănirii, diferite strategii de hrănire-înfometare),
- ✚ elaborarea modelului de creștere, pe baza principalilor factori tehnologici, pentru păstrăvul curcubeu (de la 5g la 300 g), în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură,
- ✚ realizarea modelului economic al creșterii intensive a păstrăvului curcubeu în cadrul sistemelor recirculante.

În urma rezultatelor, prezentate și analizate pe larg, în cadrul tezei de doctorat, se pot trasa câteva direcții cercetare, astfel:





- ✚ înlocuirea parțială/totală a proteinei animale din hrana păstrăvului curcubeu cu proteine vegetale, care să acopere în totalitate cerințele nutriționale în conformitate cu vârsta acestuia,
- ✚ stabilirea criteriilor de proiectare și management operațional al sistemelor recirculante de creștere a salmonidelor,
- ✚ elaborarea unor modele de creștere care să înglobeze toți factorii tehnologici implicați în creșterea peștilor într-un sistem recirculant,
- ✚ înglobarea unor fitoaditivi (plante medicinale, condiment, etc.) și bioaditivi (probioticele, prebioticele și mineralele organice) în hrana păstrăvului curcubeu, cu scopul îmbunătățirii performanței de creștere, a stării fiziologice și a răspunsului imun.
- ✚ caracterizarea comportamentului păstrăvului curcubeu (agresivitate, competiția pentru hrană, teritorialitate, înot lateral) și variabilității fenotipice în condițiile expunerii la diferiți factori mediali (lumină, culoarea și forma unităților de creștere) specifici unui sistem recirculant.

Rezultatele obținute în cadrul tezei de doctorat, recomandă folosirea sistemelor recirculante pentru creșterea păstrăvului curcubeu, evidențiindu-se o serie de avantaje ale acestora, prezentate în cele ce urmează:

- ✚ sistemele recirculante oferă condiții optime și constante ale parametrilor mediali, care favorizează o creștere progresivă, indiferent de sezon, ceea ce conduce la obținerea unor randamente superioare de creștere;
- ✚ prin menținerea permanentă a parametrilor mediali în ecartul optim specific speciei de cultură, sistemele recirculante au impact mult mai redus asupra profilului metabolic și a parametrilor hematologici, ceea ce face ca organismul să nu fie supus unor permanente stări de stres și de adaptare, așa cum se întâmplă în cazul sistemelor clasice de producție;
- ✚ performanțele tehnologice ale păstrăvilor crescuți în sistemele recirculante sunt mult superioare față de sistemele clasice, aspect ce conduce la scurtarea ciclului de producție de la 2 ani la 1 an.

## ANEXA II

### Publicații în reviste cotate BDI

1. Lorena Dediu, Victor Cristea, **Mocanu (Cretu) Mirela**, Desimira Dicu, Angelica Docan, Iulia Grecu, "The effect of feeding frequency on growth performance of rainbow trout fingerlings reared in recirculating system", Aquaculture scientific symposium "Acvapedea - 2010", Third Edition. AACL Bioflux, 2011, AACL Bioflux 4(2):141-145.  
<http://www.bioflux.com.ro/docs/2011.4.490-498.pdf>
2. Mariana Lupoae, V. Cristea, D. Coprean, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Tanți Patriche, Elena Bocioc; (2011), "Biochemical determinations and oxidative stress evaluation on *Oncorhynchus mykiss* grown in recirculating system", Iași, Volumul de Lucrări Științifice - Seria Zootehnie, Volumul 55 (16): 346-351.  
[http://www.uaiasi.ro/revista\\_zoo/ro/documente/Pdf\\_Vol\\_55/Mariana\\_Lupoae.pdf](http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_55/Mariana_Lupoae.pdf)
3. **Mocanu (Cretu) Mirela**, Cristea Victor, Lorena Dediu, Dicu Desimira, Angelica Docan, Tudor Ionescu (2011) „The influence of different stocking densities on growth performances of *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) in a recirculating aquaculture sistem”, Iași, Volumul de Lucrări Științifice - Seria Zootehnie, Volumul 56 (16): 326-331.  
[http://www.uaiasi.ro/revista\\_zoo/ro/documente/Pdf\\_Vol\\_56/Mirela\\_Mocanu.pdf](http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_56/Mirela_Mocanu.pdf)
4. Angelica Docan, Victor Cristea, Lorena Dediu, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Iulia Grecu (2011) "The impact of level of the stocking density on the haematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in recirculating aquaculture systems", AACL Bioflux 4(4):536-541.  
<http://www.bioflux.com.ro/docs/2011.4.536-541.pdf>
5. **Mirela Mocanu (Cretu)**, V. Cristea, Lorena Dediu, Angela Docan, Sândița (Ion) Plăcintă, Alina Antache, M.T. Coadă (2012) "The biochemical evaluation of aquaculture rainbow trout meat, in

- condition of probiotics administration, Iași, ” Volumul de lucrări Științifice-Seria Zootehnie, Volumul 57(17):154-158.  
[http://www.uaiasi.ro/revista\\_zoo/ro/documente/Pdf\\_Vol\\_57/Mirela\\_Mocanu\\_Cretu.pdf](http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_57/Mirela_Mocanu_Cretu.pdf)
6. V. Cristea, Alina Antache, Iulia Grecu, Angela Docan, Lorena Dediu, **Mirela (Cretu) Mocanu** (2012) „The use of phytobiotics in aquaculture”, Iași, Volumul de lucrări Științifice-Seria Zootehnie, Volumul 57(17), pp.250-255.  
[http://www.uaiasi.ro/revista\\_zoo/ro/documente/Pdf\\_Vol\\_57/V\\_Cristea.pdf](http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_57/V_Cristea.pdf)
  7. Victor Cristea, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Alina Antache, Angelica Docan, Lorena Dediu, Săndița Ion (Plăcintă), Marian Tiberiu Coadă (2012) ”[Effect of Stocking Density on Leukocyte Reaction of \*Oncorhynchus mykiss\* \(Walbaum, 1792\)](#)”, Iași, Volumul de lucrări Științifice, Zootehnie și Biotehnologii, Volumul 45(2), pp.31-36;  
[http://www.usab-tm.ro/utilizatori/ZOOTEHNIE/file/simpozion%202012/Vol%201/FZB\\_vol2\\_2012\\_Editura/Aquaculture\\_e/aquaculture\\_pdf/Cristea.pdf](http://www.usab-tm.ro/utilizatori/ZOOTEHNIE/file/simpozion%202012/Vol%201/FZB_vol2_2012_Editura/Aquaculture_e/aquaculture_pdf/Cristea.pdf)
  8. **Marian Tiberiu Coadă, Neculai Patriche, Victor Cristea, Alina Antache, Săndița (Plăcintă) Ion, Mirela (Cretu) Mocanu, Ștefan Mihai Petrea**” [The Effect of Feeding with Different Dietary Protein Levels on Haematological Profile and Leukocytes Population of Juvenile Paddlefish, \*Polyodon spathula\*](#), Volumul de lucrări Științifice, Zootehnie și Biotehnologii, Volumul 45(2)/2012:7-13;  
[http://www.usab-tm.ro/utilizatori/ZOOTEHNIE/file/simpozion%202012/Vol%201/FZB\\_vol2\\_2012\\_Editura/Aquaculture\\_e/aquaculture\\_pdf/coada%201.pdf](http://www.usab-tm.ro/utilizatori/ZOOTEHNIE/file/simpozion%202012/Vol%201/FZB_vol2_2012_Editura/Aquaculture_e/aquaculture_pdf/coada%201.pdf)
  9. Maria Desimira Dicu, Victor Cristea, Lorena Dediu, **Mirela Mocanu (Cretu)**, Ștefan Mihai Petrea, Adina Popescu- Preliminary Results about Growth Performance and Food Conversion Ratio of *Acipenser stellatus* juvenils, Fed with Different Dietary Protein Levels (2012), Volumul de lucrări Științifice, Zootehnie și Biotehnologii, Volumul 45(2)/2012:37-42;  
[http://www.usab-tm.ro/utilizatori/ZOOTEHNIE/file/simpozion%202012/Vol%201/FZB\\_vol2\\_2012\\_Editura/Aquaculture\\_e/aquaculture\\_pdf/dicu.pdf](http://www.usab-tm.ro/utilizatori/ZOOTEHNIE/file/simpozion%202012/Vol%201/FZB_vol2_2012_Editura/Aquaculture_e/aquaculture_pdf/dicu.pdf)
  10. Săndița Ion (Plăcintă), V. Cristea, **Mirela (Cretu) Mocanu**, A. Antache, M. T. Coadă, Șt. M. Petrea- Effects of dietary vitamin C supplementation on growth performance and tissue chemical composition of *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758)(2012), Volumul de lucrări Științifice, Zootehnie și Biotehnologii, Volumul 88-92;  
[http://www.usab-tm.ro/utilizatori/ZOOTEHNIE/file/simpozion%202012/Vol%201/FZB\\_vol2\\_2012\\_Editura/Aquaculture\\_e/aquaculture\\_pdf/Placinta.pdf](http://www.usab-tm.ro/utilizatori/ZOOTEHNIE/file/simpozion%202012/Vol%201/FZB_vol2_2012_Editura/Aquaculture_e/aquaculture_pdf/Placinta.pdf)
  11. Săndița (Ion) Plăcintă, V. Cristea, Iulia Rodica Grecu, **Mirela Mocanu (Cretu)**, M.T.Coadă, Alina Antache, Elena Bocioc, Șt.M. Petrea-The influence of stocking density on *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758) growth performance in a recirculating aquaculture system (2012), Volumul de lucrări Științifice-Seria Zootehnie, Volumul 58(17) pp. 306-310.  
[http://www.uaiasi.ro/revista\\_zoo/ro/documente/Pdf\\_Vol\\_58/Sandita\\_Placinta.pdf](http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_58/Sandita_Placinta.pdf)
  12. **Mirela Mocanu (Cretu)**, V. Cristea, Lorena Dediu, Elena Bocioc, Rodica Iulia Grecu, Săndița (Ion) Plăcintă, I. Vasilean, (2013) „The effect of probiotic diet on growth and hematology parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792”, Iași, Volumul de lucrări Științifice-Seria Zootehnie, Volumul 59(18) pp.258-263  
[http://www.uaiasi.ro/revista\\_zoo/ro/documente/Pdf\\_Vol\\_59/Mirela\\_Mocanu.pdf](http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_59/Mirela_Mocanu.pdf)
  13. **Mirela MOCANU (Cretu)**, Victor CRISTEA, Lorena Dediu, Ștefan M. Petrea „Effect of feeding frequency on body composition of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies 70(2)/(2013), 385-386 int ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X  
<http://journals.usamvcluj.ro/index.php/zootehnie/article/view/9446/7829>
  14. Alina Antache, V. Cristea, Iulia Grecu, Lorena Dediu, Angela Docan, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Săndița (Ion) Plăcintă, M.T. Coadă, The influence of some phytobiotics on oxidative stress at *Oreochromis niloticus* grown in an intensive recirculating aquaculture system (2013), Volumul de lucrări Științifice-Seria Zootehnie, Volumul 59(18) pp.253-257.  
[http://www.uaiasi.ro/revista\\_zoo/ro/documente/Pdf\\_Vol\\_59/Alina\\_Antache.pdf](http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_59/Alina_Antache.pdf)
  15. Alina Antache, V. Cristea, Lorena Dediu, Iulia Grecu, Angela Docan, I. Vasilean, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Șt.M. Petrea, The influence of some phytobiotics on growth performance at *Oreochromis niloticus* reared in an intensive recirculating aquaculture system (2013) Volumul de lucrări Științifice-Seria Zootehnie, Volumul 60 (18) pp.204-208  
[http://www.uaiasi.ro/revista\\_zoo/ro/documente/Pdf\\_Vol\\_60/Alina\\_Antache.pdf](http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_60/Alina_Antache.pdf)



16. Alina Antache, Cristea Victor, Grecu Iulia, Dediu Lorena, **Mocanu (Cretu) Mirela**, Ion (Plăcintă) Sandița, Petrea Ștefan Mihai, [The Effects of Some Phytobiotics on Biochemical Composition of Oreochromis Niloticus Meat Reared in a Recirculating Aquaculture System](#), Volumul de lucrări Științifice, Zootehnie și Biotehnologii, (2013) Volumul 46(1), pp.238-243.  
<http://spasb.ro/index.php/spasb/article/view/200/81>
17. Stefan Mihai Petrea, Victor Cristea, Lorena Dediu, Maria Contoman, Paul Lupoae, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Marian Tiberiu Coadă, "Vegetable Production in an Integrated Aquaponic System with Rainbow Trout and Spinach", Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies 70(1)/2013, 45-54 Print ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X  
<http://journals.usamvcluj.ro/index.php/zootehnie/article/view/9485/7838>
18. Stefan Mihai Petrea, Victor Cristea, Lorena Dediu, Maria Contoman, Sandita (PLACINTA) ION, **Mirela (CRETU) MOCANU**, Alina Antache, A Study of Nitrogen Cycle in an Integrated Aquaponic System with Different Plant Densities, Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies 70(1)/2013, 55-64 Print ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X  
<http://journals.usamvcluj.ro/index.php/zootehnie/article/view/9492/7839>
19. Alina Antache, Victor Cristea, Grecu Rodica Iulia, Sandita Placinta, **Mirela Mocanu (Cretu)** The Influence of Rosemary, Sea Buckthorn and Ginger on Oxidative Stress at Oreochromis niloticus Reared in a Recirculating Aquaculture System Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies 70(1)/2013, 110-116 Print ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X  
<http://journals.usamvcluj.ro/index.php/zootehnie/article/view/9292/7803>

### Anexa III

#### Lista lucrărilor comunicate în conferințe internaționale

1. Lorena Dediu, Victor Cristea, **Mocanu (Cretu) Mirela**, Desimira Dicu, Angelica Docan, Iulia Grecu, "The effect of feeding frequency on growth performance of rainbow trout fingerlings reared in recirculating system", AQUACULTURE SCIENTIFIC SYMPOSIUM "ACVAPEDIA - 2010", Third Edition. AACL Bioflux, 2011, AACL Bioflux 4(2):141-145.
2. Mariana Lupoae, V. Cristea, D. Copean, **Mirela Mocanu (Cretu)**, Tanți Patriche, Elena Bocioc; (2011) "BIOCHEMICAL DETERMINATIONS AND OXIDATIVE STRESS EVALUATION ON ONCORHYNCHUS MYKISS GROWN IN RECIRCULATING SYSTEM" Simpozion Științific Internațional „TRADIȚIE, PERFORMANȚĂ ȘI EFICIENȚĂ ÎN CREȘTEREA ANIMALELOR”, 14-15 Aprilie 2011, Iasi- Romania, Prezentare orală.
3. Elena Bocioc, I.Sândița (Placintă), V. Cristea, N. Patriche, I. Grecu, **Mirela (Cretu) Mocanu**, M. T. Coadă - Study concerning biochemical composition of carp (*Cyprinus carpio*) fed with probiotics supplement in recirculating aquaculture system - International Conference: ENVIRONMENTAL CAPACITY BUILDING", București, România 11-12 November 2011, Book Abstract, pages 65, Poster Presentation.
4. **Mocanu (Cretu) Mirela**, Cristea Victor, Lorena Dediu, Dicu Desimira, Angelica Docan, Tudor Ionescu (2011) „The influence of different stocking densities on growth performances of *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) in a recirculating aquaculture system”, Simpozion Științific Internațional „TRADIȚIE, PERFORMANȚĂ ȘI EFICIENȚĂ ÎN CREȘTEREA ANIMALELOR”, 14-15 Aprilie 2011, Iasi- Romania, Prezentare orală.
5. **Mirela Mocanu (Cretu)**, V. Cristea, L. Dediu, A. Docan, I.R. Grecu, E. Bocioc, I. Sandita (Placinta), (2011) "The effect of probiotic diet on growth and hematology parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792)", International Conference: ENVIRONMENTAL CAPACITY BUILDING", București, România 11-12 November 2011, Book Abstract, pages 66, Poster Presentation.
6. **Mirela Mocanu (Cretu)**, V.Cristea, Lorena Dediu, Angelica Docan, Sandita (Ion) Placinta, Alina Antache, M.T. Coadă- The biochemical evaluation of aquaculture rainbow trout meat in condition of probiotic administration- International Scientific Symposium: "Modern Zootechny, factor of sustainable development", 26-27 Aprilie 2012, oral presentation.
7. **Mirela Mocanu (Cretu)**, Victor Cristea, Lorena Dediu, Marian Tiberiu Coadă "THE INFLUENCE OF FEEDING INTENSITY ON GROWTH PERFORMANCE OF RAINBOW TROUT JUVENILS" The Second PhD Student Symposium, Galati, Romania – Poster presentation 13- 14 Decembrie 2012.
8. Sandita (Ion) Placinta, V.Cristea, Iulia Rodica Grecu, **Mirela (Cretu) Mocanu**, M.T Coadă, Alina Antache, Elena Bocioc, St.Mihai Petrea -The influence of stocking density on *Silurus glanis*



- (Linnaeus, 1758) growth performance in a recirculating aquaculture system-- International Scientific Symposium: "Modern Zootechny, factor of sustainable development", 26-27 Aprilie 2012, Iași-Romania, oral presentation.
9. V. Cristea, Alina Antache, Iulia Grecu, Angela Docan, Lorena Dediu, **Mocanu (Cretu) Mirela** - The use of phytobiotics in aquaculture- International Scientific Symposium: "Modern Zootechny, factor of sustainable development", 26-27 Aprilie 2012, Iași-Romania, oral presentation.
  10. V. Cristea, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Alina Antache, Angelica Docan, Lorena Dediu, Sandita (Ion) Plăcintă, M.T. Coadă- Effect of stocking density on leukocyte reaction of *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)- BIOINGINERIA RESURSELOR ANIMALIERE, 24-25 mai 2012 Timisoara-Romania, poster presentation.
  11. Marian Tiberiu Coadă, Neculai Patriche, Victor Cristea, Alina Antache, Săndița (Plăcintă) Ion, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Ștefan Mihai Petrea- Effect of feeding with different dietary protein level on haematological profile and leukocytes population in juvenile paddlefish, *Polyodon spathula*, BIOINGINERIA RESURSELOR ANIMALIERE, 24-25 mai 2012 Timisoara-Romania, poster presentation.
  12. Săndița Ion (Plăcintă), V. Cristea, **Mirela (Cretu) Mocanu**, A. Antache, M. T. Coadă, St. M. Petrea- Effects of dietary vitamin C supplementation on growth performance and tissue chemical composition of *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758), BIOINGINERIA RESURSELOR ANIMALIERE, 24-25 mai 2012 Timisoara-Romania, poster presentation.
  13. Maria Desimira Dicu, Victor Cristea, Lorena Dediu, **Mirela Mocanu (Cretu)**, Ștefan Mihai Petrea, Adina Popescu- Preliminary Results about Growth Performance and Food Conversion Ratio of *Acipenser stellatus* juvenils, Fed with Different Dietary Protein Levels), BIOINGINERIA RESURSELOR ANIMALIERE, 24-25 mai 2012 Timisoara-Romania, poster presentation.
  14. **Mirela Mocanu (Cretu)**, V. Cristea, Lorena Dediu, Elena Bocioc, Rodica Iulia Grecu, Sandita Plăcintă Ion, I. Vasilean- *The effect of probiotic diet on growth and haematology parameters of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss, Walbaum 1972)*, International Scientific Symposium: "Modern Animal Husbandry – Strategies, Opportunities and Performance", 25<sup>th</sup>-26<sup>th</sup> April 2013, Iași –Romania, Boof of abstracts, pg.89. Oral presentation.
  15. **Mirela (Cretu) Mocanu**, V. Cristea- The influence of feeding intensity on growth performance of rainbow trout, Conferința Științifică a Școlii Doctorale, Editia I, Universitatea Dunărea De Jos, Galați, 16-17 Mai 2013, Book of Abstracts, pg.69. Poster presentation.
  16. **Mirela Mocanu**, Victor Cristea, Lorena Dediu, Ștefan Mihai Petrea, Effect of feeding frequency on body composition of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). International Scientific Symposium „Prospects for the 3<sup>rd</sup> Millennium Agriculture, 26<sup>th</sup>-27<sup>th</sup> Septembrie, Cluj, 2013.
  17. **Mirela (Cretu) Mocanu**, Victor Cristea, Lorena Dediu, Ștefan Mihai Petrea, The influence of different stocking densities on biochemical composition of rainbow trout meat reared in a recirculating aquaculture sistem, THE 6<sup>TH</sup> International Symposium, October, 3-5, 2013, Galați, Romania.
  18. Alina Antache, V. Cristea, Iulia Grecu, Lorena Dediu, Angela Docan, **Mirela Mocanu (Cretu)**, Sănița (Ion) Plăcintă, M.T. Coadă- The influence of some phytobiotics on oxidative stress at *Oreochromis niloticus* grown in an intensive recirculating aquaculture system, International Scientific Symposium: "Modern Animal Husbandry – Strategies, Opportunities and Performance", 25<sup>th</sup>-26<sup>th</sup> April 2013, Iași –Romania, Boof of abstracts, pg 86. Oral presentation.
  19. Alina Antache, V. Cristea, Lorena Dediu, Iulia Grecu, Angela Docan, I. Vasilean, **Mirela Mocanu (Cretu)**, Șt.M. Petrea- The influence of some phytobiotics on growth performance at *Oreochromis niloticus* reared in an intensive recirculating aquaculture system. International Scientific Symposium: "Modern Animal Husbandry – Strategies, Opportunities and Performance", 25<sup>th</sup>-26<sup>th</sup> April 2013, Iași –Romania, Boof of abstracts, pg 87. Oral presentation.
  20. Cătălina Mirea (Ciortan), V. Cristea, Lorena Dediu, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Desimira Maria (Stroe), Dicu, Șt.M. Petrea- *Determining the potential of compensatory growth of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus, Linnaeus, 1758) in a recirculating Aquaculture system*. International Scientific Symposium: "Modern Animal Husbandry – Strategies, Opportunities and Performance", 25<sup>th</sup>-26<sup>th</sup> April 2013, Iași – Romania, Boof of abstracts, pg 85. Oral presentation.
  21. Alina Antache, Victor Cristea, Iulia Grecu, Lorena Dediu, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Săndița (Plăcintă) Ion, Ștefan Mihai Petrea- The Effects of Some Phytobiotics on Biochemical Composition of *Oreochromis Niloticus* Meat Reared in a Recirculating Aquaculture System. International Scientific Symposium "Bioengineering of animal resources 2013", 30-31 May, Timisoara 2013, Book of abstracts, pg 229. oral presentation.
  22. Ștefan Mihai Petrea, Victor Cristea, Lorena Dediu, Maria Contoman, Paul Lupoae, **Mirela (Cretu) Mocanu**, Marian Tiberiu Coadă, Vegetable Production in an Integrated Aquaponic System with





- Rainbow Trout and Spinach, International Scientific Symposium „Prospects for the 3<sup>rd</sup> Millennium Agriculture, 26<sup>th</sup>-27<sup>th</sup> Septembrie, Cluj, 2013.
23. Ștefan Mihai Petrea, Victor Cristea, Lorena Dediu, Maria Contoman, Sandita (Plăcintă) ION, **Mirela (Crețu) Mocanu**, Alina Antache, A study of nitrogen cycle in an integrated aquaponic system with different plant densities, International Scientific Symposium „Prospects for the 3<sup>rd</sup> Millennium Agriculture, 26<sup>th</sup>-27<sup>th</sup> Septembrie, Cluj, 2013.
24. Antache A., Cristea V., Grecu I. R., Plăcintă S. and **Mocanu (Crețu) M.**, The influence of rosemary, sea buckthorn and ginger on oxidative stress at *Oreochromis niloticus* reared in a recirculating aquaculture system, 12th International Symposium “Prospects for the 3rd Millennium Agriculture”, 26<sup>th</sup>-27<sup>th</sup> Septembrie, Cluj, 2013.
25. Alina ANTACHE, Victor CRISTEA, Angelica DOCAN, Iulia Rodica GRECU, **Mirela (CRETU) MOCANU**, The Influence of Thymus Vulgaris and Vitamin E on Hematological and Biochemical Indices at Oreochromis Niloticus Species, THE 6<sup>TH</sup> International Symposium, October, 3-5, 2013, Galati, Romania.
26. Sandita PLACINTA, Victor CRISTEA, Marian Tiberiu COADA, Ștefan Mihai PETREA, **Mirela (Crețu) MOCANU**, Elena BOCIOC (Romania) The Influence of Light on Growth Performance of Juvenile Catfish (*Silurus glanis*, L. 1758) Reared in a Recirculating Aquaculture System, THE 6<sup>TH</sup> International Symposium, October, 3-5, 2013, Galati, Romania.

#### Anexa IV Participare în proiecte de cercetare

1. **AQUABIOSECURE** “Dezvoltarea unei tehnologii integrate de acvacultură intensivă în sisteme recirculante biosecurizate - Development of highly-efficient aquaculture biosecure recirculating integrated system technology. Contract BILATERAL Romania –China nr. 506/22.03.2011.
2. **Information transmission and fusion technologies for fishery safety traceability**”, tip Contract PNCDI Capacități M3 Romania –China nr. 303/21.09.2009.
3. **ProBioAcva** „Asigurarea biosecurității sistemelor recirculante de acvacultură intensivă prin utilizarea probioticelor”, tip Contract PN II nr. 62-093.
4. **SALMOTECH** „Dezvoltarea acvaculturii organice a salmonidelor în sisteme recirculante biosecurizate” de tip Contract PN II nr. 52-150.
5. **TEHTIL** “Elaborarea și implementarea unor tehnologii intensive de creștere a speciei *Oreochromis niloticus* (tilapia) în vederea introducerii ei în acvacultura din România”, tip Contract PN II nr. 52-170.
6. **UPGRADEACVA** „Optimizarea proceselor tehnologice din acvacultură prin introducerea sistemelor și metodelor de hrănire automatizată și de monitorizare a calității apei, în vederea încadrării în cerințele UE privind calitatea mediului și a produselor din acvacultura”, tip Contract PN II nr. 52-171.
7. **AQUASTUR** “Evaluarea genetică și monitorizarea factorilor moleculari și biotehnologici care influențează performanțele productive la speciile de sturioni de Dunăre crescute în sisteme intensive recirculante” tip Contract PN II 116/2012.

#### BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- ♣ Adebayo O.T.; Balogun, A.M. Fagbenro , O.A. (2000). Effects of feeding rates on growth body composition and economic performance of juvenile Clariid catfish (*Clarias gariepinus* and *Heterobranchus bidorsalis*). *J. Aquac. In the Tropics* 15: 109-117.
- ♣ Aderolu A. Z., Seriki B. M., Apatira A. L., Ajaegbo C. U., (2010). Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and economic viability of rearing African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerlings and juveniles. *African Journal of Food Science* 4(5):286-290.
- ♣ Apostolos Mihelakakis, Takao Yoshimatsu, Christos Tsolkas (2001). Effects of feeding rate on growth, feed utilization and body composition of red porgy fingerlings: preliminary results. *Aquaculture International* 9: 237-245.
- ♣ Brännäs E., Linnér J. (2000). Growth effects in Arctic charr reared in cold water. Feed frequency, access to bottom feeding and stocking density. *Aquacult. Int.*, 8, 381–389.
- ♣ Bărză, H., 1985. Ghid de hematologie a animalelor în creșterea intensivă, Ed. Ceres, 143 p.



- ♣ Cristea Victor, Cornel Ceapa, Iulia Grecu (2002). Ingineria sistemelor recirculante din acvacultură, Editura Didactica si Pedagogica R.A., București.
- ♣ Cocan Daniel, Vioara Mireșan, Camelia Răducu, Iulia Feștilă, Aurelia Coroian, Radu Constantinescu, Octavian Negrea, Rareș Ranga (2012) The Share of Internal Organs and Viscera in Rainbow Trout *Oncorhynchus Mykiss*) Reared in Different Growth Systems Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, 2012, 45 (2)21.
- ♣ Davies OA, Inko-Tariah MB, Amachree D.(2006).Growth response and survival of Heterobranchus longifilis fingerlings fed at different feeding frequencies. Afr. J. Biotechnol., 5: 778-787.
- ♣ De Silva, S.S., Anderson, T.A.,(1995). Fish Nutrition in Aquaculture. Aquaculture Series, Chapman & Hall, London.
- ♣ Docan, A. (2010). Cercetări privind influența factorilor ecotehnologici din sistemele recirculante asupra fiziologiei și stării de sănătate a biomasei de cultură, Teză de doctorat, Univeristatea „Dunărea de Jos”, Galați.
- ♣ Draper H.H, Hadley M., (1990).Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. Methods. Enzymol. 186 : 421 – 431.
- ♣ Food and Agriculture Organization of the United Nations. ©2005-2013. (FAO) Cultured Aquatic Species Information Programme. *Oncorhynchus mykiss*. Cultured Aquatic Species Information Programme.Text by Cowx, I. G. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 15 June 2005. [Cited 24 January 2013].  
[http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus\\_mykiss/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en)
- ♣ Furné.M, García –Gallego, M. Hildago, M.C., Morales, A.E., Domezain, A., Domezain, J.Sanz A. (2009). Oxidative stress parameters during starvation and refeeding periods in Adriatic sturgeon(*Acipenser naccarii*) and rainbw trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutr.,15,587-595
- ♣ Guzel Senol, Abdullah Arvas (2011) Effects of different feeding strategies on the growth of young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), African Journal of Biotechnolgy Vol.10 (25) pp5048-5052.
- ♣ Hidalgo, M.C., Exposito, A., Palma, J.M., de la Higuera, M., (2002). Oxidative stress generated by dietary Zn-deficiency: studies in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Int. J. Biochem. Cell Biol. 34, 183 –193.
- ♣ Hayward, R. S.; Noltie, D. B.; Wang, N., (1997): Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. Trans. Am. Fish. Soc. 126, 316–322.
- ♣ Jobling, M., Koskela, J., (1996). Interindividual variations in feeding and growth in rainbow trout during restricted feeding and in a subsequent period of compensatory growth. J. Fish Biol. 49, 658–667.
- ♣ Jonathan Shepherd and Niall Bromage (1988). Intensive fish farming, Blackwell Science Ltd, ISBN 0-632-03467-X, pp.33.
- ♣ Lambert Y., Dutil J.-D. (2001). Food intake and growth of adult Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size-grading. Aquaculture, 192, 233–247.
- ♣ **Mocanu (Crețu) Mirela**, Cristea Victor, Lorena Dediu, Dicu Desimira, Angelica Docan, Tudor Ionescu (2011) „The influence of different stocking densities on growth performances of *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) in a recirculating aquaculture sistem”, Iași, Volumul de Lucrări Științifice - Seria Zootehnie, Volumul 56 (16): 326-331.
- ♣ Verdegem, M. C. J., Bosma, R. H., Verreth, J. A. J., (2006). Reducing water use for animal production through aquaculture. Int. J. Water Resour. Dev. 22, 101-113.
- ♣ Piedrahita, R.H., (2003). Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. Aquaculture 226, 35–44.
- ♣ Petursdottir T.E. (2002). Influence of feeding frequency on growth and size dispersion in Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.). Aquacult. Res., 33, 543–546.
- ♣ Perez-Jiménes, A., guedes,M.J.Morales, A.E., Olivia-Teles, A.(2007) Metabolic response to short starvation and refeeding in *Dientrarchus labrax*.Effect of dietary composition.Aquaculture 265,325-335.
- ♣ Pop., Gál D., Eng. David P., Eng. Popovici V.(2010) Modular recirculating aquatic system for super-intensive fish breeding, INMATEH - Agricultural Engineering, Vol. 30, No.1 / 2010
- ♣ Rosenthal, H., Castell, J. D., Chiba, K., Forster, J. R. M., Hilge, V., Hogendoorn, H., Mayo, R. D., Muir, J. F., Murray, K. R., Petit, J., Wedemeyer, G. A., Wheaton, F., Wickins, J., (1986). Flow-through and recirculation systems, EIFAC: 100.
- ♣ Siwicki, A.K. & Anderson ,D.P. (1993). Nonspecific defense mechanism assay in fish I.Phagocytic index, adherence and activity test-Fish diseases diagnosis and prevention methods-p.95-104,FAO Project International Workshop and training course In Poland.



- ♣ Summerfelt, S.T., Sharrer, M.J., Tsukuda, S.M., Gearheart, M., (2009). Process requirements for achieving full-flow disinfection of recirculating water using ozonation and UV irradiation *Aquacult. Eng.* 40, 17-27.
  - ♣ Storebakken, T., S. S. O. Hung, C. C. Calvert, and Plisetskaya. (1991). Nutrient partitioning in rainbow trout at different feeding rates. *Aquaculture* 96:191–203.
  - ♣ Tal, Y., Schreier, H.J., Sowers, K.R., Stubblefield, J.D., Place, A.R., Zohar, Y., (2009). Environmentally sustainable land-based marine aquaculture. *Aquaculture* 286, 28-35.
  - ♣ Turano M.J., Borski R.J. & Daniels H.V. (2007) Compensatory growth of pond-reared hybrid striped bass, *Morone chrysops* *M. saxatilis*, fingerlings. *Journal of the World Aquaculture Society* 38, 250-261.
  - ♣ Wedemeyer, G.A. (1996). *Physiology of fish in intensive culture systems*, ISBN 0-412-07801-5, Chapman and Hall, New York.
  - ♣ Wedemeyer, G.A and W.T. Yasutake (1977). *Clinical methods for the assessment of the effects of environmental stress of fish health*. Technical Paper 89, :U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
  - ♣ Weinberg, S. R., Siegel, C. D., Nigrelli, R. F. & Gordon, A. S. (1972). The hematological parameters and blood cell morphology of the brown bullhead catfish, *Ictalurus nebulosus* (Le Sueur). *Zoologica* 57, 71-78.
  - ♣ Wepener V., Van Vuren J. H. J., Du Preez H. H., (1992), Effect of manganese and iron at a neutral and acidic pH on the hematology of the banded tilapia (*Tilapia sparrmanii*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 49(4):613-619
  - ♣ Zanjani E. D., Contrera J. F., Gorwn A. S., Cooper G. W., Wong K. K., Katz R., (1967). The renal erythropoietic factor (REF). III. Enzyme role in erythropoietin production. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 125:505.
- [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Fishery\\_statistics](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Fishery_statistics)  
[http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/aquaculture/index\\_ro.htm](http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/aquaculture/index_ro.htm)  
[http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus\\_mykiss/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en)  
<http://www.anpa.ro/>