



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



OIPOSDRU



Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați
Școala doctorală de Inginerie



REZUMAT TEZA DE DOCTORAT

**CERCETĂRI PRIVIND ELABORAREA MODELULUI CREȘTERII
TILAPIEI DE NIL (*OREOCHROMIS NILOTICUS* LINNAEUS, 1758) ÎN
CONDIȚIILE UNUI SISTEM RECIRCULANT DE ACVACULTURĂ
INDUSTRIALĂ**

Doctorand,
Ing. Mirea (Ciortan) Cătălina

Conducător științific

Prof. univ. dr. ing. CRISTEA Victor

Referenți științifici

Prof. univ. dr. ing. DIACONESCU Ștefan

CS II Dr. ing. COSTACHE Mioara

Conf. univ. dr. ing. GRECU Iulia Rodica

Seria I 4. Inginerie industrială Nr. 12

Galați
2013



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

OIPOSDRU



UNIVERSITAS
GALATIENSIS

Seriile tezelor de doctorat sustinute 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**

Teza de doctorat a fost realizată în cadrul proiectului
STUDII DOCTORALE PENTRU FORMARE ÎN CERCETARE POSDRU
cod proiect 76822
„Calitatea și continuitatea formării în cadrul ciclului de studii doctorale”
TOP ACADEMIC



ROMÂNIA
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE

26737/28.10.2013

Către _____

Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați vă face cunoscut că, în data de **28.11.2013** ora **11.00**, 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 TILAPIEI DE NIL, OREOCHROMIS NILOTICUS, LINNAEUS, 1758, ÎN CONDIȚIILE UNUI SISTEM RECIRCULANT DE ACVACULTURĂ INDUSTRIALĂ”**, elaborată de doamna/domnul **MIREA CĂTĂLINA (CIORTAN)**, 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. Iulia GRECU**
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



Mulțumiri,

Adresez respectuoase mulțumiri Domnului Prof. univ. dr. ing. Victor CRISTEA, conducătorul științific al lucrării, pentru încrederea de a duce la bun sfârșit acest demers științific plin de provocări și satisfacții profesionale, pentru competența și permanenta îndrumare științifică, pentru sprijinul real acordat pe întreaga perioadă de desfășurare a doctoratului și a elaborării tezei de doctorat.

Elaborarea acestei teze a fost realizată cu suportul financiar POSDRU cod proiect 76822 - Calitatea și continuitatea formării în cadrul ciclului de studii doctorale - TOP ACADEMIC și, în acest sens, îmi îndrept mulțumirile către echipa de implementare a proiectului coordonată de Domnul Prof. univ. dr. Lucian GEORGESCU și Domnul Conf. univ. dr. Gabriel MURARIU pentru disponibilitatea și răbdarea de care au dat dovadă în decursul celor trei ani de doctorat.

Mulțumesc membrilor comisiei de susținere publică a tezei de doctorat: Domnului Prof. univ. dr. ing. Petru ALEXE, Președinte al comisiei, decan al Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor, precum și referenților oficiali, Domnului Prof. univ. dr. ing. Ștefan DIACONESCU de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, București, Doamnei Cercetător gr. II dr. ing. Mioara COSTACHE, director al Centrului de Cercetare pentru Piscicultură Nucet, precum și Doamnei Conf. univ. dr. ing. Rodica Iulia GRECU de la Universitatea «Dunărea de Jos» pentru bunăvoința de a îmi recenza lucrarea și de a îmi permite expunerea rezultatelor obținute.

Mulțumesc profesorilor mei din Departamentul de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru din cadrul Universității „Dunărea de Jos” Galați, pentru contribuția lor la formarea mea profesională. În mod cu totul special îi mulțumesc doamnei Conf. univ. dr. ing. Rodica Iulia GRECU pentru tot sprijinul acordat, precum și pentru imboldul permanent de a finaliza acest demers științific.

Mulțumesc tuturor colegilor mei doctoranzi care m-au sprijinit pe parcursul acstor ani de căutări științifice, alături de care am petrecut clipe frumoase care vor ramane ca amintiri prețioase ale sufletului meu.

Nu pot să nu amintesc, cu mult respect și mulțumire, susținerea și încrederea acordată de doamna cercetător Eleni FOUNTOULAKI de la Centrul de Cercetări Marine, Atena, Grecia, în drumul spre cunoașterea și aprofundarea aspectelor de nutriție prezentate în lucrare.

Profundă recunoștință familiei mele, pentru susținerea și înțelegerea acordată pe parcursul acestor ani de studiu

Cuprinsul tezei de doctorat

Introducere, oportunitatea temei abordate 7

PARTEA I a. ANALIZA DATELOR DIN LITERATURA DE SPECIALITATE

| | |
|---|----|
| Capitolul I. Cadrul strategic privind dezvoltarea acvaculturii | 11 |
| I.1. Perspective ale dezvoltării sistemelor recirculante in Europa | 11 |
| I.2. Strategia dezvoltării acvaculturii în România, starea actuală privind dezvoltarea sistemelor recirculante..... | 15 |
| I.3. Caracterizarea ecotehnologica a speciei <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 (tilapia de Nil)..... | 18 |
| Capitolul II. Material și metode | 29 |
| II.1. Infrastructura de cercetare | 29 |
| II.2. Metode și echipamente pentru evaluarea parametrilor de calitate ai apei.. | 33 |
| II.3. Metode pentru determinarea parametrilor de performanța ai creșterii | 35 |
| II.4. Metode pentru evaluarea profilului hematologic și biochimic al sângelui... | 37 |
| II.5. Metode pentru determinarea compoziției biochimice a tesutului muscular ... | 42 |
| II.6. Prelucrarea statistică a datelor..... | 45 |

PARTEA a II a. ACTIVITATEA EXPERIMENTALĂ

| | |
|--|-----|
| Capitolul III. Cercetări experimentale privind evaluarea performanțelor de creștere la specia <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 în diferite variante de management tehnologic al sistemelor recirculante de acvacultură | 49 |
| III.1. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu conținutul proteic al furajului 50 | |
| III.1.1. Ipoteză asumată..... | 50 |
| III.1.2. Design experimental | 51 |
| III.1.3. Rezultate și discuții..... | 54 |
| III.2. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu termica apei | 62 |
| III.2.1. Ipoteză asumată..... | 62 |
| III.2.2. Design experimental | 65 |
| III.2.3. Rezultate și discuții..... | 67 |
| III.3. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu administrarea unui furaj îmbogățit cu vitamina C..... | 75 |
| III.3.1. Ipoteză asumată..... | 75 |
| III.3.2. Design experimental | 77 |
| III.3.3. Rezultate și discuții..... | 80 |
| III.4. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu creșterea compensatorie..... | 89 |
| III.4.1. Ipoteză asumată..... | 89 |
| III.4.2. Design experimental | 90 |
| III.4.3. Rezultate și discuții..... | 93 |
| III.5. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii..... | 105 |

| | |
|--|------------|
| III.5.1. Ipoteză asumata..... | 105 |
| III.5.2. Design experimental..... | 107 |
| III.5.3. Rezultate și discuții | 111 |
| III.6. Concluzii | 118 |
| Capitolul IV. Cercetări experimentale privind evaluarea profilului hematologic și biochimic sanguin la specia <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 în diferite variante de management tehnologic al sistemelor recirculante de acvacultură | 121 |
| IV.1. Profilul hematologic și biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu termica apei..... | 126 |
| IV.2. Profilul hematologic și biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu administrarea unui furaj îmbogățit cu vitamina C..... | 133 |
| IV.3. Profilul hematologic și biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu creșterea compensatorie | 140 |
| IV.4. Profilul hematologic și biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii..... | 146 |
| IV.5. Concluzii | 152 |
| Capitolul V. Cercetări experimentale privind evaluarea compoziției biochimice a țesutului muscular la specia <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 în diferite variante de management tehnologic al sistemelor recirculante de acvacultură | 155 |
| V.1. Compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu conținutul proteic administrat în furaj..... | 156 |
| V.2. Compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu termica apei | 161 |
| V.3. Compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu creșterea compensatorie | 163 |
| V.4. Compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii..... | 169 |
| V.5. Concluzii | 174 |
| Capitolul VI. Cercetări privind elaborarea modelului creșterii la specia <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 în diferite variante de management tehnologic al sistemelor recirculante de acvacultură | 177 |
| VI.1. Considerații teoretice privind stabilirea unui model de creștere acvacultură | 177 |
| VI.2. Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea Coeficientul Termic de Creștere (TGC) în funcție de masa medie inițială, masa medie finală și SGR..... | 180 |
| VI.3. Concluzii | 187 |
| Capitolul VII. Concluzii, contribuții personale și recomandari | 189 |
| Lucrari publicate și comunicate ce valorifică rezultatele cercetării..... | 195 |
| Bibliografie..... | 199 |
| Anexa 1 - Calculul cantităților zilnice de furaje în cadrul experimentului privind influența temperaturii apei..... | 210 |

Cuprinsul rezumatului

| | |
|-----------------------------------|---|
| Structura tezei de doctorat | 2 |
|-----------------------------------|---|

PARTEA I a. ANALIZA DATELOR DIN LITERATURA DE SPECIALITATE

| | |
|--|----|
| Capitolul I. Cadrul strategic privind dezvoltarea acvaculturii | 4 |
| I.1. Perspective ale dezvoltării sistemelor recirculante in Europa | 4 |
| I.2. Strategia dezvoltării acvaculturii în România, starea actuală privind dezvoltarea sistemelor recirculante | 4 |
| I.3. Caracterizarea ecotehnologica a speciei <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 (tilapia de Nil) | 5 |
| Capitolul II. Material și metode | 7 |
| II.1. Infrastructura de cercetare | 7 |
| II.2. Metode și echipamente pentru evaluarea parametrilor de calitate ai apei | 8 |
| II.3. Metode pentru determinarea parametrilor de performanța ai creșterii | 8 |
| II.4. Metode pentru evaluarea profilului hematologic și biochimic al sângelui | 8 |
| II.5. Metode pentru determinarea compoziției biochimice a tesutului muscular | 9 |
| II.6. Prelucrarea statistică a datelor | 10 |

PARTEA a II a. ACTIVITATEA EXPERIMENTALĂ

| | |
|--|----|
| Capitolul III. Cercetări experimentale privind evaluarea performanțelor de creștere la specia <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 în diferite variante de management tehnologic al sistemelor recirculante de acvacultură | 10 |
| III.1. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu conținutul proteic al furajului | 10 |
| III.1.1. Ipoteză asumată | 11 |
| III.1.2. Design experimental | 11 |
| III.1.3. Rezultate și discuții | 12 |
| III.2. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu termica apei | 15 |
| III.2.1. Ipoteză asumată | 15 |
| III.2.2. Design experimental | 16 |
| III.2.3. Rezultate și discuții | 16 |
| III.3. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu administrarea unui furaj îmbogățit cu vitamina C | 19 |
| III.3.1. Ipoteză asumată | 19 |
| III.3.2. Design experimental | 19 |
| III.3.3. Rezultate și discuții | 20 |
| III.4. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu creșterea compensatorie | 23 |
| III.4.1. Ipoteză asumată | 23 |
| III.4.2. Design experimental | 24 |
| III.4.3. Rezultate și discuții | 24 |

| | |
|--|-----------|
| III.5. Performanţa creşterii tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii | 28 |
| III.5.1. Ipoteză asumata..... | 28 |
| III.5.2. Design experimental..... | 29 |
| III.5.3. Rezultate şi discuţii | 29 |
| III.6. Concluzii | 33 |
| Capitolul IV. Cercetări experimentale privind evaluarea profilului hematologic şi biochimic sanguin la specia <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 în diferite variante de management tehnologic al sistemelor recirculante de acvacultură | 34 |
| IV.1. Profilul hematologic şi biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu termica apei..... | 35 |
| IV.2. Profilul hematologic şi biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu administrarea unui furaj îmbogăţit cu vitamina C..... | 37 |
| IV.3. Profilul hematologic şi biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu creşterea compensatorie | 39 |
| IV.4. Profilul hematologic şi biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii | 40 |
| IV.5. Concluzii | 41 |
| Capitolul V. Cercetări experimentale privind evaluarea compoziţiei biochimice a ţesutului muscular la specia <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 în diferite variante de management tehnologic al sistemelor recirculante de acvacultură | 43 |
| V.1. Compoziţia biochimică a ţesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu conţinutul proteic administrat în furaj..... | 43 |
| V.2. Compoziţia biochimică a ţesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu termica apei | 44 |
| V.3. Compoziţia biochimică a ţesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu creşterea compensatorie | 45 |
| V.4. Compoziţia biochimică a ţesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii | 48 |
| V.5. Concluzii | 50 |
| Capitolul VI. Cercetări privind elaborarea modelului creşterii la specia <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 în diferite variante de management tehnologic al sistemelor recirculante de acvacultură | 51 |
| VI.1. Consideraţii teoretice privind stabilirea unui model de creştere acvacultură | 176 |
| VI.2. Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea Coeficientul Termic de Creştere (TGC) în funcţie de masa medie iniţială, masa medie finală şi SGR... 52 | |
| VI.3. Concluzii | 57 |
| Capitolul VII. Concluzii, contributiile personale şi recomandari | 58 |
| Lucrari publicate şi comunicate ce valorifică rezultatele cercetării..... | 63 |
| Bibliografie selectivă | 66 |

Lista principalelor abrevieri

| | | |
|-------|---|--------------------------------------|
| UE | – | Uniunea Europeană |
| RAS | – | Sistem recirculant de acvacultură |
| OD | – | Oxigenul dizolvat |
| UpH | – | Unitate de pH |
| TAN | – | Azotul amoniacal total |
| TGP | – | Presiunea totală a gazelor dizolvate |
| BW | – | Masa corporală |
| FCR | – | Factorul de conversie a hranei |
| SGR | – | Rata specifică de creștere |
| TGC | – | Coeficientul termic al creșterii |
| PER | – | Factorul de conversie a proteinei |
| PPV | – | Valoarea productivă a proteinei |
| E | – | Număr de eritrocite |
| Ht | – | Hematocrit |
| Hb | – | Hemoglobina |
| VEM | – | Volum eritrocitar mediu |
| HEM | – | Hemoglobină eritrocitară medie |
| CHEM | – | Concentrația de hemoglobină medie |
| MGG | – | Colorație May-Grünwald-Giemsa |
| StDev | – | Deviația standard |
| Med. | – | Media |
| Min | – | Minim |
| Max | – | Maxim |
| CV | – | Coeficient de variație |
| V | – | Varianta |
| S.U | – | Substanța uscată |
| U/P | – | Raportul umiditate -proteină |
| B | – | Bazinul |
| I | – | Inițial |
| F | – | Final |

STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT

Oportunitatea cercetărilor abordate în această teză se regăsește la nivel național în cadrul *Planului Național Strategic pentru Pescuit 2007 - 2013* care a stat la baza realizării *Programului Operațional pentru Pescuit* ce asigură finanțarea sectorului din *Fondul European pentru Pescuit*. Tematica de cercetare propusă în această lucrare reprezintă o continuitate a cercetărilor întreprinse în cadrul proiectului TEHTIL - Elaborarea și implementarea unor tehnologii intensive de creștere a speciei *Oreochromis niloticus* – tilapia, în vederea introducerii ei în acvacultura din România, al cărui coordonator a fost Centrul de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultura Nucet, Dâmbovița în parteneriat cu Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați prin Departamentul de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, fiind în concordanță cu Regulamentul (CE) nr. 708/2007 al Consiliului din 11 iunie 2007 privind utilizarea în acvacultură a speciilor exotice și a speciilor absente la nivel local.

Prin problematica abordată, cercetările întreprinse în această teză oferă date importante cu privire la elaborarea unui model de creștere a speciei *Oreochromis niloticus*, *Linnaeus, 1758* în funcție de temperatură, în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură, utilizat pentru identificarea, elaborarea și implementarea unor strategii de management tehnologic și operațional în vederea obținerii unor performanțe de creștere ridicate a tilapiei de Nil, specie cu valoare economică superioară în țara noastră, aliniind totodată cercetările științifice din domeniul acvaculturii românești la nivelul preocupărilor din spațiul european.

Tematica acestei lucrări își propune să contribuie la dezvoltarea acvaculturii tilapiei de Nil în sisteme intensive de acvacultură în România, la creșterea cantitativă și calitativă a producției, prin elaborarea unor tehnologii moderne, în vederea extinderii producției, cu un puternic impact asupra calității vieții și al dezvoltării economice al acvaculturii sistemelor recirculante din Romania. Astfel introducerea acestei specii la nivel național nu reprezintă o amenințare pentru mediul natural, fiind o specie exotică care, având temperatura optimă de creștere situată în ecartul 24 – 28 °C, nu poate supraviețui condițiilor climatice ale României pe perioada anotimpului rece, ceea ce impune creșterea acestei specii la nivelul țării noastre numai în sisteme de acvacultură controlate.

Cercetarea abordată în cadrul prezentei teze are ca principal deziderat științific elaborarea modelului creșterii tilapiei de Nil, *Oreochromis niloticus*, *Linnaeus, 1758* într-un sistem performant, modern de acvacultură industrială, anume sistemul recirculant.

Teza de doctorat este structurată pe 7 capitole, respectiv 210 pagini, din care cea mai mare parte este reprezentată de activitatea experimentală. Teza conține un număr de 29 tabele,

11 de imagini foto și de 120 grafice și figuri, din care marea majoritate sunt originale. Studiul literaturii de specialitate s-a realizat pe baza unei bibliografii bogate, de actualitate, între care, 6 referințe bibliografice sunt reprezentate de lucrări științifice proprii în calitate de prim autor sau coautor.

Capitolul I, Cadrul strategic privind dezvoltarea acvaculturii, cuprinde 3 subcapitole în cadrul cărora se efectuează o detaliată și riguroasă analiză privind: dezvoltarea sistemelor recirculante în Europa, strategia dezvoltării acvaculturii în România, starea actuală privind dezvoltarea sistemelor recirculante, respectiv caracterizarea ecotehnologica a speciei *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758, (tilapiei de Nil), deasemenea la nivel mondial și național.

Capitolul II, Material și metode, prezintă succint toate materialele, metodele și tehnicile de lucru folosite atât în desfășurarea activității experimentale, cât și în prelucrarea statistică a rezultatelor obținute în cadrul cercetărilor întreprinse în cadrul acestei tezei.

Scopul **Capitolului III** a fost acela de-a evalua performanțele de creștere a speciei *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758, în diferite variante de management tehnologic și operațional, anume:

- *evaluarea performanței creșterii tilapiei de Nil în raport cu conținutul proteic al furajului;*
- *evaluarea performanței creșterii tilapiei de Nil în raport cu termica apei;*
- *evaluarea performanței creșterii tilapiei de Nil în condițiile aditivării furajului cu vitamina C;*
- *evaluarea performanței creșterii tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii;*
- *evaluarea performanței creșterii tilapiei de Nil potențialului de creștere compensatorie;*

În cadrul cercetărilor întreprinse în cadrul **capitolului IV** a fost acela de-a *evalua principalii indicatori hematologici în variate condiții de management tehnologic* în raport cu indicatorii de performanță tehnologică urmăriți în capitolul III, analizând influența acestora asupra stării de bine/welfare, respectiv a stării de stres tehnologic.

Capitolul V a avut drept scop *determinarea compoziției biochimice a țesutului muscular în variate condiții de management tehnologic* în raport cu indicatorii de performanță tehnologică urmăriți în capitolul III.

Capitolul VI, prezintă prin intermediul ecuațiilor de regresie, s-a elaborat modelul creșterii tilapiei de Nil, în raport cu termica apei, în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială. Astfel, în baza modelului de creștere prezentat se pot realiza estimări

realiste ale biomasei de cultură ce se poate obține într-un sistem recirculant, în condițiile tehnologice specificate anterior.

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

Astfel, tematica de cercetare complexă propusă în această lucrare este un rezultat firesc ce a demarat din necesitatea continuării studiilor realizate în timpul proiectului TEHTIL cu cercetări proprii ce au urmărit controlul calității mediului, strategia de administrare a hranei, menținerea stării de sănătate și a condițiilor de biosecuritate pe întreaga durată a ciclului de producție; operarea facilităților tehnologice, punând, astfel, la dispoziția potențialilor investitori, inginerilor piscicoli și biologilor, un model matematic, ușor de utilizat, care, totodată, oferă un instrument în previzionarea dinamicii creșterii biomasei de cultură.

PARTEA I. ANALIZA DATELOR DIN LITERATURA DE SPECIALITATE

CAPITOLUL I. CADRUL STRATEGIC PRIVIND DEZVOLTAREA ACVACULTURII

I.1. Perspective ale dezvoltării sistemelor recirculante în Europa

Globalizarea a contribuit la răspândirea mai multor specii de pești fiind, astfel, introduse sau transferate în diferite zone geografice specii cu valoare economică ridicată ceea ce implică, la nivel regional, aclimatizarea lor la variate condiții mediale (Cambray 2003). *Oreochromis niloticus* reprezintă una dintre cele zece speciile exotice introduse în acvacultura internațională (Picker & Griffiths, 2011).

I.2. Strategia dezvoltării acvaculturii în România, starea actuală privind dezvoltarea sistemelor recirculante

Plasticitatea ecotehnologică a tilapiei de Nil a condus în ultimii ani la abordarea unui complex de experimente privind creșterea intensivă a acestuia în sisteme de producție controlate, de tipul celor recirculante ceea ce a contribuit la introducerea acestei specii și în acvacultură din România

În România, interesul crescut pentru acvacultura sistemelor recirculante asimilat tehnologiilor de creștere intensivă reprezintă un adevărat miraj în rândul multor agenți economici, este justificat de o multitudine de argumente, între care cele mai importante sunt: introducerea în acvacultură a unor specii de pești cu valoare economică foarte ridicată; cheltuiala de capital specifică redusă; rapiditate în execuție; grad ridicat de automatizare a operării și flexibilitatea managementului tehnologic;

În condițiile actuale, în care multe amenajări piscicole au un statut incert ca urmare a revendicării resursei naturale (pământ, luciu apă etc.) sau care prin degradare și-au pierdut parțial sau total potențialul de producție, se caută alternative care să asigure obținerea unor producții piscicole în cantitatea și calitatea impusă de principiile viabilității economice în contextul asigurării normelor Uniunii Europene.

I.1. Caracterizarea ecotehnologică a speciei *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 (tilapia de Nil)

Specia *Oreochromis niloticus* este larg răspândită în bazinele Nilului, Ciadului și Nigerului. Este originară din zona Nilului superior de unde a fost aclimatizată treptat spre sudul continentului, până în regiunea lacului Tanganyika. Se găsește, de asemenea, în Africa Centrală și de Est fiind în continuă expansiune spre Africa Occidentală.



Oreochromis niloticus (Tilapia de Nil)



Oreochromis mossambicus



O. mossambicus x *O. niloticus*



Oreochromis aureus

Figura 1.2. Specii din Genul *Oreochromis* utilizate în acvacultură
(Leonard Lovshin, *Tilapia Culture*, Department of Fisheries and Allied Aquaculture)

I.3.1. Cerințele mediale ale speciei *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758

În literatura de specialitate există date legate de toleranța ridicată a speciilor din genul *Tilapia* față de calitatea apei de cultură, din acest motiv fiind una dintre speciile cele mai populare în acvacultura din întreaga lume. Dacă față de regimul termic al apei tilapia este oarecum pretențioasă, față de alți factori de mediu prezintă o plasticitate deosebită. Astfel, poate rezista timp de câteva ore la concentrații ale oxigenului solvit în apa de 0,1 mg/l. Concentrațiile optime variază însă între 3-8 mg oxigen /l apa. pH-ul apei trebuie să fie cuprins între 5-11 unități, optim între 6,5-8,5.

Temperatura reprezintă una dintre cele mai importante caracteristici ale mediului de cultură pentru această specie. Tilapia de Nil este fiind o specie termofilă, prin repartiția sa geografică naturală fiind condiționată de existența unor temperaturi situate în ecartul de 14-33 °C, în condiții extreme putând tolera chiar și un interval de temperatură de 7-41°C. Temperatura optima în toate sistemele de cultură variază însă în limite mai înguste: 25-31 °C (Balarin, 1986). La temperaturi ale apei sub 16 °C nu se hrănește, în timp ce sub 20 °C nu se reproduce (Bucur, 2012)

I.3.2. Cerințele nutritive ale speciei *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758

Oreochromis niloticus este o specie predominant fitoplanctonofagă. Consumă însă și zooplancton dar mai ales accepta furajele granulate. Din această cauză, în prezent, este caracterizată ca fiind o specie omnivoră, cea mai dezirabilă dintre speciile grupului tilapia.

În ultimul deceniu, creșterea speciilor tilapia în sisteme intensive a cunoscut un succes deosebit. Producții de 100-200 kg/m²/an sunt posibile, în condiții de recirculare a apei cu debite de 0,5-1,0 l/kg biomasa/minut și cu hrănire suplimentară. Faptul că accepta furaje imediat după trecerea la hrănirea exogenă reprezintă un mare avantaj pentru creșterea tilapiilor (El-Sayed, 1992).

Sintetic, principalele cerințe nutriționale ale tilapiei sunt următoarele

- necesarul de proteine este de 30-50 %
- necesarul de aminoacizii este de 0,83-6,25 %
- necesarul de carbohidrați este de 30 %
- necesarul de lipide este de 8-12 %
- necesarul de acizii grași esențiali: 0.5-1 % 18:2n sau 1 % 20:4n-6
- necesarul de vitamine:
- necesarul de minerale Ca/P = 1,2/0,93

Tabelul 1. Intervalul optim și limita a parametrilor calității apei pentru tilapia de Nil.

| Parametrul fizico-chimic | Interval admisibil | Intervalul optim al speciei | Bibliografie |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------|---|
| Salinitatea (ppt) | Până la 36 | Până la 19 | El – Sayed (2006) |
| Oxigenul dizolvat (mg/l) | > 0.1 | >3 | Magid și Babiker (1975) Ross (2000) |
| Temperatura, °C | 8 - 42 | 22 - 29 | Sarig (1969) Morgan (1972) Mires (1995) |
| pH (upH) | 3,7 - 11 | 7 – 9 | Ross (2000) |
| Amoniac (mg/l) | < 7,1 | <0,05 | El-Shafey (1998) Redner și Stickney (1979) |

CAPITOLUL II MATERIAL ȘI METODE

În vederea elaborării unui model de creștere al speciei *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 în condițiile unui sistem recirculant, următoarele ipoteze de lucru au fost testate printr-o serie de experimente tehnologice, derulate astfel:

- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – influența conținutului proteic al furajului – influența regimului termic al apei – influența administrării unui furaj aditivat cu vitamina C | } | perioada noiembrie 2011- aprilie 2012 |
| <ul style="list-style-type: none"> – creșterea compensatorie | | perioada iunie – iulie 2012 |
| <ul style="list-style-type: none"> – intensitatea hrănirii | | perioada mai – iunie 2013 |

În vederea validării rezultatelor obținute în cadrul cercetărilor doctorale, în cadrul acestui capitol vor fi amplu prezentate materialele, metodele și tehnicile aplicate, precum și infrastructura de cercetare.

II. 1. Infrastructura de cercetare

Infrastructura de cercetare în care s-au desfășurat experimentele la doctorat încorporează baza materială a Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru din cadrul Universității «Dunărea de Jos» din Galați, fiind reprezentată de:

- ☞ 2 sisteme recirculante experimentale – în care s-au derulat experimentările de natură tehnologică cu testarea ipotezelor din planul de lucru și ale căror configurații diferite din

punct de vedere constructiv sunt detaliat prezentate în cele ce urmează; ambele sisteme, de mici dimensiuni, se constituie în facilități de cercetare ce demonstrează nivelul de funcționalitate al unor configurații de sisteme recirculante în asigurarea controlului calității apei corelat ipotezelor tehnologice ce implică, adesea, un grad ridicat al intensității;

☞ Laboratorul «Exploatarea Durabila a Bioresurselor Acvatice» în a cărui dotare există echipamentele, aparatele și instrumentele ce au permis abordarea analizelor de natură fiziologică, hematologică, chimică și biochimică.

II. 2. Metode și echipamente pentru evaluarea parametrilor de calitate ai apei

Calitatea apei în RAS depinde de diferiți factori, cum ar fi sursa de apă, nivelul de recirculare, speciile care sunt crescute și cel mai important complexitatea echipamentelor de tratare a apelor reziduale în cadrul sistemului (Losordo, 1998). Sistemul recirculant se bazează pe consumul redus de apă și un grad ridicat de re folosirea apei în cazul în care toți parametrii importanți ai apei sunt menținuți constanti într-un ecart optim.

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

II. 3. Metode pentru determinarea parametrilor de performanța ai creșterii

La debutul și finalul fiecărui experiment s-au efectuat măsurători somatice fie la toate exemplarele intrate în experiment, fie la eșantioane de 20 de exemplare, prin cântărire cu precizie de ± 1 g și măsurarea lungimii totale cu precizie de ± 1 mm. Astfel, au putut fi calculați următorii indicatori biotehnologici: sporul real de creștere [Sr], ritmul zilnic de creștere [GR], rata specifică de creștere [SGR], factorul de conversie a hranei [FCR], factorul de conversie al proteinei [PER], eficiența reținerii proteinei [PER,%], factorul alometric de condiție [b], indicele hepato-somatic [LSI].

II. 4. Metode pentru caracterizarea profilului hematologic și biochimic sanguin

La începutul și sfârșitul perioadelor experimentale, fără a compromite latura tehnologică a experimentului, prin manipulare în condiții de securitate a biomasei de cultură, s-au prelevat probe biologice de sânge (fig. 2.3) în funcție de talia peștelui (cca. 0,5 – 1,5 ml).

Înainte de a desfășura activitatea de prelevare a sângelui, pentru a evita o intervenție traumatizantă asupra exemplarelor analizate s-a efectuat operația de anesteziere (sedare) prin folosirea soluției 2 phenoxy – etanol cu concentrația de 0,3 ml/l de apă.

La pești, recoltarea sângelui se poate efectua prin patru procedee: din aorta dorsală, prin puncție cardiacă, din vena caudală sau prin secționarea înotătorii caudale. Pentru a nu sacrifica exemplarele am preferat recoltarea din vena caudală, imediat posterior înotătorii anale (figura 2.5).

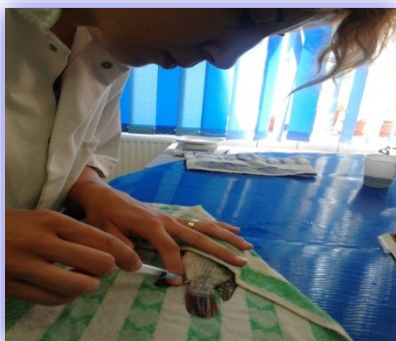


Figura 2.5. Prelevarea sângelui la sp. *O. niloticus* în cadrul experimentelor (foto orig.)

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).

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.

II. 5. Metode pentru determinarea compoziției biochimice a țesutului muscular (carne).

Calitatea produselor alimentare are un sens mult mai larg decât a altor produse având efecte mult mai profunde, deoarece sta la baza vieții, determina desfășurarea proceselor metabolice și poate avea influența asupra dezvoltării întregului organism. Specialiștii din industria alimentară sunt responsabili de starea de sănătate a populației participând la una din cele mai eficiente căi de promovare și ocrotire a sănătății. În cazul produselor alimentare calitatea se concretizează prin mai multe grupe de însușiri:

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 oC.

II. 6. Prelucrarea statistică a datelor

Analiza statistică a fost realizată cu ajutorul programelor: Excel 2007 pentru Windows SPSS 22.0 pentru Windows (free trial). 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 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.

PARTEA a - II - a ACTIVITATEA EXPERIMENTALĂ

CAPITOLUL III

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND EVALUAREA PERFORMANȚELOR DE CREȘTERE LA SPECIA *OREOCHROMIS NILOTICUS* LINNAEUS, 1758 ÎN

DIFERITE

VARIANTE DE MANAGEMENT TEHNOLOGIC AL SISTEMELOR RECIRCULANTE DE ACVACULTURĂ

III.1. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu conținutul proteic al furajului

Din cercetările întreprinse în ultima perioadă pe plan european s-a pus accent pe managementul nutrițional al speciei, astfel încât putem concluziona faptul că necesarul de

energie al tilapiei de Nil pentru menținerea echilibrului metabolic, poate fi realizat nu numai printr-un aport sporit de proteină, cat și de celelalte componente de bază ale unei diete, precum lipidele și carbohidrați, acestea prezentand costuri de producție mai reduse (Ahmad, 2000).

III.1.1. Ipoteza asumata

Nutriția ocupă un rol important în dezvoltarea organismului, si pentru desfășurarea normală a proceselor de creștere, în vederea obținerii unei producții optime, de aceea este foarte important ca dieta stabilită pentru specia de cultură să fie în concordanța cu cerințele nutriționale ale acesteia.

Obiectivul acestui studiu a fost de a evalua nivelul optim de proteină brută necesar tilapiei de Nil, *Oreochromis niloticus*, cu o masă medie de 5 g administrat în dieta zilnică la această talie, în condițiile unui sistem cu recirculare a apei, pentru o dezvoltare corespunzătoare vârstei.

III.1.2. Design experimental

Cercetările efectuate se încadrează în categoria de investigații experimentale și s-au desfășurat în cadrul stațiilor pilot de cercetare a Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, Facultatea de Știința și Ingineria Alimentelor, Universitatea „Dunărea de Jos” Galați. Configurația sistemului recirculant pilot I de creștere intensivă i este descris in cap. II (vezi 2.1).

Materialul biologic folosit în cadrul experimentului este reprezentat de puietul de tilapia (cu o masa medie de 5g), provenit din pepiniera Centrului de Cercetare Dezvoltare pentru Piscicultura, Nucet, Dâmbovița, Romania.

Variante experimentale

- ▶ V1 - 64% P.B Furaj comercial
- ▶ V2 - 50% P.B Furaj comercial
- ▶ V3 - 41% P.B Furaj comercial
- ▶ V4 - 33% P.B Furaj comercial

Pentru alimentația tilapiei s-au utilizat patru tipuri de furaj adecvate speciei, principalele caracteristici tehnologice ale furajului, conținutul proteic respectiv parametrii privind compoziția biochimică sunt prezentate în tabelul 3.1. Intensitatea hrănirii/rația, exprimată prin cantitatea de hrană administrată în raport cu masa corporală a biomasei de cultură a fost de 7% (7% kg hrană*zi/kg masă corporală) fiind constantă pe toată perioada de creștere.

III.1.3. Rezultate și discuții

Controlul calității apei

Aprecierile privind calitatea apei de cultură s-au realizat prin monitorizarea zilnică a temperaturii, pH-ului și oxigenului, măsurate cu ajutorul Oximetrului Hannah, și săptămânal a nitriților, nitraților și a concentrației de amoniu, determinați prin metoda spectrofotometrică. Valorile obținute astfel au fost comparate cu cele optim admisibile specie, rezultate din literatura de specialitate (tabel 3.2), pentru specia de cultura *Oreochromis niloticus*.

Tabel 3.2.. Parametrii de calitate ai apei pentru creșterea tilapiei de Nil (El-Sayed, 2002)

| Parametru | Unitate de măsură | Valori critice/optime |
|--|-------------------|-----------------------|
| Temperatura | °C | 8-40/20-28 |
| Oxigen dizolvat | mg/l | <2/>6 |
| pH-ul | - | <5/>8 |
| Nitriți | mg/l | >1/<0.1 |
| Nitrați | mg/l | >300/<20 |
| TAN (azotul amoniacal total) | mg/l | >20/<3 |
| TAN neionizat (amoniacul –NH₃) | mg/l | >1/<0.2 |

În cadrul experimentului, **temperatura** a variat între 27,7 °C și 29,98 °C, ecart care se încadrează în ecartul optim de creștere și dezvoltare al tilapiei de Nil, oscilațiile termice au fost date de variația temperaturii aerului din mediul ambiant. Evoluția temperaturii apei în unitățile de creștere este redată în figura 3.3

Oxigenul. În cadrul experimentului concentrația oxigenului a variat între 6,7 mg/l valoarea minimă și 7,2 mg/l valoarea maximă (figura 3.4).

pH-ul. În cadrul experimentului pH-ul a avut valori cuprinse între 7,21-7,98, iar Evoluția oxigenului dizolvat și a pH-ului în cadrul experimentului pe fiecare unitate de creștere este redată sintetic în figura 3.4

În perioada analizată, valorile amoniului (NH₄) s-au situat în ecartul 0,4 mg/l și 0,17 mg/l la ieșirea apei din unitățile de creștere. În ceea ce privesc concentrațiile de nitrați pe parcursul experimentului acestea au înregistrat valori până în 50 de mg/l, iar valorile înregistrate la nitriți au fost de maxim 0,05 mg/l limita admisă pentru apele piscicole. Dinamica evoluției parametrilor chimici ai apei sunt prezentați sintetic în figura.3.5

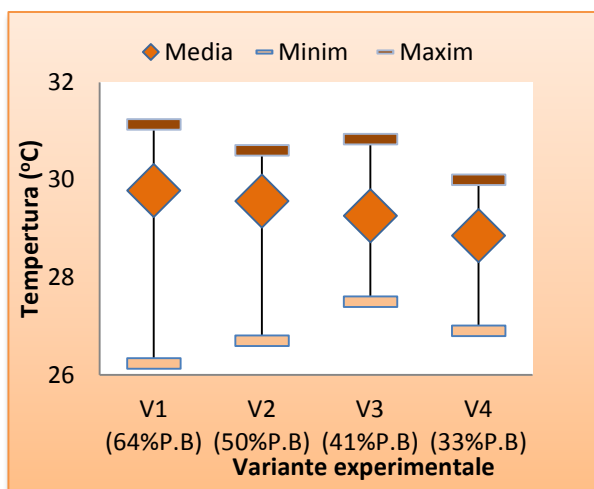


Figura 3.3. Evoluția temperaturii apei în unitățile de creștere

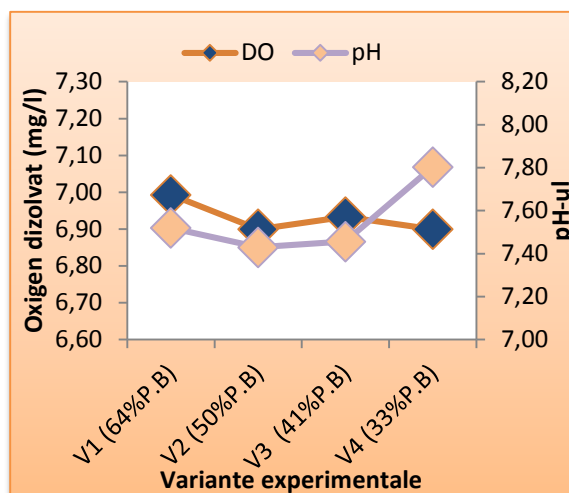


Figura 3.4. Evoluția oxigenului dizolvat și al pH-ului

Indicatorii tehnologici ai puietului de tilapia (*O. niloticus*) obținuți la sfârșitul perioadei experimentale sunt prezentați sintetic în tabelul 3.3 și grafic în figurile 3.6 și 3.7

Rezultatele au arătat că acumularea masei corporale a fost dependentă de conținutul proteic, la sfârșitul experimentului, diferența greutateilor medii individuale dintre cele 4 variante a fost semnificativă din punct de vedere statistic ($p < 0,05$; $p = 0,023$). Aceste rezultate evidențiind direct proporționalitatea a ritmului de creștere în raport cu nivelul proteic administrat în dietă.

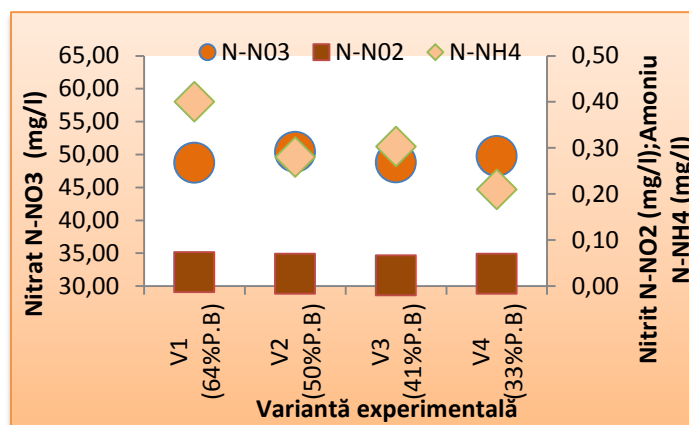


Figura 3.5. Dinamica evoluției parametrilor chimici ai apei

Un indicator important pentru evidențierea performanței de creștere în varianta cu cel mai scăzut conținut proteic V4, este reprezentat de *masa medie individuală* a exemplarelor realizată la sfârșitul experimentului (7,53 g/ex față de 5g/ex masa medie inițială, pentru varianta în care s-a distribuit un furaj cu conținut proteic de 33%, respectiv în V3 (41% P.B) 9,78 g/ex final față de 5 g/ex inițial, V2 (50% P.B) a înregistr următoarea valoare medie 18,22 g/ex media la final

fața de 5 g/ex inițial, iar în V1(64% P.B) a avut un spor de creștere individual de 20,21 g/ex la final fața de 5 g/ex inițial).

Tabelul 3.3 Indicatorii tehnologici ai puietului de tilapia (*O. niloticus*) obținuți în raport cu nivelul proteic distribuit

| Varianta experimentală | Unitate de măsură | V1 | V2 | V3 | V4 |
|---|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Indicatorul/bazinul | | B1(Media) | B2(Media) | B3(Media) | B4(Media) |
| Biomasa inițială | g | 189.50 | 196.50 | 190.50 | 190.50 |
| Biomasa finală | g | 821.33 | 740.67 | 630.67 | 525.67 |
| Spor creștere biomasa | g | 629.67 | 545.67 | 439.00 | 332.00 |
| Număr pești-inițial | | 40.00 | 40.00 | 42.00 | 42.00 |
| Număr pești final | | 40.00 | 40.00 | 42.00 | 42.00 |
| Supraviețuirea | % | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Masa medie inițială | g/ex | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Masa medie finală | g/ex | 20.21 | 18.22 | 14.78 | 12.53 |
| Durata perioadei de creștere | zile | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 |
| Spor creștere individual | g | 15.21 | 13.22 | 9.78 | 7.53 |
| GR (Rata creșterii zilnice) | g/zi | 20.99 | 18.19 | 14.63 | 11.07 |
| SGR (Rata creșterii specifice) | g%/zi | 4.85 | 4.45 | 3.97 | 3.32 |
| Cantitatea totală de furaje distribuite | g | 777.49 | 760.17 | 740.32 | 782.18 |
| Factorul de conversie al hranei (FCR) | g furaj/g | 1.24 | 1.39 | 1.70 | 2.38 |
| Rația zilnică hrană | % BW/zi | 7.07 | 7.00 | 7.03 | 7.10 |
| Proteina brută furaj | % | 64.00 | 50.00 | 41.00 | 33.00 |
| Proteina/Unitate de creștere | | 497.59 | 380.08 | 303.53 | 258.12 |
| Factorul de conversie al proteinei (PER) | g/g | 1.56 | 2.00 | 2.44 | 3.03 |

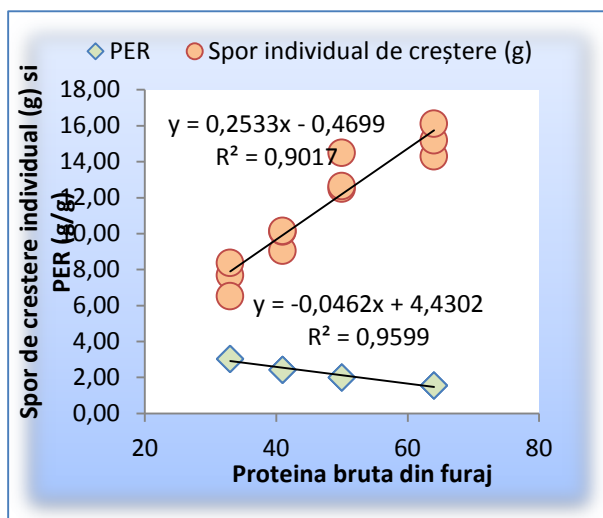


Figura 3.6. Relația dintre proteina brută din furaj și Coeficientul de reținere al proteinei (PER), respectiv sporul de creștere individual în cadrul experimentului (valori medii)

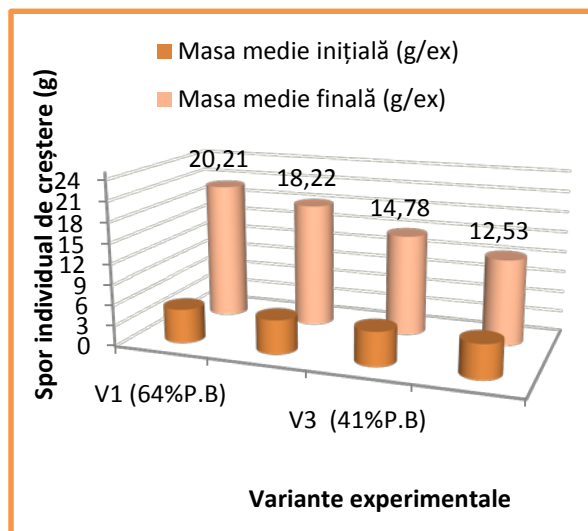


Figura 3.7. Variația sporului de creștere individual în cadrul variantelor experimentale la sfârșitul experimentului

După analiza critică a tuturor indicatorilor de performanță tehnologică în cadrul acestui experiment putem concluziona, faptul că nivelul performanței de creștere la puietul de tilapia de Nil se află în directă proporționalitate cu variantele experimentale, adică odată cu creșterea cantității de proteină din furaj, cresc atât parametrii de performanță ai creșterii, cât și parametrii referitori la randamentul utilizării hranei. Analizând experimentul din punct de vedere tehnologic, și având în vedere că perioada experimentală a fost de 30 de zile, specia *O. niloticus* și – a dublat greutatea în varianta V4, iar în varianta V1 a fost cu aproape dublu mai mult decât în V4, aceste aspecte indica în cazul tuturor variantelor o bună performanță de creștere și de utilizare a hranei administrate.

III.2. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu termica apei

III.2.1. Ipoteza asumată

Speciile din grupul Tilapia sunt foarte sensibile la temperaturi scăzute, aceasta datorându-se probabil unei proaste osmoreglări. Nu supraviețuiesc mai mult de câteva zile când sunt supuse unor temperaturi mai joase de 10°C, deși unele specii sunt mai tolerante cu altele. *O. niloticus* devine în general inactivă la temperaturi sub 16- 17 °C, iar la temperaturi ale apei mai scăzute de 10 °C poate interveni moartea. Temperatura optimă de creștere pentru *O. niloticus* este de 27- 32 °C, limitele extreme fiind considerate 12 - 40 °C.

Influența temperaturii la tilapia depinde de:

- ▶ Specie ;
- ▶ Durata expunerii;
- ▶ Mărime și stare;
- ▶ Alți factori mediali;
- ▶ Sistemul de producție;
- ▶ Și poziție geografică;

Scopul acestui studiu a fost de a determina temperatura optimă a mediului de cultură prin testarea mai multor variante într-o plajă stabilită prin sintetizarea datelor din literatură de specialitate, prezentând efectul acestora asupra performanțelor de creștere, a tilapiei de Nil (*Oreochromis niloticus*).

III.2.2. Designul experimental

Experimentele s-au desfășurat pe o perioadă de 30 de zile, în stația pilot I a Catedrei de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastrului din cadrul Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor, Galați.

Materialul biologic utilizat a fost reprezentat de puietul de tilapia, cu masa corporală medie de 34 g/exemplar

Timp de 30 de zile, în cele patru variante s-a distribuit același tip furaj cu proteina 41% și cu o rație zilnică de 15 g/kg greutate metabolică (3 % din biomasa totală) în toate variantele experimentale.

Cele patru variante experimentale au fost:

- ▶ V1 : 28 °C
- ▶ V2: 30 °C
- ▶ V3: 24 °C
- ▶ V4: 20 °C

Cele patru variante au fost alese pentru identificarea exigentelor tilapiei privind termica apei în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură. Deoarece literatura de specialitate menționează un ritm de creștere foarte bun a tilapiei la 28 °C s-a ales această temperatură drept martor, în consecința rezultatele vor fi prezentate în funcție de valorile obținute pentru martor.

III.2.3. Rezultate și discuții

Controlul calității apei

Aprecierile privind calitatea apei de cultură s-au realizat prin monitorizarea zilnică a temperaturii, pH-ului și oxigenului, măsurate cu ajutorul Oximetrului Hannah, și săptămânal a nitriților, nitraților și a concentrației de amoniu, determinați prin metoda spectrofotometrică.

Valorile obținute astfel au fost comparate cu cele optim admisibile specie, rezultate din literatura de specialitate (tabel 3.2), pentru specia de cultura *Oreochromis niloticus*.

În cadrul experimentului, **temperatura** a fost menținută la nivelurile termice alese pe toată durata experimentului utilizându-se, încălzitoare cu termosat. Evoluția temperaturii apei în unitățile de creștere este redată în figura 3.13

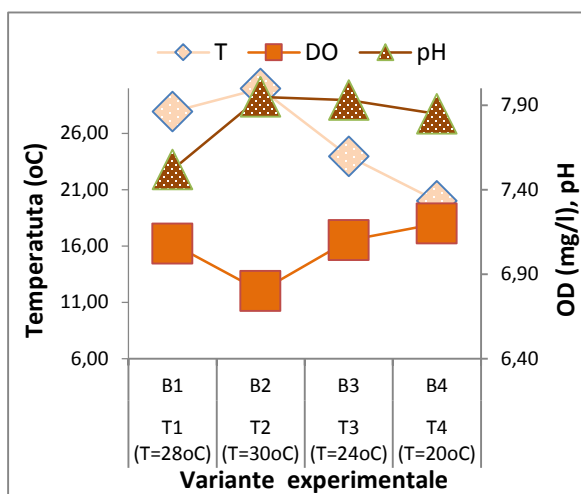


Figura 3.13. Evoluția temperaturii, oxigenului dizolvat și al pH-ului apei în unitățile de creștere

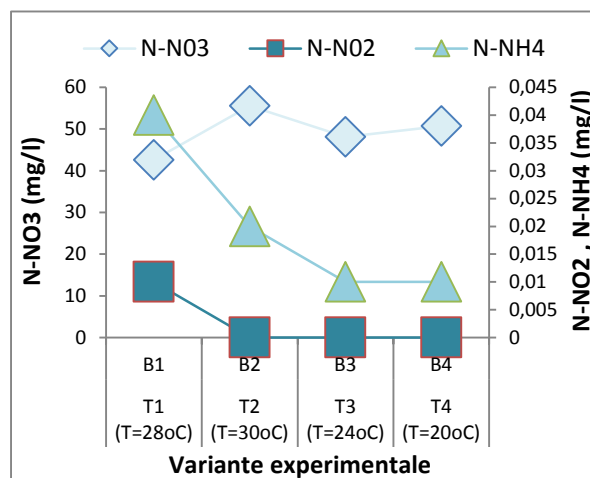


Figura 3.14. Dinamica compușilor azotului în apă

Parametrii apei au fost menținuți în ecartul optim astfel încât: O.D >60%;, pH 7,5–8; amoniu total 0,04 mg l⁻¹; NO₃⁻ 8 mg l⁻¹; NO₂⁻ analizele au fost efectuate săptămânal folosind metoda colorimetrică, valorile obținute nu au variat mai mult de 10% (figura 3.14)

Indicatorii de performanță ai creșterii

În conformitate cu ipoteza asumată scopul experimentului de față a fost acela de a determina temperatura optimă de cultură prin testarea mai multor variante într-o plajă stabilită prin sintetizarea datelor din literatură de specialitate, prezentând efectul acestora asupra performanțelor de creștere, a tilapiei de Nil (*Oreochromis niloticus*), pentru aceasta s-au asigurat condiții mediale identice în toate mediile de cultura.

Principalii indicatori de performanță tehnologică, precum și diferențele dintre diferitele tratamente aplicate asupra biomasei de cultură pot fi observate în tabelul 3.6.

Factorul de conversie a hranei (FCR) la finalul experimentului a fost de 0.76 în V1 (T1), 0.76 în V2 (T2), în V3 (T3) a avut valoarea de 0.99, iar în V4 (T4) de 0.80 pentru 28, 30, 24 și respectiv 20 °C. În acest studiu putem observa că FCR la 28 și 30 °C nu prezintă diferențe semnificative statistice ($p > 0,05$), iar diferența dintre 28, 30 și 20 °C nu este semnificativă statistic ($p > 0,05$).

Rata specifică de creștere (SGR) a avut următoarele valori la finalul experimentului în cele patru variante de 3.1 ; 3.1; 2.6 și respectiv 3, pentru 28, 30, 24 și 20 °C, se poate observa că la 24 °C este o scădere a SGR, fiind în contradicție cu datele obținute anterior de El-Sayed et al. (1996). SGR obținut la 20 °C se află la o valoare foarte apropiată de valorile obținute la martor.

Tabel 3.6. Principalii indicatori de performanță ai tilapiei de Nil

| Variantă experimentală | Valori mediane | | | |
|---|----------------|-------------|-------------|-------------|
| | T1 (T=28oC) | T2 (T=30oC) | T3 (T=24oC) | T4 (T=20oC) |
| <i>Indicator/Unitate de creștere</i> | B1 | B2 | B3 | B4 |
| <i>Biomasă inițială (g)</i> | 505.33 | 505.67 | 506.67 | 505.3 |
| <i>Biomasă finală (g)</i> | 1280.3 | 1272.3 | 1102 | 1235 |
| <i>Spor de creștere în biomasă (g)</i> | 765 | 766.67 | 595.33 | 729.67 |
| <i>Numărul de exemplare inițial</i> | 15 | 15 | 15 | 15 |
| <i>numărul de exemplare final</i> | 15 | 15 | 15 | 15 |
| <i>Supraviețuirea (%)</i> | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>Masa medie inițială (g/ex)</i> | 33.68 | 33.7 | 33.77 | 33.68 |
| <i>Masa medie finală (g/ex)</i> | 85.35 | 84.82 | 73.46 | 82.38 |
| <i>Perioada experimentală</i> | 30 | 30 | 30 | 30 |
| <i>GR (Rata zilnică de creștere) (g/zi)</i> | 51.6 | 51.11 | 39.6 | 48.64 |
| <i>SGR (%/zi)</i> | 3.09 | 3.07 | 2.58 | 2.97 |
| <i>Spor de creștere individual (g)</i> | 25.87 | 25.5 | 19.84 | 24.32 |
| <i>cantitatea de furaj distribuită (g)</i> | 590 | 588.3 | 588.6 | 588 |
| <i>FCR (g furaj/g spor biomasă) (g/g)</i> | 0.76 | 0.76 | 0.99 | 0.8 |
| <i>Rația zilnică (% biomasă)</i> | 3 | 3 | 3 | 3 |
| <i>PER (Coeficientul de reținere a proteinei) (g/g)</i> | 3.19 | 3.17 | 2.46 | 3.02 |
| <i>DGC (Coeficientul de creștere zilnic)</i> | 3.91 | 3.88 | 2.92 | 3.74 |
| <i>TGC (Coeficientul termic de creștere)</i> | 3.44 | 3.19 | 3.27 | 4.61 |

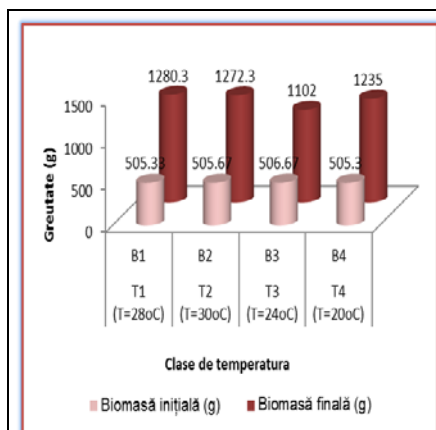


Figura 3.23 Dinamica biomasei de cultură în cele patru variante experimentale

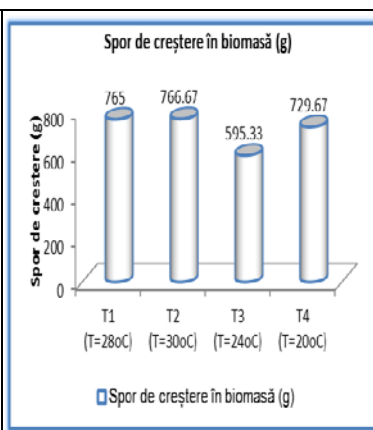


Figura 3.24. Sporul de creștere a biomasei de cultură în cele patru variante experimentale

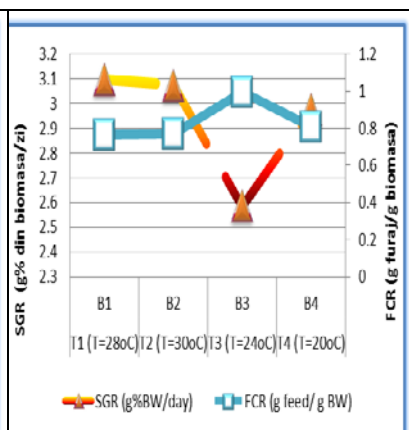


Figura 3.25 Factorul de conversie a hranei (FCR) și rata specifică a creșterii

Din analiza rezultatelor obținute în cadrul acestui experiment putem concluziona că temperatura de 20 ° C o putem situa din punct de vedere tehnologic în ecartul de temperaturi optime ale speciei studiate, valorile obținute pentru indicatorii de performanță stând la baza acestei concluzii .

În prezentul studiu am urmărit efectul temperaturii asupra puietului de tilapia la nivelul indicatorilor tehnologici, nu s-au observat diferențe semnificative între variantele V1, V2 și V4, dar am putut observa diferențe semnificative între variantele V1, V2, V3, și V4.

Rezumând cele redate, se poate concluziona că, variant experimentală V4, respective variant în care temperatura a fost de 20 ° C o putem situa din punct de vedere tehnologic în ecartul de temperaturi optime ale speciei studiate, a condus la îmbunătățirea performanței de creștere, aspect reliefat de valorile apropiate ale indicatorilor de performanță a creșterii între variant V4 și variantele V1, respectiv V2 între care nu s-au observat diferențe sub aspectul indicatorilor de performanță tehnologică.

3.3. Performanta creșterii tilapiei de Nil în raport cu administrarea unui furaj îmbogățit cu vitamina C

III.3.1. Ipoteza asumata

Acvacultura intensivă poate induce uneori materialului piscicol o situație de stres care duce de multe ori la o scădere a imunității. Bune practici de gestionare și manipulare a materialului poate reduce stresul și, prin urmare, ajuta la menținerea echilibrului homeostazic. Cu toate acestea, deoarece nu toate situațiile stresante pot fi evitate, de pește cu mecanisme îmbunătățite de apărare vor fi mai bine pregătiți pentru a combate efectele negative ale stresului.

În contextul celor prezentate, ipoteza experimentului inițial este aceea că în cazul unui sistem recirculant, există, pentru o anumită specie, tilapia în cazul de față, o profilaxie nutrițională prin optimizarea tehnologiei, toleranței la stres, a răspunsului imun, demonstrând astfel importanța vitaminei C ca imunostimulator și ca element cheie nutrițional în acvacultura modernă prin îmbunătățirea performanței de creștere și a supraviețuirii.

III.3.2 Design experimental

Dezideratul principal al ideii asumate, anume, determinarea cantității optime de vitamina C necesară aditivării unui furaj pentru a îndeplini cerințele optime de profilaxie nutrițională, într-un anumit context de management tehnologic a presupus organizarea unui experiment în care au fost testate patru variante.

Infrastructura în cadrul careia s-a desfășurat experimentul a fost reprezentată de sistemul recirculant al Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, Facultatea de Știință și Ingineria Alimentelor, Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați. Experimentările s-au desfășurat pe o perioadă de 30 de zile, în intervalul martie – aprilie 2012.

Materialul biologic utilizat este același folosit și în cadrul experimentelor anterioare, este reprezentat de tilapia de 92 ± 1 g, provenit din cadrul pepinierii piscicole a Centrului de Cercetare și Dezvoltare pentru Piscicultura, Nucet, România.

Principali parametri biochimici ai furajului, respectiv conținutul proteic (32%) și valoarea energetică, respectiv, granulația de 4 mm corespund cerințelor nutriționale ale stadiului de dezvoltare a speciei (Oprea L. et al., 2000). În ceea ce privește intensitatea hrănirii, aceasta s-a adoptat în funcție de posibilitățile reale de control a calității apei din unitățile de creștere, și anume 1,9% BW (kg furaj/kg biomasa*zi).

III.3.3. Rezultate și discuții

Controlul calitatii apei

Monitoringul calitatii apei în unitățile de creștere s-au efectuat atât zilnic cât și săptămânal. Zilnic s-au înregistrat valorile oxigenului și a temperaturii, și săptămânal s-au efectuat analize de determinare a nitraților, amoniului și pH-ul.

Temperatura, a oscilat în intervalul $27,5 - 29$ °C (figura nr. 3.), ecartul fiind inclus în ecartul optim al speciei conform El-Sherif et al., 2009, dinamica temperaturii apei în cele patru variante experimentale, este similară datorită caracterului recirculant al apei și al încălzitoarelor cu termostat.

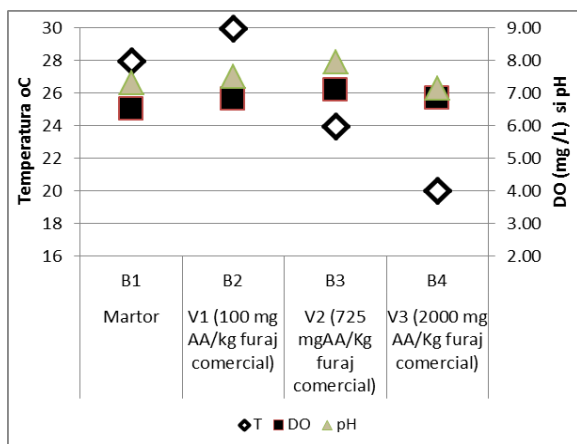


Figura nr.3.27. Valori medii ale temperaturii, oxigenului dizolvat și pH-ului pentru cele 4 variante experimentale

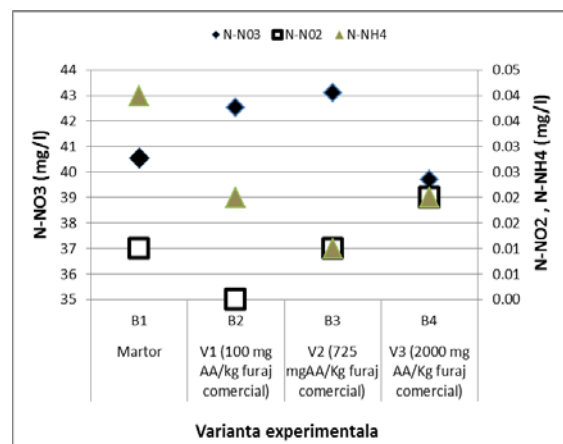


Figura 3.28 Valori medii pentru principalii parametri fizico-chimici ai apei

Dinamica concentrației în oxigen dizolvat (Figura .3.27) este în strânsă corelație cu regimul termic al peștilor, indicând faptul că acest parametru a fost menținut în ecartul optim al speciei. Prelucrarea statistică a acestui parametru indică că nu sunt diferențe semnificative între variantele experimentale în ceea ce privește concentrația de oxigen dizolvat și pH-ul apei.

Valorile înregistrate, au indicat condiții de mediu adecvate pentru creșterea tilapiei de Nil în timpul perioadei experimentale (Figura 3.27. Și Figura 3.28.).

Amoniu. Pe durata experimentului valorile înregistrate au fost cuprinse în ecartul de 0,02 – 0,04 mg/L, fiind prezentate principalele valori medii în fiecare varianta în figura 3.28.

Indicatori de performanță ai creșterii

Prezentul studiu a evaluat modul în care aditivarea unui furaj cu vitamina C influențează performanța creșterii.

Din prelucrarea statistică a indicatorilor de performanță tehnologică obținuți în cele patru variante experimentale, se desprind o serie de concluzii în ceea ce privește ipoteza asumată, și anume dependența dintre necesarul aditivării furajelor și performanța creșterii biomasei de cultură.

Indicatorii tehnologici de performanță ai creșterii a tilapiei de Nil, *Oreochromis niloticus*, sunt prezentați analitic în tabelul 3.7., iar cei mai sugestivi sunt prezentați grafic în figura 3.37. Atât în prezentarea grafică cât și în cea analitică a indicatorilor de performanță tehnologică, se poate observa o creștere liniară a biomasei de cultură în cele patru variante experimentale, valorile înregistrate în cadrul experimentului fiind aproape egale (Martor, 932,67 g; V1, 928,00 g; V2, 923,33 g; V3, 926,33 g)

Tabelul 3.7. Indicatorii de performanță tehnologică din cadrul experimentului

| Indicator biotehnologic | U.M. | Martor | V1 (100 mg AA/Kg furaj comercial) | V2 (725 mg AA/Kg furaj comercial) | V3 (2000 mg AA/Kg furaj comercial) |
|---|------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| | | B1 (Media) | B2 (Media) | B3 (Media) | B4 (Media) |
| <i>Număr inițial de pești</i> | - | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| <i>Număr final de pești</i> | - | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| <i>Supraviețuirea</i> | % | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| <i>Biomasa inițială</i> | g | 932.67 | 928.00 | 923.33 | 926.33 |
| <i>Biomasa finală</i> | g | 2110.67 | 2099.33 | 2093.67 | 2093.00 |
| <i>Spor de creștere</i> | g | 1178.00 | 1171.33 | 1170.33 | 1166.67 |
| <i>Masa medie inițială</i> | g/ex | 93.27 | 92.80 | 92.33 | 92.63 |
| <i>Masa medie finală</i> | g/ex | 211.07 | 209.93 | 209.37 | 209.30 |
| <i>Rata specifică de creștere - SGR</i> | %/zi | 2.72 | 2.72 | 2.73 | 2.72 |
| <i>Coefficientul de reținere a hranei - FCR</i> | g/g | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 |

| | | | | | |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Coefficientul de reținere al proteinei - PER | g/g | 5.30 | 5.29 | 5.30 | 5.27 |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|

Sporul de creștere a biomasei este direct proporțional cu biomasa inițială, dar nu se observă diferențe semnificative din punct de vedere statistic ($p > 0,05$). În condițiile aplicării unei aceiași intensități a hrănirii în toate variantele, s-a urmărit, în cadrul experimentului efectuat, identificarea unei eventuale corelații între un alt indicator important factorul de conversie a proteinei (PER) și factorul de conversie a hranei (figura 3.38.).

Din reprezentarea grafică a acestor doi parametri se poate observa în primul rând că factorul de conversie al hranei este același în toate cele 3 variante experimentale comparativ cu martorul, având valoarea 0,57 g/g, neînregistrându-se diferențe semnificative statistic ($p > 0,05$, $p = 0,82$) ca și în cazul celorlalți parametri de creștere. Se evidențiază de asemenea, faptul că variația factorului de conversie a hranei la nivelul celor patru variante experimentale este simetrică cu cea a factorului de conversie a proteinei (PER), având valori asemănătoare în toate variantele, la varianta martor PER a înregistrat o valoare de 5,30 g/g, în V1 o valoare medie de 5,29 g/g, V2 valoarea medie a fost de 5,30 g/g, respectiv în V3 o valoare medie de 5,27.

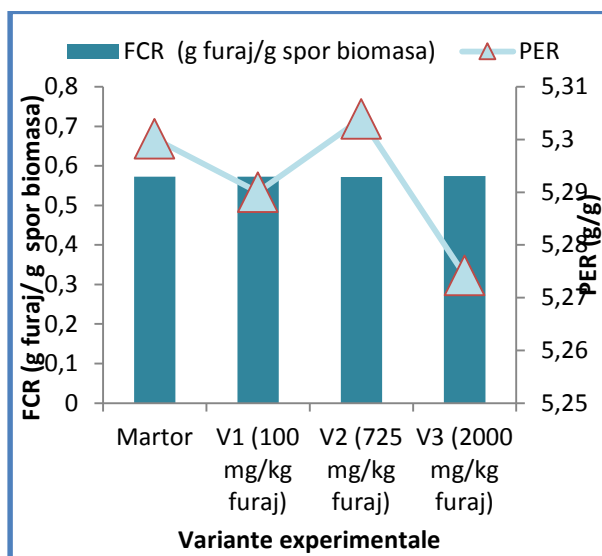


Figura 3.37. FCR (Factorul de conversie al hranei) și PER (Factorul de conversie al proteinei)

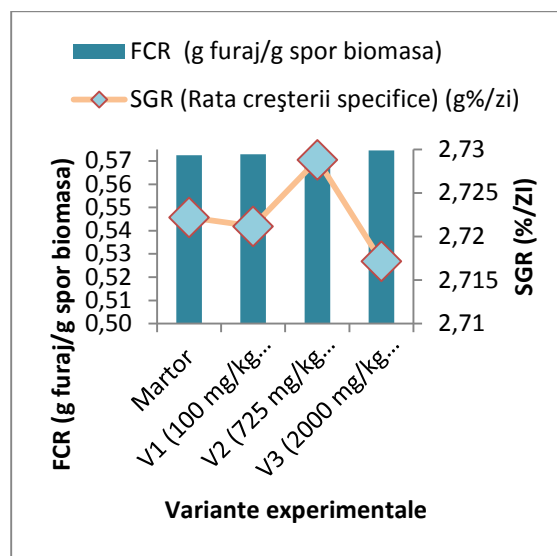


Figura 3.38. Factorul de conversie a hranei (FCR) și rata specifică de creștere (SGR)

Estimarea concentrației de vitamina C din tesutul muscular al tilapiei de Nil

Concentrația de vitamina C din tesutul muscular se realizează după determinarea λ_{max} , a unei colorații specifice determinate cu ajutorul UV-spectrofotometrului, se citește valoarea absorbanței a probelor standard (blanc) care vor forma curba de calibrare. Prin plotarea

concentrațiilor de vitamina C la o absorbantă corespunzătoare, se va obține curba de calibrare(Figura 3.39) (Mirea C.,2013).

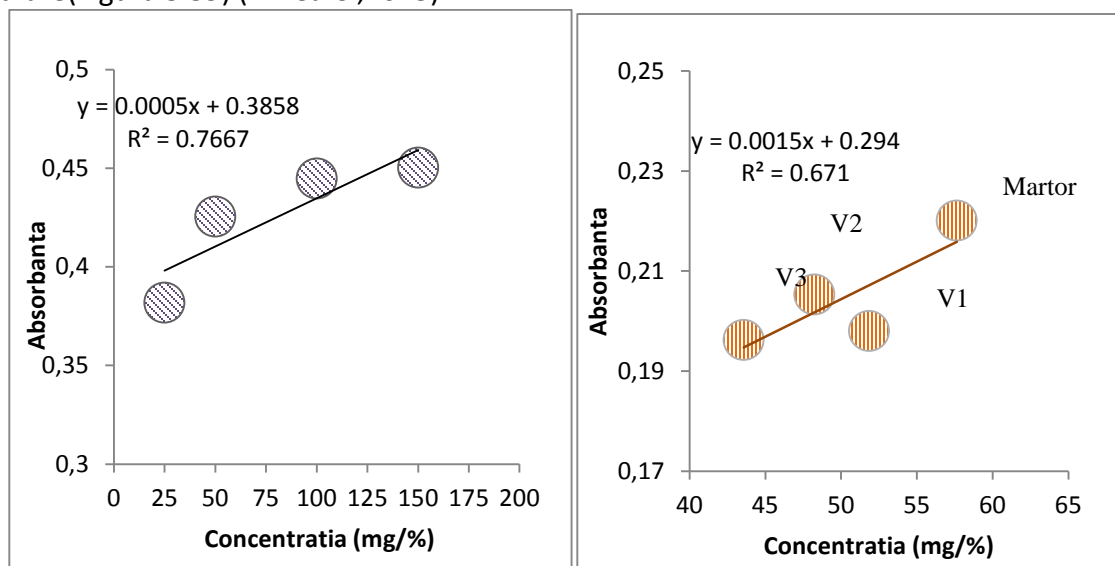


Figura 3.39. Concentrațiile vitaminei C în cele patru variante experimentale și curba de calibrare a Vitaminei C

În urma analizei efectuate putem afirma ca atât indicatorii de performanță tehnologică cât și concentrația de vitamina C din țesutul muscular nu au prezentat diferențe semnificative statistic, ceea ce ne duce spre concluzia ca ecartul ales pentru testarea vitaminei C trebuie încă studiat.

III.4. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu creșterea compensatorie

III.4.1. Ipoteza asumată

Creștere compensatorie este un termen folosit pentru a descrie o perioadă de hrănire intensă, însoțită de o creștere mai mare, urmată de o perioadă de privare de hrană, pentru a recupera greutatea corporală inițială sau traiectoria de creștere.

Ipoteza asumată în cadrul prezentului experiment este aceea de a evalua potențialul de creștere compensatorie a tilapiei de Nil în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială. Infirmarea/confirmarea acestei ipoteze reprezintă un bun argument pentru a aprecia, nevoia introducerii acestei specii de cultură în acvacultura românească.

III.4.2. Design Experimental

Infrastructura în cadrul careia s-a desfășurat experimentul a fost reprezentată de sistemul recirculant al Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, Facultatea de Știința și Ingineria Alimentelor, Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați. Experimentele s-au desfășurat pe o perioadă de 28 de zile, în intervalul mai-iunie 2012. În Stația pilot II al Catedrei de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, modulul de creștere prezintă 4 unități de creștere experimentale.

Pentru a evalua creșterea compensatorie a puietului de tilapia, în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură, exemplarele din varianta V1 (B1), au fost hrănite continuu timp de 28 de zile, în timp ce în varianta V2 (B2) au fost hrănite 2 zile, după care 2 zile au fost private de hrană, în variantă V3 (B3) au fost hrănite 4 zile, după care 4 zile au fost private de hrană, iar în varianta B4 (T4) au fost hrănite 6 zile după care au fost private de hrană 6 zile aceste cicluri repetându-se pe o perioadă de 28 de zile.

În cadrul acestui experiment materialul biologic a fost hrănit cu un tip de furaj dedicat crapului cunoscut sub denumirea comercială de SOPROFISH 32/10 PROFI; profilul biochimic al furajului este prezentat în tabelul nr 3.8.

Materialul biologic a fost hrănit manual, furajul fiind repartizat în patru porții egale și distribuit la un interval de 3 ore (9⁰⁰, 12⁰⁰, 15⁰⁰, 18⁰⁰). În varianta în care exemplarele au fost hrănite continuu, furajul a fost distribuit zilnic, în timp ce în celelalte variante a fost distribuit doar jumătate din perioada primei variante, la aceleași ore și intensitate ca în cazul variantei martor, respectând pentru fiecare variantă în parte zilele de hrănire urmate de perioada de inaniție.

III.4.3. Rezultate și discuții

Controlul calității apei

Recuperarea în greutate la pești poate fi influențată de unii factori de mediu cum ar fi temperatura apei, calitatea apei (conținut de oxigen, amoniu, nitriți, nitrați) (Rubio, 2010).

Oxigenul dizolvat s-a menținut în intervalul optim pe tot parcursul etapelor experimentale (B1 – 8,7±0,05 mg/L, B2 – 8,7±0,06 mg/L, B3 – 8,55±0,06 mg/L, B4 – 8,15±0,07 mg/L). Metabolismul, creșterea și chiar rezistența la anumite boli poate scădea atunci când peștii sunt expuși la concentrații ale oxigenului dizolvat sub nivelul optim pentru o perioadă de timp prelungită. În sistemele recirculante, concentrația oxigenului dizolvat trebuie menținută la un nivel superior nivelului celui de 5 ppm sau 60 % saturație pentru o creștere optimă

Temperatura a fost înregistrată odată cu măsurarea oxigenului dizolvat în masa apei (la nivelul bazinelor de cultura) și a variat într-un ecart optim (figura. 3.42). Temperatura s-a

menținut în ecartul optim pentru creșterea speciei care se aliniază intervalului specificat și în literatura de specialitate (20-28°C).

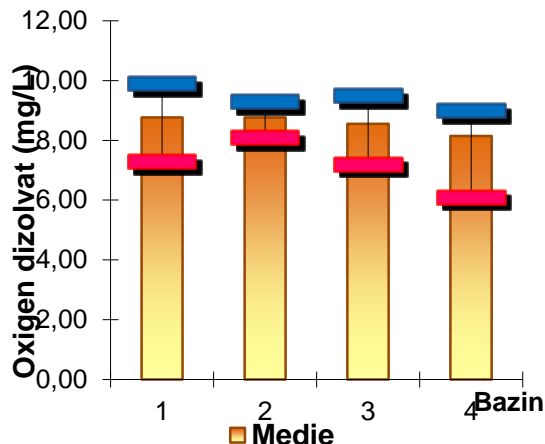


Figura 3.41. Evoluția valorilor medii zilnice ale DO în apa tehnologică

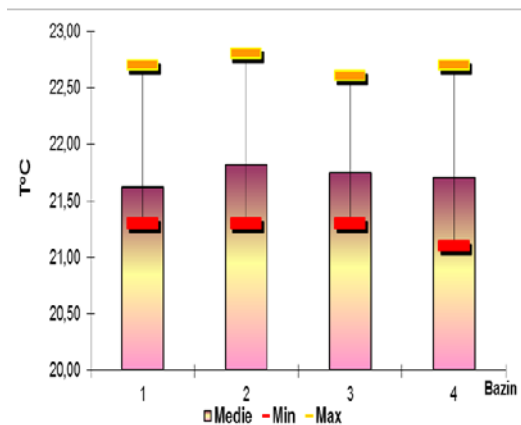


Figura 3.42. Evoluția temperaturilor medii zilnice din apa tehnologică

Valorile medii ale pH-ului se încadrează într-un ecart cuprins între un minim de 7,86 u.pH și un maxim de 7,94 u.pH (la nivelul bazinului B2).

Azotul amoniacal reprezentat de $N-NH_4$, reprezintă principalul produs final al descompunerii substanței organice reziduale (hrană neconsumată, dejecții) de către bacteriile heterotrofe. Produsul final al acestui proces este amoniul, compus instabil ce se transformă în amoniac

Valorile înregistrate în sistem variază într-un ecart destul de larg, unele valori situându-se la limita maxim admisă pentru ciprincultură, neatingându-se însă valorile nocive care ar fi putut pune în pericol desfășurarea vieții în bazine. Efectul general al expunerii pe termen lung la o concentrație mare de amoniac constă în stagnarea creșterii și o sensibilitate crescută față de îmbolnăvirile de natură infecțioasă

Indicatori de performanță tehnologică

Obiectivul prezentului experiment a fost acela de a evalua potențialul de creștere compensatorie a tilapiei de Nil, proces destul de complex studiat în detaliu în literatura de specialitate. Din analiza critică și prelucrarea statistică a indicatorilor de performanță tehnologică, obținuți în cele patru variante experimentale, se desprind o serie de concluzii importante în ceea ce privește ipoteza asumată, anume, potențialul de creștere compensatorie a tilapiei de Nil în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială.

Analiza dinamicii biomasei de cultură evidențiază potențialul de creștere favorabil al exemplarelor din varianta V2 (2 zile hrănire urmate de 2 zile înfometare) de a recupera greutatea

pierdută în perioada de înfometare ajungând biomasa de cultură a variantei martor cu doar jumătate din cantitatea de hrană primită de martor. Astfel, plecând de la o biomasă inițială de 3777 g în V1, 3773 g în V2, 3774 în V3, respectiv 3776 în V4, ce demonstrează valori sensibil egale în toate unitățile de creștere, s-a ajuns la finalul experimentului, după 28 de zile, la o biomasă de 4846 g în varianta V1 (Martor - hrănire continuă), 4457 g în V2, 4339 g în V3 și, respectiv, 4290 g în V4, moment ce evidențiază faptul că variantele V2 și V4 au valori apropiate ale biomasei finale (figura 3.55).

Rata specifică a hranei (SGR), respectiv *factorul de conversie al hranei (FCR)* sunt parametrii ce exprimă, dinamica creșterii individuale și a biomasei de cultură în cele patru variante experimentale. În ceea ce privește factorul de conversie a hranei (figura 3.57), s-a înregistrat o valoare de 1.22 g furaj/spor de biomasă în varianta V1 în care exemplarele au fost hrănite continuu, o valoare de 0,91 g furaj/g spor de biomasă în varianta V2, varianta în care peștii sunt hrăniți 2 zile și apoi privați de hrană 2 zile. Valorile factorului de conversie a hranei sunt sensibil egale în variantele V3 cu o valoare de 1,10 g furaj/g spor de biomasă și V4 cu o valoare de 1,26 g furaj / g spor de biomasă, capacitatea de conversie a hranei a fost afectată de perioadele de hrănire și înfometare de 4 zile, respectiv 6 zile.

Sporul de creștere un alt indicator biotehnologic important al creșterii, a evidențiat ca și în cazul masei medii individuale, o valoare mai mare la martor 1069 g, în timp ce pentru varianta V4 s-a înregistrat cel mai mic spor de creștere (514 g). variantele intermediare au fost V2 și V3 în care valorile înregistrate au fost de 684 g, respectiv 565 g. (figura 3.56). Rata specifică a creșterii este invers proporțională cu factorul de conversie al hranei (FCR), înregistrând valori diferite pentru cele patru variante, astfel : în varianta V1 valoarea înregistrată a fost de 1,00 % spor de biomasă/zi, în B2 de 0,67 % spor de biomasă/zi, B3 a avut o valoare de 0,56 % spor de biomasă/zi, respectiv în B4 o valoare de 0,51 % spor de biomasă/zi.

Factorul de conversie al proteinei (PER) reprezintă un indicator direct dependent de sporul de creștere și cantitatea de proteină din furajul ingerat și, din acest motiv, o valoare mare a sporului de creștere pentru exemplarele hrănite cu aceeași cantitate de proteină determină o valoare proporțională a factorului de conversie al proteinei.

Cantitatea totală de proteină administrată în cele 4 variante experimentale a fost diferită datorită faptului că în cele trei variante în care peștii au fost înfometați și apoi rehrăniți s-a utilizat jumătate din cantitatea de furaj distribuită în varianta V1 cu hrănire continuă, astfel în V1 valoarea proteinei brute /unitate descreștere a fost de 419.84, în varianta V2 a avut valoarea 199.68, V3 cu o valoare de 199.68, respectiv V4 cu 207.36. Factorul de conversie al proteinei a variat direct proporțional cu rata specifică de creștere (SGR) (figura 3.58).

Tabel 3.9. Indicatorii tehnologici de creștere ai tilapiei de Nil

| Indicator tehnologic | V1 (Martor) | V2 (2/2) | V3 (4/4) | V4 (6/6) |
|--------------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Furaj total/ acvariu (g) | 1312.00 | 624.00 | 624.00 | 648.00 |
| Biomasa totala inițiala (g) | 3777.00 | 3773.00 | 3774.00 | 3776.00 |
| Biomasa totala finala (g) | 4846.00 | 4457.00 | 4339.00 | 4290.00 |
| Greutatea inițiala medie (g/ex) | 83.93 | 83.84 | 83.87 | 83.91 |
| Greutatea finala medie (g/ex) | 107.69 | 99.04 | 96.42 | 95.33 |
| Număr exemplare INITIAL | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 |
| Număr exemplare FINAL | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 |
| IWG (g/ex) | 23.76 | 15.20 | 12.56 | 11.42 |
| Spor total de creștere(g) | 1069.00 | 684.00 | 565.00 | 514.00 |
| Rata relativa de hrănire-R (g/kg/zi) | 1.37 | 0.68 | 0.68 | 0.71 |
| SGR (% BW/zi) | 1.00 | 0.67 | 0.56 | 0.51 |
| Rata zilnica de creștere - (g/kg/zi) | 0.95 | 0.61 | 0.50 | 0.46 |
| FCR | 1.23 | 0.91 | 1.10 | 1.26 |
| Proteina / acvariu | 419.84 | 199.68 | 199.68 | 207.36 |
| PER (g/g) | 2.55 | 3.43 | 2.83 | 2.48 |

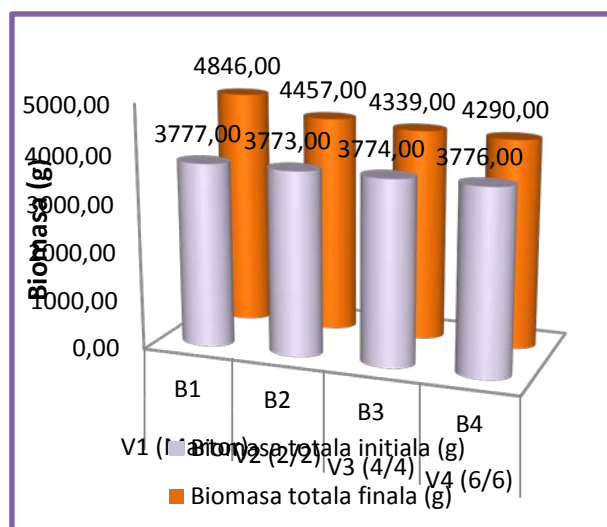


Figura 3.55. Evoluția biomasei în cele două variante experimentale

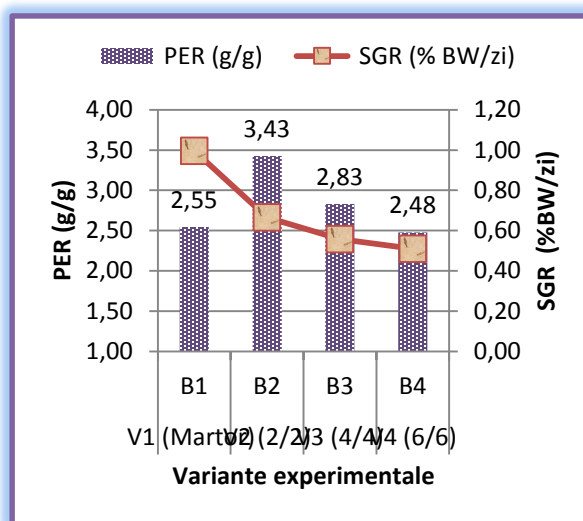


Figura 3.58. Factorul de conversie al proteinei (PER) și rata specifică de creștere

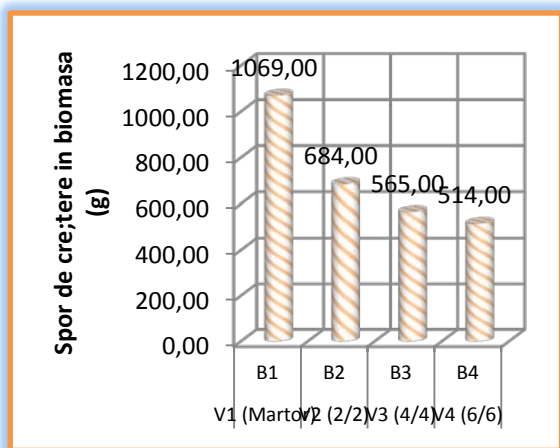


Figura 3.56. Sporul total de creștere în cele patru unități experimentale

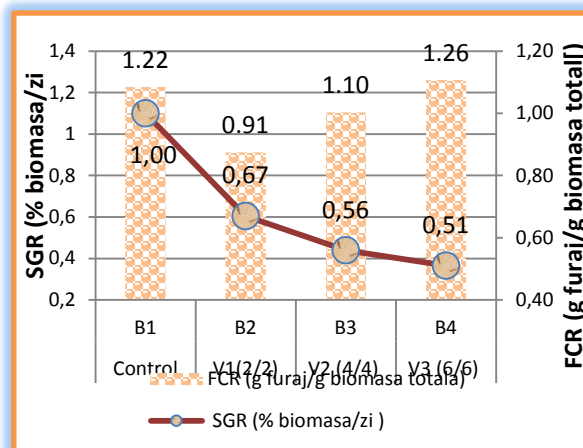


Figura 3.57. Factorul de conversie al hranei (FCR) și rata specifică de creștere

Pe baza valorilor analizate în cadrul experimentului de creștere compensatorie a puietului de tilapia putem afirma ca materialul biologic din cele 4 variante experimentale a fost omogen și corespunzător distribuit între variantele testate, creând premisele corecte de debut experimental. La finalul experimentului, este de remarcat ca variabilitatea intra-grup se accentuează mai mult în cazul tilapiei hrănite continuu comparativ cu materialul biologic înfometat și apoi re-hrănit.

În experimentul de față creșterea compensatorie la finalul experimentului, adică după 28 de zile, a fost una parțială, în sensul că varianta V2 cu un interval de 2 zile hrănire, respectiv 2 zile inaniție a avut cea mai bună recuperare față de varianta V1 (martor) ceea ce ne permite să afirmăm potențialul aplicativ favorabil al acestei variante experimentale în asigurarea unui management al hrănirii optimizat sub aspectul cantității de hrană ce se introduce în sistemul recirculant. Astfel, valorile tuturor indicatorilor de performanță, alături de calculul statistic aplicat, evidențiază, în cazul prezentului experiment, potențialul de creștere compensatorie a speciei *Oreochromis niloticus* de a prezenta o creștere parțială de masă a exemplarelor ce au fost înfometate și apoi re-hrănite.

III.5. Performanța creșterii tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii

III.5.1. Ipoteza asumată

Intensitatea hrănirii este variabilă pe durata perioadei de creștere, în funcție de stadiul de dezvoltare al speciei, respectiv talia acesteia la un moment dat.

Dacă nivelul intensității hrănirii este excesiv, calitatea apei se deteriorează iar atunci când rata furajării este prea scăzută, capacitatea sistemului de producție devine inefficientă.

Ipoteza asumată în cadrul prezentului experiment este aceea de a evalua performanțele de creștere în raport cu intensitatea administrării hranei puietului de tilapia de Nil.

III.5.2. Design experimental

Infrastructura în cadrul căreia s-a desfășurat experimentul a fost reprezentată de sistemul recirculant al Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, Facultatea de Știința și Ingineria Alimentelor, Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați. Experimentele s-au desfășurat pe o perioadă de 30 de zile, în intervalul mai– iunie 2013. În Stația pilot II Modulul de creștere cu 12 incinte experimentale

Materialul biologic utilizat este reprezentat de tilapia de 37 ± 1 g, și cu o lungime standard de 10 ± 1 mm provenit din cadrul Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru, în urma reproducerii în cadrul Departamentului.

Furajului administrat, a avut un conținutul proteic de 33%, rația zilnică de hrănire în cele patru variante experimentale a fost, 3% din biomasă/zi în V1, pe tot parcursul experimentului, rația fiind reajustată la cântăririle intermediare, V2 având o rație de 5% din biomasă, V3 cu o rație de 7 % din biomasă, și respectiv V4 în care hrana a fost administrată ad libitum dar la sfârșitul fiecărei zile s-a procedat la cuantificarea rației zilnice astfel la final am putut calcula o rație zilnică medie pentru această variantă

III.5.3. Rezultate și discuții

Controlul calității apei

Principalii parametri de calitate ai apei, monitorizați au înregistrat valori constante pe parcursul desfășurării experimentului, și nu au fost influențați de cantitatea de hrană administrată în cele patru variante experimentale. Valorile parametrilor fizico-chimici ai apei s-au situat în limitele optime ale speciei studiate și nu au prezentat diferențe semnificative statistice (s-a aplicat testul T, $p > 0,05$); parametrii de calitate ai apei sunt descriși detaliat în cele ce urmează:

Temperatura apei a oscilat în ecartul optim speciei, a variat între 24,0 minima și 27,90 °C maxima. Deoarece tilapia este o specie care are o toleranță mare față de ecartul termic, valorile temperaturii din cadrul experimentului nu se situează în afara ecartului de confort termic (figura 3.60).

Oxigenul dizolvat a înregistrat o valoare medie de 6,34 , cu o minimă de 5,33 mg/l și o maximă de 8,12 mg/l în varianta (figura 3.60). valorile obținute în cadrul experimentului corespund exigențelor speciei și se încadrează în ecartul optim al speciei.

pH-ul a înregistrat valori cuprinse între 6,78 minimul, un maxim de 6,79 și o valoare medie de 6,78. Valorile medii obținute în cadrul experimentului se încadrează în ecartul optim al speciei (Figura 3.60).

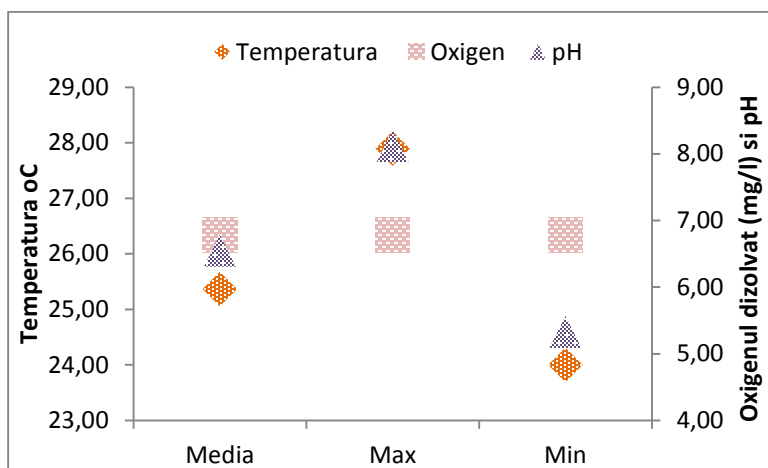


Figura 3.60. Variația temperaturii, oxigenului dizolvat și al pH-ului pe parcursul experimentului

Indicatori de performanță tehnologică

Obiectivul prezentului experiment a fost acela de a evalua intensitatea de hrănire necesară tilapiei de Nil, proces destul de complex studiat în detaliu în literatura de specialitate. Din analiza critică și prelucrarea statistică a indicatorilor de performanță tehnologică, obținuți în cele patru variante experimentale, se desprind o serie de concluzii importante în ceea ce privește ipoteza asumată, anume, identificarea nivelului optim de hrănire a tilapiei de Nil în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială.

Analiza *dinamicii biomasei* de cultură se observă că în varianta V4 cu hrănire ad libitum biomasa finală este de 3682, iar în V3 (7%BW), având valoarea de 3633, între cele două variante experimentale la finalul experimentului nu s-au constatat diferențe semnificative statistice ($p > 0,05$), de aici putem concluziona că nivelul de hrănire care a avut rezultate în ceea ce privește greutatea finală individuală, și biomasa totală finală este acela de 7% pentru această talie. Astfel plecând de la o biomasă inițială de 1149 g în V1, 1148 g în V2, 1126 g în V3, respectiv 1098 în V4, sensibil egală în toate unitățile de creștere, s-a ajuns la finalul experimentului, după 34 de zile, la o biomasă de 2752 g în varianta V1 (3%Bw) , 3249 g în V2, 3633 g în V3, și 3682 g în V4, variantele V3 și V4 au valori apropiate ale biomasei finale (figura 3.70)

Sporul de creștere un alt indicator biotehnologic important al creșterii, a evidențiat ca și în cazul masei medii individuale, o valoare mai mare la V4 de 71,70 g, în timp ce pentru varianta V1 s-a înregistrat cel mai mic spor de creștere (48,81 g), variantele intermediare au fost V2 și V3 în care valorile înregistrate au fost de 60,90 g, respectiv 71,45 g (figura 3.71).

Tabelul 3.11. Indicatorii tehnologici de creștere ai tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii

| Indicator | Varianta experimentală | | | |
|--|------------------------|-----------|-----------|-----------------|
| | V1 (3%BW) | V2 (5%BW) | V3 (7%BW) | V4 (Ad libitum) |
| Biomasa inițială (g) | 1149 | 1148.66 | 1126 | 1098 |
| Biomasa finală (g) | 2752 | 3249.33 | 3633.66 | 3682.33 |
| Spor creștere biomasa (g) | 1603 | 2100.66 | 2507.66 | 2584.33 |
| Număr pești-inițial | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Număr pești final | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Supraviețuirea (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Masa medie inițială (g/ex) | 37.32 | 38.28 | 37.53 | 36.6 |
| Masa medie finală (g/ex) | 86.12 | 99.19 | 108.98 | 108.3 |
| Durata experimentului | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Spor creștere individual (g) | 48.80 | 60.90 | 71.45 | 71.7 |
| GR (Rata creșterii zilnice)(g/zi) | 47.14 | 61.78 | 73.75 | 76.00 |
| SGR (Rata creșterii specifice) (g%/zi) | 2.56 | 3.04 | 3.44 | 3.55 |
| FCR (g furaj/g spor biomasa) | 1.01 | 1.41 | 1.67 | 1.60 |
| PER | 2.98 | 2.17 | 1.80 | 1.88 |

Rata specifică a hranei (SGR), respectiv *factorul de conversie al hranei (FCR)* sunt parametrii ce exprimă, dinamica creșterii individuale și a biomasei de cultură în cele patru variante experimentale. În ceea ce privește factorul de conversie a hranei (figura 3.5.43), s-a înregistrat o valoare de 1.02 g furaj/spor de biomasă în varianta V1, o valoare de 1,41 g furaj/g spor de biomasă în varianta V2. Valorile factorului de conversie a hranei sunt sensibil egale în variantele V3 cu o valoare de 1,68 g furaj/g spor de biomasă și V4 cu o valoare de 1,60 g furaj / g spor de biomasă.

Rata specifică a creșterii este invers proporțională cu factorul de conversie al hranei (FCR), înregistrând valori diferite pentru cele patru variante, astfel: în varianta V1 valoarea înregistrată

a fost de 2,57 % spor de biomasă/zi, în B2 de 3,04 % spor de biomasă/zi, B3 a avut o valoare de 3,44 % spor de biomasă/zi, respectiv în B4 o valoare de 3,56 % spor de biomasă/zi (figura 3.72).

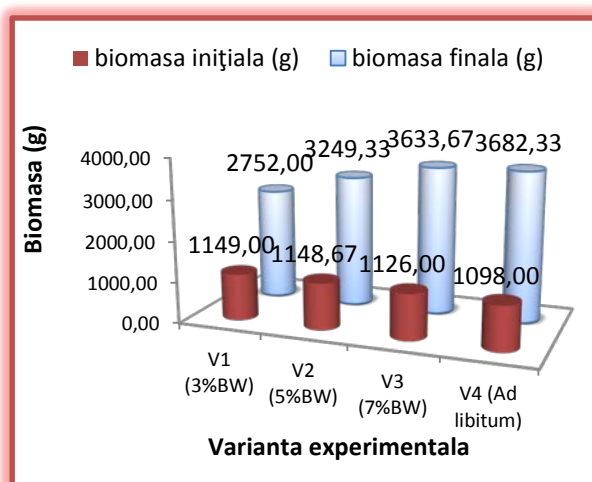


Figura 3.70. Evoluția biomasei în cele patru variante experimentale

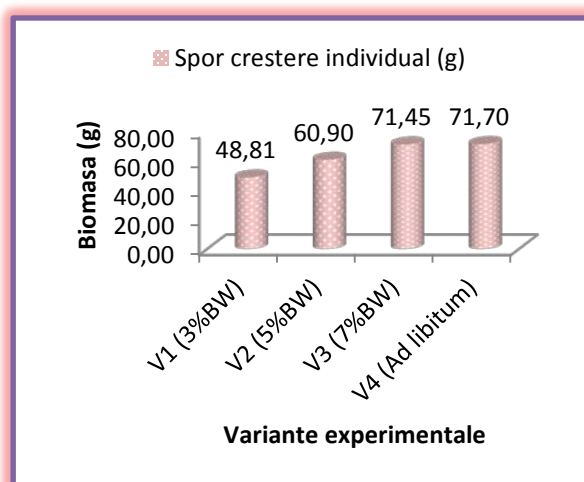


Figura 3.71. Sporul total de creștere în cele patru variante experimentale

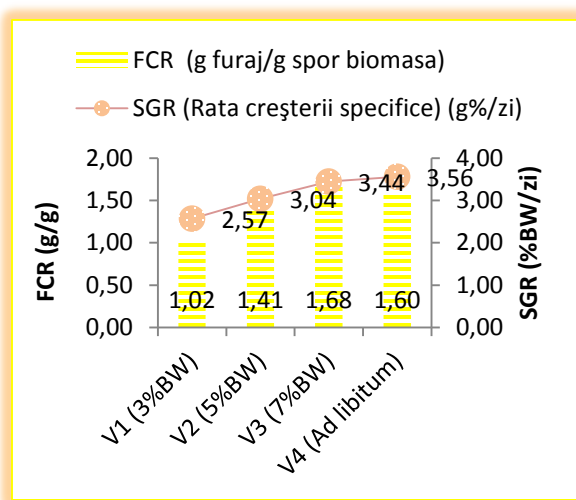


Figura 3.72. Factorul de conversie al hranei (FCR) și rata specifică de creștere

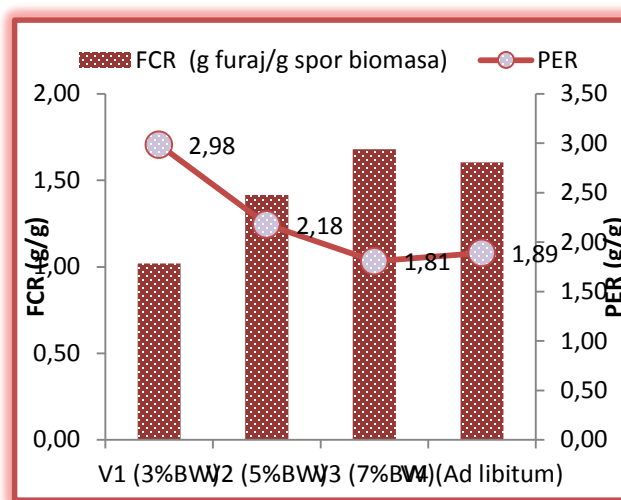


Figura 3.73. Factorul de conversie al proteinei (PER) și factorul de conversie al hranei (FCR)

Factorul de conversie al proteinei (PER) reprezintă un indicator direct dependent de sporul de creștere și cantitatea de proteină din furajul ingerat și, din acest motiv, o valoare mare a sporului de creștere pentru exemplarele hrănite cu aceeași cantitate de proteină determină o valoare proporțională a factorului de conversie al proteinei.

Cantitatea totală de proteină administrată în cele 4 variante experimentale a fost diferită datorită faptului că în cele 4 variante s-au testat niveluri diferite de hrănire, aplicând rații diferite

în cele 4 variante experimentale, astfel în V1 valoarea coeficientului de conversie a proteinei a fost de 2,98 g/g, în varianta V2 a avut valoarea de 2,18 g/g, în V3 o valoare de 2,81 g/g, respectiv în V4 cu o valoare de 1,89 g/g (figura 3.73).

III.6. Concluzii

Activitatea experimentală din cadrul acestui capitol a avut drept principal deziderat optimizarea managementului tehnologic și operațional al sistemelor recirculante pilot prin monitorizarea parametrilor fizico-chimici ai mediului de cultură și a indicatorilor de performanță ai creșterii, desprinzându-se o serie de concluzii cu valoare aplicativă în cele ce urmează.

Tabloul parametrilor fizico –chimici ai mediului de cultură, ilustrează faptul că aceștia s-au încadrat pe întreaga perioadă experimentală, în limitele optime speciei studiate, în toate variantele de management tehnologic și operațional, fapt ce confirmă funcționalitatea tuturor echipamentelor de tratare ai apei.

Sub aspectul performanței creșterii în ansamblul său, după analiza critică a indicatorilor de performanță obținuți în diferite variante de management tehnologic și operațional din cadrul acestui capitol putem sumariza următoarele concluzii:

- performanța creșterii sub aspectul administrării unui furaj cu un nivel proteic diferit la puietul de tilapia de Nil se află în directă proporționalitate cu acesta, adică odată cu creșterea cantității de proteină din furaj, cresc atât parametrii de performanță ai creșterii, cât și parametrii referitori la randamentul utilizării hranei. Analizând experimentul din punct de vedere tehnologic, și având în vedere că perioada experimentală a fost de 30 de zile, specia *O. niloticus* și – a dublat greutatea în varianta V4, iar în varianta V1 a fost cu aproape dublu mai mult decât în V4, aceste aspecte indicând în cazul tuturor variantelor o bună performanță de creștere și de utilizare a hranei administrate.
- performanța creșterii în raport cu temica apei nu a înregistrat diferențe semnificative între cele patru variante experimentale astfel putem concluziona, că temperatura de 20 °C, se situează din punct de vedere tehnologic în ecartul de temperaturi optime ale speciei studiate, valorile obținute pentru indicatorii de performanță stând la baza acestei concluzii.
- performanța creșterii sub aspectul aditivării unui furaj cu vitamina C nu s-au evidențiat prin calcul statistic nici o doză de vitamina C pe care o putem adăuga în furaj pentru a intensifica hrănirea, respectiv pentru a avea importante performanțe tehnologice, cu toate acestea putem afirma că adaosul de AA asupra pestilor a avut un efect benefic neînregistrându-se mortalități pe toată durata experimentului și de asemenea nici îmbolnaviri. Datorită

proprietatilor sale asupra sistemului imunitar vitamina C reprezinta principalul factor in profilaxia nutritionala.

- performanța creșterii sub aspectul potențialului creșterii compensatorii a speciei studiate prezintă multe avantaje în acvacultură, inclusiv utilizarea eficientă a hranei și/sau rata de creștere sporită, deșeuri alimentare minimizate și diete mai flexibile, dar au existat o serie de rezultate inconsistente. Unele specii de pești (de exemplu, somn de canal și somonul de Atlantic) au raportat o compensare integrală, în timp ce altele au prezentat o compensație parțială. Mai mult decât atât, la anumite specii de pești (de exemplu peștele soare hibrid), a fost raportată o supracompensare. Valorile tuturor indicatorilor de performanță, alături de calculul statistic aplicat, evidențiază, în cazul experimentului privind potențialul de creștere compensatorie a speciei *Oreochromis niloticus* de a prezenta o creștere parțială de masă a exemplarelor ce au fost înfometate și apoi rehrănite. În experimentul privind creșterea compensatorie la finalul experimentului, adică după 28 de zile, a fost una parțială, astfel specia studiată în nici una din cele trei variante de privare de hrană și apoi rehrănire nu a putut recupera integral masa pierdută în perioada de inaniție, însă prin faptul că în varianta V2 (2/2), FCR-ul obținut a fost mai mic decât în varianta V1 (Martor) putem afirma că la un interval de 2 zile hrănire, respectiv 2 zile inaniție tilapia poate recupera masa corporală pierdută.
- performanța creșterii sub aspectul intensității hrănirii a speciei *Oreochromis niloticus* prezintă Valori ale tuturor indicatorilor de performanță care, evidențiază, , faptul că pentru această talie nivelul optim de hrănire pentru acumularea unui spor de biomasă este de 7%, o cantitate mai mare nu va fi consumată și va deprecia calitatea apei de cultură datorită hranei neconsumate.

▪ CAPITOLUL IV

▪ CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND EVALUAREA PROFILULUI HEMATOLOGIC ȘI BIOCHIMIC SANGUIN LA SPECIA *OREOCHROMIS NILOTICUS* L., 1758 ÎN DIFERITE VARIANTE DE MANAGEMENT TEHNOLOGIC AL SISTEMELOR RECIRCULANTE DE ACVACULTURĂ

Biomasa piscicolă din cadrul sistemelor recirculante este supusă la variația unor condiții de mediu specifice acvaculturii intensive în care organismele au la dispoziție un spațiu restrâns unde sunt îndeplinite atât necesitățile comportamentale cât și cele fiziologice. De aceea, principalul criteriu de management tehnologic al unui sistem recirculant constă în asigurarea unui debit de recirculare ce trece prin unitățile de creștere, capabil să antreneze și să evacueze, în

primul rând, reziduurile metabolice digestive și, în al doilea rând, hrana neconsumată. Dinamica schimbării apei în bazinele de creștere dintr-un sistem recirculant depinde de mai mulți factori dintre care, cei mai importanți, sunt considerați densitatea de populare, intensitatea hrănirii și compoziția biochimică a furajelor. În aceste condiții, configurația sistemului recirculant trebuie să asigure calitatea optimă a apei tehnologice în condiții de exploatare maximă a capacității portante.

IV. 1. Profilul hematologic și biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu termica apei

Temperatura apei reprezintă parametrul care are rol decisiv în desfășurarea proceselor metabolice, menținerea optimă a temperaturii apei într-un sistem recirculant este foarte importantă pentru un bun management tehnologic și operațional.

Fiind unul din factorii mediali cu importanță primordială asupra proceselor metabolice ale peștilor și, prin intermediul acestora, asupra tuturor celorlalte procese fiziologice.

Tabloul hematologic al exemplarelor de tilapia (tabel 4.1.) exprimă o stare fiziologică normală, valorile indicilor încadrându-se în limitele optime speciei conform tabel 4.2

Tabelul 4.1 Variația parametrilor hematologici ai tilapiei de Nil (*O. niloticus*) pe durata experimentului privind efectul temperaturii apei

| Varianta experimentală | Parametrii hematologici | | | | | | |
|------------------------|-------------------------|-----------|------------------------|------------------------|----------|-------------|-------|
| | Ht (%) | Hb (g/dl) | E x10 ⁶ /μl | VEM (μm ³) | HEM (pg) | CHEM (g/dl) | |
| T1 (T=28°C) | Media | 23,67 | 8,41 | 2,23 | 115,02 | 37,66 | 35,85 |
| | StDev. | 2,58 | 0,61 | 0,69 | 32,58 | 8,84 | 3,58 |
| T2 (T=30°C) | Media | 22,00 | 8,35 | 2,63 | 85,46 | 31,70 | 38,50 |
| | StDev. | 2,94 | 0,59 | 0,45 | 16,16 | 12,90 | 4,74 |
| T3 (T=24°C) | Media | 22,11 | 8,18 | 2,53 | 88,63 | 32,31 | 37,41 |
| | StDev. | 2,73 | 0,49 | 0,33 | 15,02 | 15,00 | 3,81 |
| T4 (T=20°C) | Media | 26,44 | 8,04 | 2,26 | 123,19 | 35,64 | 31,53 |
| | StDev. | 6,53 | 0,48 | 0,69 | 32,44 | 7,07 | 4,72 |

Tabel 4. 2. Intervalul de referință și media parametrilor hematologici ai speciei *Oreochromis niloticus* (tilapia de Nil) după Terry C. Hrubec, 2000

| Criteriu | Parametrii hematologici | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-----------|------------------------|------------------------|------------|-------------|
| | Ht % | Hb (g/dl) | E x10 ⁶ /μl | VEM (μm ³) | HEM (pg) | CHEM (g/dl) |
| Interval de referință | 22 - 37 | 7,0 - 9,8 | 1,91 - 2,83 | 115 - 183 | 28,3 - 2,3 | 22 - 29 |
| Media | 33 | 8.2 | 2.31 | 135.7 | 34.9 | 25.7 |

Din datele înscrise în tabelul 4.1., se pot constata diferențe între variantele experimentale în ceea ce privește cantitatea de hemoglobină (figura 4.1) însă acestea sunt ne semnificative statistic ($p > 0.05$), după cum urmează:

- ↳ În varianta T1 hemoglobina a înregistrat o valoare medie de 8.41 g/dl la final, aceasta fiind considerată varianta martor, ne-am raportat la aceasta valoare pentru exprimarea statistică a rezultatelor.
- ↳ În varianta T2 valoarea medie a hemoglobinei a fost insesizabil mai mică, de 8,35 g/dl, diferența față de martor fiind ne semnificativă statistic ($p > 0,05$, $p = 0,42$), conform Terry C. Hrubec (2000) valoarea medie a hemoglobinei în T2 se afla în intervalul optim pentru specia studiată (tabelul 4.2.).
- ↳ În cazul exemplarelor din T3 hemoglobina a înregistrat o valoare medie de 8.18 g/dl, față de martor având o diferență ne semnificativă statistic ($p > 0,05$; $p = 0,21$).
- ↳ În varianta T4 valoarea medie a hemoglobinei la sfârșitul experimentului a fost de 8,04 g/dl, neînregistrându-se diferențe statistice între martor și aceasta ($p > 0,05$; $p = 0,09$).
- ↳ La finalul experimentului hemoglobina în cele 4 variante nu a variat semnificativ statistic încadrându-se în limitele optime speciei.
- ↳ Reducerea importantă a hemoglobinei poate modifica cantitatea de oxigen din țesuturi și poate duce la încetinirea procentuala a raportului metabolice și de mai mică producție de energie (Misăilă C. et. al., 2011, Mirea C. et al., 2013).

În cazul variantei T3 (24oC) numărul eritrocitelor crește ușor față de martor: de la 2.23 mil/μl ± 0,49 la 2.53 mil/μl ± 0,69, iar în T2 (30oC) la 2,63 mil/μl ± 0,33, creștere ne semnificativă din punct de vedere statistic ($p > 0,05$).

Constantele eritrocitare (figurile 4.4, 4.5, 4.6), la sfârșitul experimentului au variat neuniform în cele patru variante experimentale, raportate la varianta T1 (28oC), astfel:

În varianta T2 (30oC), VEM scade semnificativ ($p < 0,05$; $p = 0,047$) față de varianta T1 (28oC), de la 115.02 ± 32.58 la 85.46 ± 16.16, HEM scade semnificativ statistic ($p < 0,05$; $p = 0,021$) față de T1, de la 37,66 pg la 31,70 pg, iar CHEM crește ne semnificativ statistic ($p > 0,05$; $p = 0,308$) de la 38,50 g/dl la 35,85 g/dl.

În variantele T3 (24°C) și T4 (20°C) constantele eritrocitare VEM, HEM și CHEM nu prezintă diferențe statistice față de T1, la finalul experimentului.

Indicatorii biochimici ai sângelui, luați în considerare în cadrul experimentului, și anume proteina serică și glucoza, nu au prezentat diferențe semnificative statistice ($p > 0,05$) între variante la sfârșitul experimentului.

Valorile medii ale proteinelor serice în cadrul experimentului au fost:

- Varianta T1 (28 °C) a prezentat o valoare de 2,79 g/dl, valoare luată în calcul pentru analiza statistică,
- Varianta T2 (30 °C) a avut o valoare de 2,06 g/dl apropiată ca valoare de T1,
- În varianta T4 (20 °C) a avut o ușoară creștere în comparație cu T1 dar fara a prezenta diferențe semnificative statistice.

Glucoza a avut valori medii cuprinse între 14,78 g/dl în T1 și 14,83 g/dl în T3 fără a prezenta diferențe semnificative statistice între variante (Mirea C. et al., 2013).

În urma analizei valorilor experimentale putem afirma ca valorile proteinelor cât și al glucidele sunt situate în afara limitelor optime ale speciei fiind inferioare, ceea ce indică un factor stresor, și anume temperatura aplicată în acest experiment.

IV. 2. Profilul hematologic și biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu administrarea unui furaj îmbogățit cu vitamina C

În cazul experimentului de față designul experimental și valorile indicatorilor de performanță tehnologică sunt prezentate în capitolul II (vezi 2.3).

La debutul experimentului, s-au prelevat probe biologice de sânge la sfârșitul experimentului, (cca 1 -1,5 ml de sânge) de la 9 exemplare pe fiecare variantă, extrase aleatoriu.

Reacția eritocitară este dată atât de variația hematocritului, hemoglobinei, eritrocitelor și a constantelor eritrocitare la finalul experimentului comparativ cu debutul acestuia, cât și variația acestora în cele 4 variante experimentale, valorile indicatorilor și a constantelor eritrocitare sunt prezentate în tabelul 4.3.

Tabelul 4.3. Variația parametrilor hematologici în cadrul experimentului privind efectul administrării unui furaj suplimentat cu vitamina C, în dieta tilapiei de Nil

| <i>Varianta experimentală</i> | Parametrii hematologici (Media și deviația standard) |
|-------------------------------|---|
|-------------------------------|---|

| | | E. (eritrocit e/ μ L) | Ht (%) | Hb (g/dl) | VEM (μ m) | HEM (pg) | CHEM (g/dl) | Proteina (mg/100m l) | Glucoza (mg/100m l) |
|---------------------------|--------|---------------------------------|--------|--------------|-------------------|-------------|----------------|----------------------------|---------------------------|
| V1 (Martor) | Media | 1.30 | 26.33 | 9.74 | 202.82 | 74.87 | 37.63 | 5.97 | 17.38 |
| | StDev. | 0.06 | 4.92 | 0.91 | 42.03 | 8.74 | 4.30 | 0.77 | 2.10 |
| V2 (100 mgAA/kgfuraj) | Media | 1.55 | 25.33 | 9.63 | 164.14 | 62.49 | 38.17 | 6.09 | 17.67 |
| | StDev. | 0.08 | 2.50 | 0.98 | 17.54 | 8.31 | 4.10 | 0.71 | 2.15 |
| V3 (725 mgAA/kgfuraj) | Media | 1.78 | 25.89 | 9.98 | 146.23 | 56.38 | 38.81 | 6.38 | 35.52 |
| | StDev. | 0.13 | 3.14 | 0.71 | 19.68 | 5.65 | 2.72 | 0.62 | 6.81 |
| V4 (2000 mgAA/kgfuraj) | Media | 1.90 | 28.63 | 10.52 | 151.35 | 55.48 | 36.94 | 6.11 | 32.90 |
| | StDev. | 0.08 | 2.26 | 0.48 | 15.77 | 1.83 | 3.23 | 0.26 | 0.98 |

Din datele înscrise în tabelul 4.3, se pot constata diferențe între variantele experimentale în ceea ce privește cantitatea de hemoglobină (fig. 4.9) însă acestea sunt ne semnificative statistic ($p < 0.05$), după cum urmează:

- ✦ În varianta V1 hemoglobina a înregistrat o valoare medie de 9,74 g/dl la final, aceasta fiind varianta martor, ne-am raportat la aceasta valoare pentru exprimarea statistică a rezultatelor.
- ✦ În varianta V2 valoarea medie a hemoglobinei a fost insesizabil mai mica, de 9,63 g/dl, diferența față de martor fiind ne semnificativă statistic ($p > 0,05$, $p = 0,42$), conform Terry C. Hrubec (2000) valoarea medie a hemoglobinei în V2 se afla în intervalul optim pentru specia studiată (tabelul 4.3).
- ✦ În cazul exemplarelor din V3 hemoglobina a înregistrat o valoare medie de 9,98 g/dl, fata de martor având o diferență ne semnificativă statistic ($p > 0,05$; $p = 0,41$).
- ✦ În varianta V4 valoarea medie a hemoglobinei la sfârșitul experimentului a fost de 10,52 g/dl, neînregistrându-se diferențe statistice între martor și aceasta ($p > 0,05$; $p = 0,07$).

La finalul experimentului hemoglobina în cele 4 variante nu a variat semnificativ statistic încadrându-se în limitele optime speciei conform Terry C. Hrubec (2000) (figura 4.9).

Constantele eritrocitare la sfârșitul experimentului au variat neuniform în cele patru variante experimentale, raportate la Martor, astfel: în varianta V3, HEM scade semnificativ ($p < 0,05$; $p = 0,047$) față de varianta martor, de la 74,87 la 55,48 pg, VEM are o scădere semnificativă statistic ($p > 0,05$; $p = 0,01$) de la 202,83 g/dl în varianta martor la 146,23 g/dl, în varianta V2, iar CHEM are valori constante în toate cele patru variante experimentale. Concentrația de hemoglobină eritocitară medie este constanta eritocitară cea mai fidelă și

prezintă eroarea cea mai mică, deoarece la calcularea ei se folosesc, atât hemoglobina cât și hematocritul, constantele sanguine cel mai precis determinabile (Manolescu et al., 1979).

IV. 3. Profilul hematologic și biochimic sanguin al tilapiei de Nil în raport cu creșterea compensatorie

Cercetările din domeniul alimentației peștilor au arătat că o nutriție adecvată este crucială pentru menținerea sănătății acestora și implicit pentru o bună rezistență a organismului la îmbolnăviri erorile de alimentație (inaniție), deficiența anumitor vitamine și minerale pot crea dezechilibre a principalelor componente din hrana peștilor ducând astfel la așa numitele boli de nutriție (Munteanu și Bogatu, 2003).

Pentru a evalua dacă perioada de înfometare a determinat apariția unor modificări cantitative ale profilului hematologic, s-au analizat reacțiile eritrocitare.

Reacția eritocitară este dată atât de variația hematocritului, hemoglobinei, eritrocitelor și a constantelor eritrocitare la finalul experimentului comparativ cu debutul acestuia, cât și variația acestora în cele 4 variante experimentale, valorile indicatorilor și a constantelor eritrocitare sunt prezentate în tabelul 4.4.

Tabel 4.4. Valorile parametrilor hematologici la debutul și finalul experimentului privind creșterea compensatorie a tilapiei de Nil

| Varianta experimentală | | Parametrii hematologici (Media și deviația standard) | | | | | |
|------------------------|--------|--|-----------|---------------------------------|-------------------------|----------|-------------|
| | | Ht % | Hb (g/dl) | E ($\times 10^6/\mu\text{l}$) | VEM (μm^3) | HEM (pg) | CHEM (g/dl) |
| Initial | Media | 22.95 | 34.71 | 1.73 | 137.09 | 213.15 | 153.76 |
| | St.dev | 4.53 | 0.92 | 0.66 | 38.29 | 116.10 | 37.64 |
| V1 (Martor) | Media | 21.00 | 35.09 | 1.56 | 155.40 | 258.46 | 168.23 |
| | St.dev | 2.00 | 0.90 | 0.74 | 59.31 | 91.60 | 16.00 |
| V2 (2/2) | Media | 22.60 | 34.95 | 1.38 | 176.23 | 275.52 | 155.50 |
| | St.dev | 2.10 | 0.90 | 0.45 | 52.79 | 88.66 | 11.59 |
| V3 (4/4) | Media | 21.20 | 35.53 | 3.18 | 98.50 | 163.72 | 168.55 |
| | St.dev | 1.92 | 0.45 | 2.63 | 55.29 | 91.93 | 13.60 |
| V4 (6/6) | Media | 20.30 | 35.58 | 1.19 | 179.88 | 317.72 | 176.69 |
| | St.dev | 1.99 | 0.65 | 0.34 | 41.91 | 78.09 | 18.59 |

Din analiza comparativă a parametrilor sanguini se poate concluziona, în primul rând, că o parte din acestia, anume, hematocritul și hemoglobina sunt sensibil egale toate cele patru variante experimentale. În ceea ce privește numărul de eritrocite, acesta este mai mare în

varianta V3 (4/4) în care exemplarele au fost hrănite 4 zile și înfometate 4 zile, comparativ cu numărul eritrocitelor din varianta martor, a determinat ca reacție de compensare în această variantă, scăderea semnificativă, în volum a eritrocitelor (VEM) precum și a cantității de hemoglobină corespunzătoare fiecărui eritocit (HEM).

Determinările biochimice privind glicemia și proteinele serice din sânge sunt cele mai eficiente și cel mai puțin costisitoare metode de evaluare a stresului. Astfel, pentru acest experiment de creștere, constanta proteinelor serice pentru toate cele patru variante experimentale testate la valorile înregistrate inițial.

IV. 4. Profilul hematologic al tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii

Stresul înregistrat la peștii de cultură reprezintă un factor important pentru caracterizarea stării de bunăstare a peștilor și a productivității, astfel stresul poate fi asociat cu reducerea creșterii în biomasă, comportament anormal și imuno-depresie (Wedemeyer, 1996; Ashley, 2007). O atenție deosebită a fost acordată densității de populare fiind unul dintre factorii-cheie care pot influența nivelul de stres perceput de pești (Ellis et al., 2002; Turnbull et al., 2005; De Nord et al., 2006.).

Din datele înscrise în tabelul 4.5., se pot constata diferențe între variantele experimentale în ceea ce privește cantitatea de hemoglobină (fig. 4.5.1) însă acestea sunt ne semnificative statistic ($p=0,99>0,05$), după cum urmează:

- În varianta V1 hemoglobina a înregistrat o valoare medie de 7.41 g/dl la final, în comparație cu 6,02 g/dl inițial;
- În varianta V2 (5%BW) valoarea medie a hemoglobinei a crescut, fiind de 7,80 g/dl, diferența față de varianta V1 fiind ne semnificativă statistic conform Terry C. Hrubec (2000) valoarea medie a hemoglobinei în V2 se afla în intervalul optim pentru specia studiată, fiind mai mare decât în varianta inițială.
- În cazul exemplarelor din V3 hemoglobina a înregistrat o valoare medie de 7,40 g/dl, față de V1 și V2 ne reprezentând diferențe semnificative statistic
- În varianta V4 (ad libitum) valoarea medie a hemoglobinei la sfârșitul experimentului a fost de 7,60 g/dl, ne înregistrându-se diferențe statistice între celelalte variante experimentale și aceasta

În final putem concluziona ca în toate cele patru variante experimentale valoarea hemoglobinei a crescut comparativ cu momentul inițial.

Cu ajutorul indicilor hematologici prezentaţi mai sus, au fost calculate *constantele eritrocitare (VEM; HEM, CHEM)* ale sângelui tilapiei de Nil. Acestea ajută la detectarea prezenţei unor leziuni de natură fiziologică în procesul de formare a hemoglobinei, oferă informaţii despre mărimea, forma şi încărcarea cu hemoglobină a eritrocitelor

↳ În toate variantele experimentale, VEM are valori apropiate astfel neînregistrându-se diferenţe semnificative statistic ($p > 0,05$; $p = 0,98$), varianta V1 (3%BW) are valoarea de $150,99 \pm 23,11$, V2 (5%BW) de la 156.26 ± 23.32 .

↳ În variantele V3 şi V4 constantele eritrocitare VEM, HEM şi CHEM nu prezintă diferenţe statistice între ele la finalul experimentului.

Tabelul 4.5. Valorile parametrilor hematologici la debutul si finalul experimentului privind intensitatea hrănirii la tilapia de Nil

| Varianta experimentală | | Parametrii hematologici (Media si deviatia standard) | | | | | | | |
|------------------------|--------|---|--------|-----------|----------------|----------|----------------------|-----------|------------|
| | | eritrocite / μ L | Ht (%) | Hb (g/dl) | VEM (μ m) | HEM (pg) | HEM (g/dl) λ | (g/100ml) | (mg/100ml) |
| Initial | Media | 1.38 | 24.36 | 6.02 | 185.92 | 45.67 | 24.95 | 5.49 | 46.91 |
| | StDev | 0.08 | 2.95 | 0.66 | 15.04 | 4.32 | 2.42 | 0.77 | 10.34 |
| V1 (3%BW) | Media | 1.74 | 26.00 | 7.41 | 150.99 | 43.19 | 28.69 | 6.21 | 115.29 |
| | StDev. | 0.20 | 2.52 | 0.54 | 23.11 | 7.20 | 2.94 | 0.73 | 21.62 |
| V2 (5%BW) | Media | 1.93 | 30.00 | 7.80 | 156.26 | 40.63 | 26.06 | 6.64 | 94.00 |
| | StDev. | 0.12 | 3.93 | 0.94 | 23.62 | 5.69 | 1.34 | 0.91 | 9.05 |
| V3 (7%BW) | Media | 1.83 | 27.17 | 7.41 | 148.86 | 40.66 | 27.40 | 6.18 | 93.70 |
| | StDev. | 0.08 | 2.95 | 0.66 | 15.04 | 4.32 | 2.42 | 0.77 | 10.34 |
| V4 (ad libitum) | Media | 1.82 | 28.39 | 7.60 | 157.06 | 41.96 | 26.86 | 6.12 | 95.90 |
| | StDev. | 0.23 | 3.23 | 0.87 | 21.49 | 4.82 | 1.98 | 0.43 | 19.48 |

Concentraţia de hemoglobină eritocitară medie este constanta eritocitară cea mai fidelă şi prezintă eroarea cea mai mică, deoarece la calcularea ei se folosesc, atât hemoglobina cât şi hematocritul, constantele sanguine cel mai precis determinabile (Manolescu et al., 1979).

În cazul celor două experimente legate răspunsul ecofiziologic al sângelui sub acţiunea stresului de densitate, putem evidenţia următoarele aspecte:

- peştii au prezentat o serie de modificări fiziologice incluzând şi schimbări ai parametrilor hematologici, cuantificarea acestora reprezentând o metodă de evaluare a reacţiilor de răspuns ale peştilor în raport cu condiţiile stresante.
- în cazul stresului de creştere compensatorie, pe termen scurt, s-au observat la sfârşitul experimentului nivelul scăzut al celor trei constante eritrocitare (VEM, HEM si CHEM) dar, în special, nivelul constantei eritrocitare CHEM sugerând o anemie în timpul perioadelor

epuizante din punct de vedere metabolic. Odată cu creșterea taliei exemplarelor s-a constatat o îmbogățire a eritrocitelor în hemoglobină.

■ În ceea ce privește experimentul în care s-a urmărit răspunsul homeostatic al sângelui la intensitatea de hrănire s-a confirmat ipoteza conform căreia calitatea furajelor și administrate în acvacultura intensivă reprezintă un factor primordial pentru asigurarea sănătății metabolice a peștilor de cultură. O nutriție echilibrată și adecvată fiecărei specii se corelează cu valori normale ale principalilor indici hematologici (Misăilă, E.R., 1998). S-a observat o reducere a numărului de eritrocite, diminuarea hemoglobinogenezei și, în consecință, reducerea semnificativă a cantității de hemoglobină. Rezultatele examenului hematologic în cazul acestei variante experimentale indică instalarea unei ușoare anemii provocată de cantitatea neadecvată de proteine din furaj, necesare satisfacerii cerințelor nutritive pentru această etapă de dezvoltare. Acest aspect a dus la apariția unui răspuns adaptativ al sângelui, care a constat în creșterea volumului eritrocitelor rămase în circulația sanguină (VEM) precum și a cantității de hemoglobină care revine fiecărui eritrocit (HEM). Constanta eritocitară care a evidențiat cel mai fidel răspunsul homeostatic al sângelui la variația celor doi factori de mediu (densitate și conținut proteic) a fost concentrația medie eritocitară (CHEM).

Rezultatele acestor studii indică necesitatea efectuării cu regularitate a examenelor hematologice, întrucât mulți factori abiotici pot produce boli tot atât de grave sau uneori chiar mai grave decât bolile produse de germeni patogeni, iar pagubele produse (spre exemplu, de tulburările nutriționale) sunt mai mari, întrucât înregistrează o evoluție adeseori subclinică, care pot determina performanțe slabe de creștere.

Concluzia finală care se desprinde din aceste studii hematologice și experimente este aceea că puietul de tilapia reacționează în mod adaptativ mai greu solicitărilor mediale în acest stadiu de viață adică acomodarea organismului la mediu se realizează mai greu în limitele funcțiilor fiziologice specifice conducând, în anumite situații, la alterări funcționale. Pe măsură ce înaintea în vârstă, tilapia manifestă o capacitate homeostatică mai accentuată, scăzând întrucâtva nivelul de dependență al organismului în raport cu mediul în care trăiește.

CAPITOLUL V

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND EVALUAREA COMPOZIȚIEI BIOCHIMICE A ȚESUTULUI MUSCULAR LA SPECIA *OREOCHROMIS NILOTICUS* LINNAEUS, 1758 IN DIFERITE

VARIANTE DE MANAGEMENT TEHNOLOGIC AL SISTEMELOR RECIRCULANTE DE ACVACULTURĂ

În vederea evaluării peștilor, ca produse alimentare, este necesar să se cunoască compoziția biochimică. În general, se apreciază conținutul cărnii de pește în proteine, lipide, apă, substanțe minerale, vitamine.

Compoziția biochimică a peștilor depinde de o serie de factori de natură genetică, morfologică și fiziologică, în care se includ specia, vârsta, sexul și condițiile mediale, precum sezonul sau hrana administrată. Factorii care influențează compoziția biochimică a țesutului muscular de pește pot fi grupați în:

- Factori mediali sau externi – hrana, sezon, temperatura, zona în care trăiește peștele;
- Factori interni sau legați de pește – specie, diferențiere sexuală, vârstă.

Condițiile de creștere oferite de sistemul recirculant, calitatea furajelor distribuite și modul de valorificare al acestora au fost apreciate prin analiza principalilor parametrii biochimici: proteină brută, lipide, umiditate și cenușă.

V. 1. Compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu conținutul proteic administrat în furaj

Tilapia de Nil a devenit o specie foarte studiată în ultimii ani deoarece prezintă un ritm de creștere rapid, și toleranță sporită la condiții mediale extreme (Abdel-Hakim et. al., 2001, El-Sayed, 2002).

Pentru a evidenția efectul nivelului proteic asupra calității produsului final s-au efectuat analize pentru determinarea compoziției biochimice a țesutului muscular de tilapia de Nil la diverse etape de vârstă și pentru diverse variante de management tehnologic. Deoarece proteina reprezintă principalul ingredient care afectează performanța creșterii, acesta asigurând acizii esențiali pentru formarea musculaturii și a funcțiilor enzimatică, și necesarul de energie zilnică, prin metode descrise în capitolul II.5.

Rezultatele determinărilor biochimice a exemplarelor de tilapia, crescute în sistemul pilot I cu recircularea apei sunt prezentate în tabelul 5.11

Tabel 5.1 Valori medii ale compoziției biochimice a țesutului muscular de tilapia de Nil

| Varianta experimentală | V1 (64%P.B) | V2 (50% P.B) | V3 (41%P.B) | V4 (33% P.B) |
|------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|

| Unitate de măsură | % | % | % | % |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Apa | 77.92 | 76.39 | 76.07 | 75.95 |
| S.U | 22.08 | 23.61 | 23.93 | 24.05 |
| Proteina | 14.07 | 15.54 | 14.78 | 11.34 |
| Lipide | 1.3 | 1.43 | 1.25 | 1.31 |
| Cenușă | 1.43 | 1.238 | 1.542 | 1.38 |

Prin prelucrarea statistică a datelor experimentale putem determina diferențele statistice dintre grupuri. După aplicarea testului ANOVA am constatat că între cele 4 grupuri nu există diferențe semnificative statistic ($p > 0,05$). Proteina determină caracteristicile senzoriale ale țesutului muscular de pește, proteina brută în cadrul experimentului a variat între 11,34 și 15,54 fiind influențată de talia și vârsta materialului.

Analizând datele care fac referire la conținutul de lipide, nu se observă diferențe semnificative statistic ($p > 0,05$) între cele patru variante experimentale, ceea ce sugerează o evoluție aproape similară a materialului biologic în a reține lipide.

Prin compararea rezultatelor obținute în urma analizei se poate aprecia faptul că, exemplarele de tilapia din cele patru variante experimentale prezintă o compoziție biochimică asemănătoare. Astfel, nivelul proteic administrat în furaj nu a influențat compoziția biochimică a țesutului muscular al cărnii puietului de tilapia de Nil în sistem recirculant.

V. 2. Compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu termica apei

Influența temperaturii asupra performanțelor de creștere, a metabolismului, stării de bine/welfare, și al supraviețuirii speciilor de cultura poate fi influențată de diverși parametrii.

Calitatea produsului final, fiind apreciat și pe baza compoziției biochimice a cărnii obținute în urma experimentelor efectuate

O altă componentă importantă a compoziției biochimice este reprezentată de *proteina brută* din țesutul muscular de tilapia, astfel între grupuri nu s-au observat diferențe semnificative statistic, dar din analiza valorilor rezultate putem afirma faptul că în variantele experimentale de mijloc respectiv V1 și V3, valorile au fost mai scăzute decât în cazul variantelor V2 și V4, acestea reprezentând limitele inferioare și superioare ale ecartului termic luat în analiză (tabelul 5.2.), compoziția biochimică pe fiecare variantă experimentală

Tabelul 5.2. Compoziția biochimică a țesutului muscular de tilapia de Nil la finalul experimentului

| Varianta experimentală | Unitate de măsură | Umiditatea | S.U. | Proteina Brută | Lipide | Cenușa |
|-------------------------------|-------------------|------------|-------|----------------|--------|--------|
| V1 | % | 83.90 | 17.28 | 14.47 | 1.63 | 1.18 |
| V2 | % | 81.18 | 19.92 | 15.7 | 3.12 | 1.10 |
| V3 | % | 83.70 | 17.42 | 14.45 | 1.85 | 1.13 |
| V4 | % | 82.41 | 18.68 | 15.24 | 2.35 | 1.09 |
| <i>Descriptori statistici</i> | Min | 81.18 | 17.28 | 14.45 | 1.63 | 1.09 |
| | Media | 82.47 | 18.12 | 14.86 | 2.12 | 1.12 |
| | Max | 83.90 | 19.92 | 15.70 | 3.12 | 1.18 |

Prin compararea rezultatelor obținute în urma analizei se poate aprecia faptul că, exemplarele de tilapia din cele patru variante experimentale prezintă o compoziție biochimică diferită pentru variantele experimentale V2 și V4. Astfel, compoziția biochimică a țesutului muscular de tilapia este prezintă modificări în raport cu termica apei.

V. 3. Compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu creșterea compensatorie

La inițierea experimentului un grup 20 de exemplare pe unitate și variantă de creștere au fost cântărite, astfel a fost calculată greutatea medie individuală inițială. Greutatea medie individuală a peștilor reprezintă media greutateților inițiale în stare umedă (Wet Weight) a materialului biologic în fiecare unitate de creștere.

Experimentul a constat în repartiția materialului în 4 variante experimentale, astfel: prima variantă în care peștii au fost hrăniți continuu ca și variantă martor (V1) și 3 variante care constau în două (V2), patru (V3), și șase (V4) zile de înfometare urmate de același număr de zile de hrănire folosind un design complet randomizat. Peștii au fost rehrăniți același număr de zile ca în perioada de inaniție pentru fiecare variantă și crescute pentru 28 de zile. Măsurători și cântăriri somatice a fost făcute după terminarea fiecărei perioade de hrănire. Aceste date au fost utilizate pentru a ajusta rația de hrănire și de a evalua diferențele de creștere între variante.

Evaluarea compoziției biochimice finale, în special a proteinelor brute și lipidelo brute, din țesut muscular al tilapiei, a fost făcută pentru fiecare fiecare variantă experimentală la finalizarea experimentului

Conținutul de proteină brută din țesutul muscular de tilapia a scăzut direct proporțional cu perioada de înfometare în comparație cu momentul inițial. Conținutul de proteină a variat între 11,45% (Martor) la 16,98% (V2) inițial (figura 5.3., Tabelul 5.3.). Conținutul de proteină brută la sfârșitul experimentului, a prezentat o scădere în toate variantele experimentale având o

valoare medie la martor de 8,49%, iar în V1 și V2 valorile fiind aproape egale de 6,50%, respectiv în V3 o valoare a proteinei brute de 7,99 %.

Lipidele brute sau conținutul lipidic (Fig. 5.3, tabelul 5.3.), a crescut odată cu durata perioadei de inaniție. Modificările țesutului au fost mai remarcabile decât în cazul proteinelor brute, se poate observa o creștere de la 1,09% inițial la 5,19% la finalul experimentului în varianta V3, ceea ce înseamnă ca specia studiată folosește capacitatea de stocare a grăsimilor sub formă de depozite în perioada de hrănire. Grăsimile brute au crescut de la 0,63% în ziua 0 la 4,12% la finalizarea experimentului în V2.

Tabel 5.3. Caracterizarea biochimică a speciei *Oreochromis niloticus* în cadrul experimentului

| Variantă experimentală | Unitate de creștere | Cenușa % | Substanța uscată % | Lipide % | Proteina % | Umiditate |
|------------------------|---------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------|--------------|
| Martor | B1 inițial | 1.70 | 23.26 | 1.91 | 11.45 | 84.81 |
| Martor | B1 final | 1.70 | 25.47 | 2.61 | 8.49 | 88.92 |
| V1 (2/2) | B2 inițial | 2.18 | 23.40 | 0.63 | 16.93 | 79.73 |
| V1 (2/2) | B2 final | 1.70 | 23.85 | 4.12 | 6.50 | 91.54 |
| V2 (4/4) | B3 inițial | 2.10 | 21.58 | 1.36 | 16.98 | 78.94 |
| V2 (4/4) | B3 final | 1.76 | 23.78 | 3.26 | 6.52 | 91.55 |
| V3 (6/6) | B4 inițial | 1.97 | 22.57 | 1.09 | 16.63 | 79.62 |
| V3 (6/6) | B4 final | 1.87 | 23.08 | 5.15 | 7.99 | 90.07 |

În urma analizei compoziției biochimice a cărnii tilapiei de Nil, 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 creșterea lipidelor, organismul a încercat limitarea sau chiar menținerea masei corporale pe parcursul perioadei de inaniție. De asemenea, scăderea ușoară a FQ și LSI semnalează un consum energetic mai mare în cazul peștilor înfomețați.

Umiditatea a variat de la 84.81% (martor) la 78,94% (V3) la debutul experimentului, respectiv la valori de 88,92% (Martor) și 91,55% (V3), la finalul experimentului.

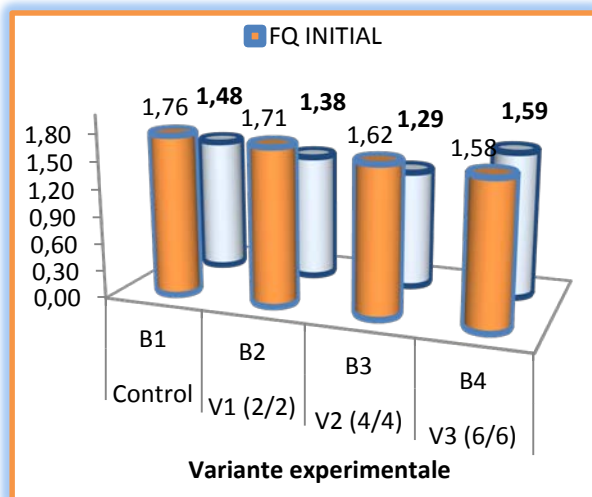


Figura 5.6. Variația factorului de condiție în cadrul experimentului la momentul inițial și final

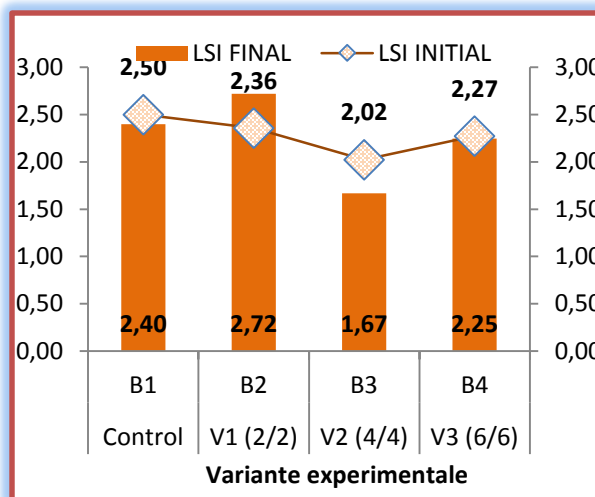


Figura 5.7. Variația indicelui somato-hepatic la momentul inițial și final al experimentului

În prezentul experiment s-au efectuat măsurători ale factorului de condiție (FQ) și al indicelui somato-hepatic (LSI) pentru identificarea diferitelor modificări structurale ce pot avea loc la exemplarele supuse unei perioade de inaniție.

Valorile factorului de condiție și al indicelui somato-hepatic pot fi observate în figura 5.6 și 5.7

Din analiza valorilor obținute la finalul experimentului în ceea ce privește factorul de condiție putem observa o ușoară scădere a valorilor finale față de cele inițiale situându-se în ecartul 1,29 în V2(4/4) și 1,59 în varianta V3 (6/6), de asemenea pentru indicele somato-hepatic putem observa o ușoară creștere în varianta V1 (2/2)..

Din analiza critică a valorilor obținute putem observa la finalul experimentului, o scădere a valorilor conținutului de proteină brută din țesut mai mare în V4 (6/6) , valoare înregistrată fiind de 5,15% lipide brute, comparativ cu celelalte variante, V1 (Martor) 2,61%; V2 (2/2) 4,12% și V3 (4/4) cu o valoare de 3,26, avînd loc o creștere a cantității de lipide la nivelul țesutului în toate cele patru variante experimentale față de momentul inițial, cu o acumulare mai mare în varianta V4, și o creștere a cantității de apă din țesut, toți acești factori descriu capacitatea tilapiei de Nil de a prezenta o compensare parțială, prin menținerea unui echilibru și la nivelul compoziției biochimice pe perioada de înfometare.

Prin compararea rezultatelor obținute în urma analizei se poate aprecia faptul că, exemplarele de tilapia din cele patru variante experimentale prezintă o compoziție biochimică diferită între cele patru variante experimentale. Astfel, compoziția biochimică a țesutului muscular de tilapia este prezintă modificări în raport cu creșterea compensatorie, astfel privarea de hrană a materialului biologic influențează negativ calitatea produsului final, prin scăderea

cantității de proteină din țesut și creșterea concentrațiilor de lipide și apă la nivelul acestuia, varianta cea mai afectată de modificări la nivel intern fiind V4 (6/6).

5.4. Compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrănirii

În vederea stabilirii influenței dietelor în raport cu intensitatea administrării acestora, asupra, biomasei de cultură, s-a realizat evaluarea calității cărnii de tilapia (*Oreochromis niloticus*) implicată în experiment.

Managementul tehnologic adecvat, calitatea mediului și al furajelor, măsurile de profilaxie aplicate sunt principalele argumente ale unei bune stări de întreținere a materialului biologic luat în studiu, și se evidențiază pe tot parcursul experimentului.

Conținutul de apă liberă este un indicator chimic valoros, deoarece acesta reflectă indirect proporția de substanță uscată care concentrează toate substanțele purtătoare de valoare nutritivă. Conținutul de apă la diferrite specii de cultură este variabil deoarece el este în stransă corelație cu conținutul de lipide, care, este singura componentă cu mare variabilitate a cărnii (Mocanu E., 2011).

Odată cu acumularea de lipide și proteine în musculatura peștelui, umiditatea scade.

Valorile determinate pentru umiditate (fig. 5.8, tab.5.4.) rămân aproape constante pe parcursul experimentului fără a prezenta diferențe statistice comparativ cu momentul inițial, și anume la momentul inițial valorile medii au fost de $80,21 \pm 1,00\%$, iar la finalul experimentului cea mai mare valoare s-a înregistrat în varianta V4- hrănire ad libitum, de $82,21 \pm 0,73\%$.

Raportul umiditate/proteină (U/P) din țesutul muscular al peștelui reflectă valoarea alimentară a acestuia. Cu cât valoarea raportului U/P este mai mică, cu atât valoarea alimentară este mai mare și starea de întreținere mai bună.

Valorile determinate pentru raportul umiditate/proteină la debutul experimentului a fost de $4,82 \pm 1,06$, acest raport a crescut pe parcursul experimentului, cu excepția variantei V2 (5%BW/zi) unde s-a observat aceiași valoare pentru U/P, în varianta V4 (ad libitum/zi) valoarea înregistrată la finalul experimentului a fost de $5,71$. La carnea de porc de calitate normală, valoarea maximă reglementată de norme este de 3.6, iar la vită de maxim 3,8 (Mocanu E., 2011). La specia luată în studiu valorile acestui raport sunt mai mari decât valoarea maximă a cărnii de vită astfel la finalul experimentului valoarea U/P în varianta V4 a fost de $5,71 \pm 1,00$.

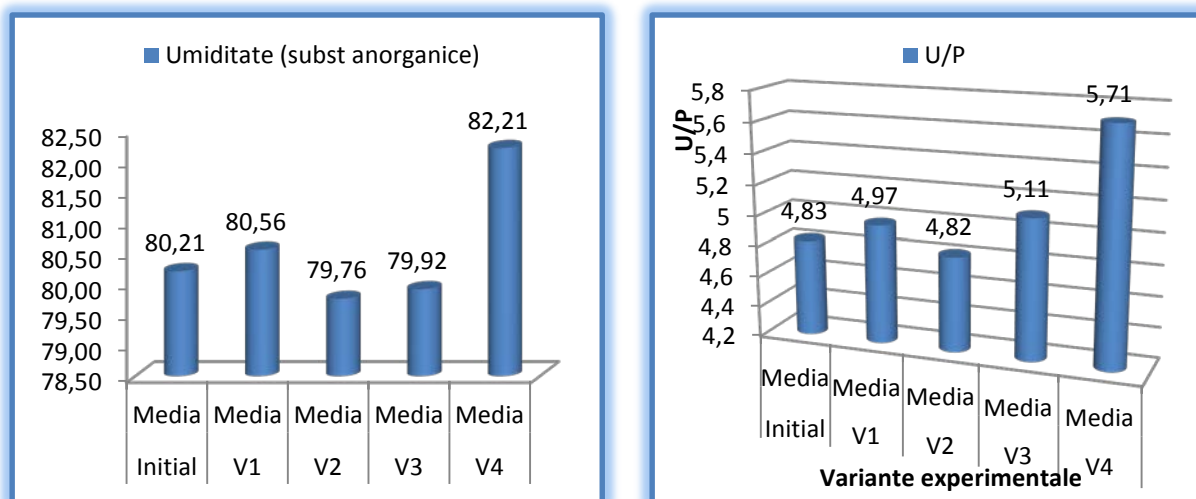


Figura 5.8. Variația umidității în raport cu intensitatea hrânirii la debutul și finalul experimentului **Figura 5.9.** Variația U/P între variantele experimentale și momentul inițial sub aspectul intensității hrâniri

Concluzia ce se desprinde din evaluarea valorilor U/P este aceea că intensitatea hrânirii poate influența calitatea produsului, astfel creșterea rapidă în greutate, influențează compoziția biochimică a biomasei de cultură și astfel a produsului final.

Tabelul 5.4. Compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în raport cu intensitatea hrânirii

| Parametru | | Cenușa % | S.U % | Lipide % | Proteina % | Umiditate % | U/P |
|------------------------|---------|----------|-------|----------|------------|-------------|------|
| Varianta experimentală | Media | 3.92 | 23.25 | 0.51 | 16.62 | 80.21 | 4.82 |
| | St.dev. | 3.57 | 1.28 | 0.51 | 0.94 | 1.00 | 1.06 |
| V1 | Media | 1.60 | 23.46 | 0.65 | 16.19 | 80.56 | 4.97 |
| | St.dev. | 0.35 | 0.92 | 0.89 | 1.47 | 2.30 | 1.56 |
| V2 | Media | 1.41 | 20.26 | 1.04 | 16.55 | 79.76 | 4.82 |
| | St.dev. | 0.11 | 4.65 | 0.68 | 1.60 | 1.72 | 1.08 |
| V3 | Media | 1.44 | 22.78 | 1.93 | 15.65 | 79.92 | 5.11 |
| | St.dev. | 0.05 | 2.44 | 0.80 | 3.64 | 3.47 | 0.95 |
| V4 | Media | 1.41 | 23.94 | 1.08 | 14.40 | 82.21 | 5.71 |
| | St.dev. | 0.04 | 0.56 | 0.12 | 0.72 | 0.73 | 1.00 |

Componenta de bază, cu valoare nutritivă, din țesutul muscular de pește este proteina. Calitatea materialului biologic se apreciază, în primul rând, după conținutul acestuia în proteină.

Un alt indicator biochimic important este reprezentat de **valoarea productivă a proteinei** (PPV – Productive Protein Value, PUE - Protein Utilisation Efficiency).

Din analiza datelor obținute putem observa că valorile PER din cadrul experimentului sunt invers proporționale cu cantitatea de proteină ingerată prin intermediul furajului (figura 5.11).

Valoarea productivă a proteinei (PPV) crește odată cu creșterea cantității de proteină acumulată în țesut și scade cu creșterea cantității de proteină ingerată (figura 5.11).

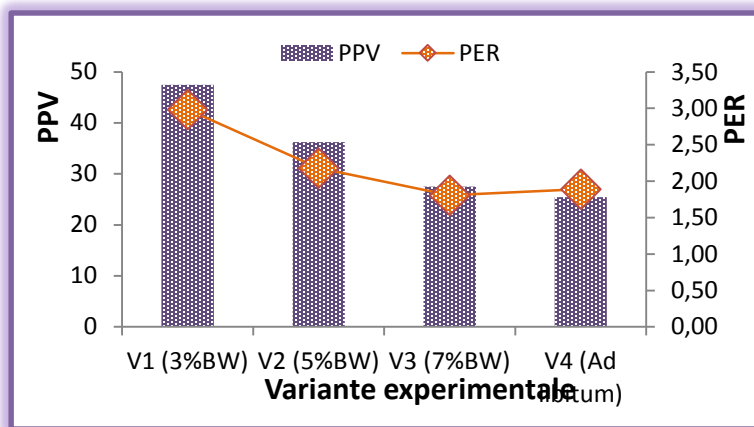


Figura 5.11. Variația PPV și PER în raport cu intensitate hrănirii la debutul și finalul experimentului

Prin compararea rezultatelor obținute în urma analizei se poate aprecia faptul că, exemplarele de tilapia din cele patru variante experimentale prezintă o compoziție biochimică diferită între cele patru variante experimentale. Astfel, compoziția biochimică a țesutului muscular de tilapia este prezintă modificări în raport cu intensitatea hrănirii, înregistrându-se o creștere a conținutului în lipide în varianta V3 (7%BW/zi), de la 0,155 la debutul experimentului la 1,93% la finalul acestuia.

V. 5. Concluzii

O însemnată parte a activităților experimentale desfășurate în cadrul tezei constau în evaluarea calității produsului de cultură, exprimată printr-un parametru important, anume compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în diferite variante tehnologice și operaționale.

Se desprind din acest experiment următoarele concluzii principale, anume:

- concentrația în proteină a produsului de cultură este cvasiconstantă în toate variantele experimentale, nefiind influențată de nivelul proteic al furajului, de intensitatea hrănirii sau de termica apei; O primă concluzie în urma acestui experiment raportată la experimentele anterioare descrise în literatura de specialitate, astfel rezultatele acestui experiment infirmând concluziile altor autori. Cantitatea de proteină brută din țesutul muscular fiind mai mare în varianta V2 în care cantitatea de P.B a furajului administrat a

fost de 50%, în cazul concentrației de apă dintsut se poate observa o usoară scădere a acesteia direct proporțională cu cantitatea de furaj administrată. În privința celorlalte componente ale compoziției biochimice a țesutului muscular al puietului de tilapia de Nil se constată ca între cele 4 variante experimentale nu se înregistrează diferențe din punct de vedere statistic ($p > 0,05$).

- în ecartul termic experimentat s-a evidențiat faptul că la o temperatură a apei de 30 °C concentrația în lipide a înregistrat valoarea maximă în ceea ce privește compoziția biochimică a tilapiei de Nil în această etapă experimentală se observă o creștere a tuturor valorilor la nivel biochimic în variantele experimentale V2 și respectiv V4, reprezentând valorile limite ale ecartului de temperatură luat în calcul, în comparație cu valorile obținute în V1, respectiv V3, din analiza valorilor înregistrate la finalul experimentului putem observa că la nivelul compoziției biochimice se înregistrează valori crescute ale lipidelor, odată cu creșterea s-au scăderea temperaturii, acest factor fiind foarte important în menținerea metabolismului bazal.

Odată cu creșterea temperaturii se intensifică procesele metabolice, respectiv la temperaturi scăzute are loc o diminuare a acestuia, ce în final rezultă prin o acumulare de lipide la nivelul tesutului.

- Din analiza critică a valorilor obținute putem observa la finalul experimentului privind potențialul de creștere compensatorie, o scaderea a valorilor conținutului de proteină brută din țesut mai mare în V2 (2/2) comparativ cu celelalte variante, o creștere a cantității de lipide la nivelul tesutului în toate cele patru variante experimentale având o acumulare mai mare în varianta V2, și o creștere a cantității de apă din țesut, toți acești factori descriu capacitatea tilapiei de Nil de a prezenta o compensare parțială, prin menținerea unui echilibru și la nivelul compoziției biochimice pe perioada de înfometare.
- relație de directă proporționalitate între conținutul de lipide și intensitatea hrănirii (concentrația maximă de lipide s-a înregistrat în cazul hrănirii cel mai intense - 7%BW/zi);

În mod justificat, ipoteza asumată la elaborarea modelului creșterii tilapiei în condițiile unui sistem recirculant a fost aceea că principalul factor ecotehnologic ce influențează activitatea metabolică și, implicit, dinamica creșterii este temperatura apei, prezentând și sub aspectul calității produsului diferențe între cele patru variante experimentale, evidențiindu-se în urma acestui experiment un ecart optim pentru un produs de bună calitate și anume, 24 – 28 °C.

CAPITOLUL VI

CERCETĂRI PRIVIND ELABORAREA MODELULUI CREȘTERII TILAPIEI DE NIL *OREOCHROMIS NILOTICUS* LINNAEUS, 1758, ÎN

DIFERITE VARIANTE DE MANAGEMENT TEHNOLOGIC AL SISTEMELOR RECIRCULANTE DE ACVACULTURĂ

VI. 1 Considerații teoretice privind stabilirea unui model de creștere acvacultură

Modelarea în acvacultură actuală reprezintă cea mai inovativă metodă utilizată pentru estimarea producției finale a materialului de cultură, aceasta prezentând o importanță majoră pentru planificarea activităților de acvacultură.

Un model matematic de simulare a masei corporale finale a speciei de cultură (FGS - Growth Fish Simulator), a fost implementat de Universitatea din Wageningen (Machiels 1987; Van Dam 1995). Acest model FGS - Growth Fish Simulator având capacitatea de a prezice creșterea și producția de reziduuri ale diverselor specii de cultură, bazate pe cantitatea de hrană administrată, compoziția biochimică a acesteia, precum și pe efectul temperaturii apei asupra creșterii materialului de cultură, din acest motiv succesul modelului FGS a fost atribuită caracterului său general, explicativ al predicției de masă la finalul experimentului. Cu toate acestea, acest model prin ecuațiile ce stau la baza lui nu pot prezice rațiile optime de hrănire ale diverselor speciilor de cultură, deoarece acestea sunt ecuații descriptive, neavând la bază lor mecanismele complexe ce au loc la nivel metabolic în organism, factor ce determină consumul total de furaje.

Creșterea poate fi ușor divizată într-o serie de etape, schimbarea de la o etapă la alta este caracterizată de un fel de discontinuitate în dezvoltare, cum ar fi etape ca incubajia sau maturarea, sau de schimbări sezoniere de temperatură pentru peștii din mediile temperate. În orice etapă, creșterea în dimensiune poate descrie o curbă în formă de S. Pentru perioade scurte de timp, de creștere poate fi astfel descrisă de o curbă exponențială (Ricker 1979).

VI.2. Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea Coeficientul Termic de Creștere (TGC) în funcție de masa medie inițială, masa medie finală și SGR.

Din cele prezentate în capitolul introductiv 6.1 o alternativă la calcularea unui model de creștere pe baza coeficienților de creștere precum, rata specifică de creștere - SGR și a ratei zilnice de creștere DGC, putem introduce un nou termen cel de *coeficient termic de creștere (TGC)*. (Cho, 1982; Cho & Bureau, 1998), care a fost inițial prezentată de Iwama și Tautz, 1981 și modificată ulterior prin Cho (1990).

Acest model reprezintă de fapt o modificare a modelului implementat pentru rata zilnică de creștere – DGC (Daily Growth Coefficient) (Bureau et al., 2000), model care sa dovedit eficient în privința predicției creșterii biomasei de cultură în timp (Alanără, 2000), fiind foarte puțin afectat de temperatură în comparație SGR (Iwama & Tautz, 1981; Azevedo et al, 1998; Bureau et al, 2000)

Modelul de creștere pe baza *coeficientului termic de creștere* este exprimat matematic ca:

$$TGC = (MIf^{(1/3)} - (MI^{(1/3)}) / (T * \Delta t) \times 1000 \quad (1)$$

Unde:

M_{if} este greutatea la momentul t (g), I

M_{io} este greutatea inițială (g),

T este temperatura apei (C)

Δt este durata experimentului

(T * Δt) este suma termică în grade - zile) (Cho & Bureau, 1998. Alanără et al, 2001).

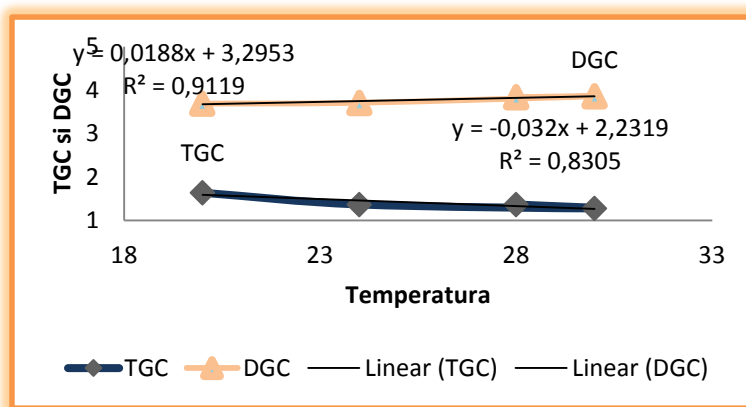


Figura 6.1. DGC și TGC pentru tilapia de Nil (*O. niloticus*), în funcție de temperatură

Coeficientul termic de creștere - TGC utilizează o funcție de putere ($W^{(1/3)}$). Prin această ajustare matematică a modelului de creștere oferindu-se o mai bună potrivire la modelul actual de creștere a peștilor. Greutatea finală (M_{if}) a unui pește poate fi astfel calculată de îndată ce valoarea TGC pentru acea specie este cunoscută.

Modificarea de masă, pentru o evoluție a temperaturii pe zile ($T \times \Delta t$) este dată de formula:

$$MI(t) = [MI_0^{1/3} + TGC * (T * \Delta t) / 1000]^3 \quad (2)$$

Prin derivarea ecuației (2) se poate obține creșterea masei corporale individuale a materialului piscicol:

$$CMI(t) = 3 * TGC * T * [MI_0^{1/3} + TGC * (T * \Delta t) / 1000]^2 / 1000 \quad (3)$$

Pentru elaborarea acestui model au fost selectate 4 variabile independente, denumite în continuare factori (temperatura, masa medie inițială, masa medie finală, SGR) a căror valori minime, medii și maxime sunt prezentate sintetic în tabelul 6. 1.

Tabelul 6.1. Indicatori statistici pentru variabilele selectate în vederea elaborării modelului de estimare a TGC

| Indicatori | Minimum | Maximum | Media | Deviația std. |
|-------------|---------|---------|-------|---------------|
| TGC | 0.23 | 3.20 | 1.47 | 0.54 |
| SGR | 0.42 | 5.39 | 2.94 | 0.92 |
| Temperatura | 20.00 | 30.00 | - | - |
| Mf_obs | 39.00 | 141.00 | 82.09 | 18.17 |
| Mi | 22.00 | 49.00 | 33.71 | 6.25 |

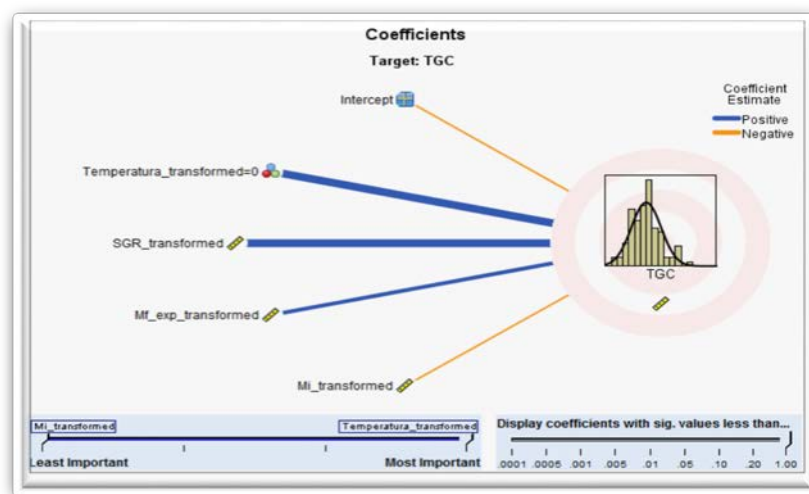


Figura 6.3. Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea FCR în funcție de o serie de predictorii

Modelul a fost elaborat utilizând instrumentul regresiei liniare multiple după o prealabilă transformare automată a variabilelor selectate cu ajutorul funcției Automatic Linear Modeling disponibilă în programul SPSS (Fig.6.3). Aceasta transformare a constat, după caz, în eliminarea valorilor extreme și/sau logaritmare.

Tabelul 6.2. Matrice de corelații (Pearson)

| | | TGC | Temperatura | Mi | Mf_exp. | SGR |
|---|-------------|--------|-------------|--------|---------|--------|
| Coefficient Pearson | TGC | 1.000 | 0.317 | -0.397 | 0.728 | 0.872 |
| | Temperatura | 0.317 | 1.000 | -0.019 | -0.110 | -0.081 |
| | Mi | -0.397 | -0.019 | 1.000 | 0.123 | -0.560 |
| | Mf_exp. | 0.728 | -0.110 | 0.123 | 1.000 | 0.739 |
| | SGR | 0.872 | -0.081 | -0.560 | .739 | 1.000 |
| Semnificația statistică ($\alpha=0.05$) | TGC | - | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | Temperatura | 0.000 | - | 0.401 | 0.071 | 0.140 |
| | Mi | 0.000 | 0.401 | - | 0.050 | 0.000 |
| | Mf_exp. | 0.000 | 0.071 | 0.050 | - | 0.000 |
| | SGR | 0.000 | 0.140 | 0.000 | 0.000 | - |

După transformarea variabilelor luate în studiu s-a întocmit matricea de corelații în vederea stabilirii relației și a gradului de dependență dintre diferitele variabile (Tabel 6.2). Se poate observa astfel ca există relații puternice de corelație pozitivă între TGC și Mf_exp. (Masa finală observată) (coeficient Pearson 0.72) și TGC și SGR (coeficient Pearson 0.872

Validarea modelului elaborat presupune satisfacerea unui set de cerințe care vor fi detaliate în cele ce urmează. Astfel, în tabelul sinteză al modelului (tabelul 6.3) sunt furnizate valorile coeficienților R (coeficient de corelație multiplă), R^2 (coeficient de determinare), R^2 ajustat, eroarea standard a estimării, coeficienți cu ajutorul cărora se determină cât de bine datele analizate se potrivesc modelului de regresie elaborat.

Tabelul 6.3. Tablou sintetic privind indicatorii statistici ai modelului^b

| R | R^2 | R^2 ajustat | Eroarea standard | Durbin-Watson |
|--------------------|-------|---------------|------------------|---------------|
| 0,967 ^a | 0,935 | 0,934 | 0,13830 | 0,813 |

Valoarea lui R, coeficientul de corelație multiplă, poate fi considerată a fi o măsură a calității de predicție a variabilei dependente, în acest caz, TGC. O valoare de 0.967, obținută în cazul de față, indică un înalt nivel de predicție. Valoarea R^2 (coeficientul de determinare) reflectă proporția de variație în variabila dependentă care poate fi explicată prin intermediul variabilelor independente (din punct de vedere tehnic reprezintă procentul de variație reprezentat prin modelul de regresie). În cazul de față, valoarea de 0.935 evidențiază faptul că 93,5% din variabilitatea variabilei dependente TGC este explicată de variabilele independente incluse în model.

De asemenea, *criteriului statistic Durbin-Watson (DW)* atestă o buna eficacitate a parametrilor ecuației de regresie și respectiv a ecuației de regresie de a fi utilizată în calcule care vizează extrapolarea corelației studiate, dacă mărimea coeficientul de autocorelație - DW pentru

o valoare a statisticii calculate apropiată de 0, erorile sunt autocorelate pozitiv. În cazul de față coeficientul DW este 0,813, valoare cuprinsă în ecartul menționat, ceea ce înseamnă ca erorile sunt corelate pozitiv.

Raportul F (Fisher) din tabelul de mai jos testează în ce măsură modelul de regresie elaborat reflectă datele analizate. În cazul de față (tabelul 6.4) valoarea F arată că variabilele independente selectate pot fi utilizate pentru a estima în mod corect variabila dependentă, $F = 633,53$, $p < 0.0005$ (adică, modelul de regresie reflectă o bună potrivire a datelor).

Forma generală a ecuației ce permite predicția TGC pe baza valorilor variabilelor independente - T (Temperatura), Mi (masa inițială), Mf_exp. (masa finală observată) și SGR (Rata specifică de creștere), în condițiile experimentale descrise în capitolele anterioare, este:

$$\text{TGC} = -0.523 + 0.192 T - 0.010Mi + 0.011Mf + 0,327 \text{ SGR}$$

Coefficienții nestandardizați din tabelul de mai jos arată cât de mult variabila dependentă variază în funcție de o variabilă independentă, atunci când toate celelalte variabile independente sunt constante. Dacă se ia în considerare efectul SGR, în acest caz, coeficientul nestandardizat pentru SGR este egal cu 0.327. Aceasta înseamnă că, pentru fiecare unitate termică de creștere se înregistrează o creștere cu 0.327 unități a valorii SGR.

Tabelul 6.5. Tablou sintetic privind coeficienții regresiei liniare multiple, semnificația statistică a modelului (Testare Anova) și rezultatele testului de coliniaritate

| Model | Coeficienți nestandardizați | | Coeficienți standardizați | t | Sig. | Coliniaritate | |
|-------------|-----------------------------|--------------|---------------------------|--------|-------|---------------|--------|
| | B | Eroarea Std. | Beta | | | Toleranta | VIF |
| (Constant) | -0.523 | 0.224 | - | -2.331 | 0.021 | - | - |
| Temperatura | 0.192 | 0.009 | 0.401 | 20.72 | 0.000 | 0.987 | 1.013 |
| Mi | -0.010 | 0.008 | -0.121 | -1.382 | 0.169 | 0.048 | 20.755 |
| Mf_exp. | 0.011 | 0.003 | 0.372 | 3.458 | 0.001 | 0.032 | 31.401 |
| SGR | 0.327 | 0.075 | 0.561 | 4.349 | 0.000 | 0.022 | 45.105 |

În cazul modelului de față se poate observa că toleranța nu este mai mică de 0.1 și deci nu se ridică o problemă de coliniaritate. O altă abordare a problemei este aceea a stabilirii unui indicator sintetic pentru a decide dacă o variabilă este coliniară cu celelalte (sau cu un grup dintre celelalte). adică

VI.3. Concluzii

Obiectivul acestui capitol a fost acela de elaborare a unui model de predicție a masei finale în corelație cu coeficientului termic de creștere, model care să ofere inginerilor piscicoli, biologilor dar și potențialilor investitori, un instrument matematic, ușor de utilizat, care să ofere totodată un grad ridicat de precizie în realizarea previziunilor de creștere pentru specia *Oreochromis niloticus*, în cadrul unui sistem recirculant de acvacultură.

Ipoteza asumată la elaborarea modelului creșterii tilapiei în condițiile unui sistem recirculant a fost aceea că principalul factor ecotehnologic ce influențează activitatea metabolică și, implicit, dinamica creșterii este temperatura apei.

În condițiile tehnologice prezentate (regimuri termice diferite) 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.

Pe baza ecuației obținute în funcție de masa finală, masa inițială, rata specifică de creștere – SGR, temperatură, putem prezice coeficientul termic de creștere pentru o anumită biomasa inițială și temperatură, astfel pe baza acestui coeficient putem determina masa finală a biomasei de cultură.

Din histograma valorilor reziduale standardizate putem observa o distribuție omogenă a valorilor TGC, ceea ce înseamnă că pentru un anumit ecart termic valorile TGC se mențin aproape constante ceea ce confirmă experimentele din literatura de specialitate descrise în capitolul 6.2.

În concluzie, există o nevoie acută de a sintetiza informațiile disponibile și de a dezvolta modele de creștere explicative, flexibile. Modele mecaniciste concepute pentru a simula diferite scenarii sunt cruciale pentru a progresa spre un management tehnologic optimizat al hranei și al performanțelor de creștere, în scopul evitării unei scăderi a rentabilității activităților de acvacultură. Mai mult de atât, viitoarele modelele ar trebui să fie dezvoltate pentru a veni în întâmpinarea micilor fermieri, respectiv a sectorului privat.

În urmă cu 60 de ani modelele au fost elaborate sau adaptate pentru a anticipa creșterea în greutate în funcție de timp.

În prezent, prin modelarea matematică este utilizată ca un instrument util pentru a răspunde provocărilor actuale și a celor de perspectivă, astfel prin această modelare se încearcă extragerea de informații suplimentare în scopul de-a crea viitoare programe de cercetare orientate spre prezicerea necesităților de hrănire ale peștilor

Concluzionând în legătură cu obiectivul mai sus menționat, apreciem că predicția masei finale a biomasei de cultură cu ajutorul modelului elaborat reprezintă o realizare însemnată pentru cercetarea din acvacultură, constituindu-se într-un instrument valoros de optimizare a managementului tehnologic și operațional al unui sistem recirculant

CAPITOLUL VII. CONCLUZII, CONTRIBUTII PERSONALE SI RECOMANDARI

Cercetarea abordată în cadrul prezentei teze are ca principal obiectiv elaborarea unui model de creștere a unei noi specii introduse în România și anume tilapia de Nil (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758), în condițiile creșterii într-un sistem recirculant de acvacultură industrială. Rezultatele scontate a se obține în urma experimentelor pot reprezenta un fundament important pentru producerea acestei specii în acvacultura românească, fiind un material ce cuprinde experimente complexe.

În raport cu stadiul actual al cunoașterii și cu oportunitățile oferite de infrastructura de cercetare disponibilă, studiile și cercetările întreprinse în cadrul acestei teze, au constat în principal, în stabilirea unor potențiali factori ce ar putea influența buna dezvoltare a tilapiei de Nil, în vederea elaborării modelului creșterii.

În mod justificat, ipoteza asumată la elaborarea modelului creșterii tilapiei în condițiile unui sistem recirculant a fost aceea că principalul factor ecotehnologic ce influențează activitatea metabolică și, implicit, dinamica creșterii este temperatura apei.

În condițiile în care infrastructura de cercetare a permis inițierea unui experiment în care variabila asumată a fost posibil să fie temperatura, s-a inițiat un experiment al căror rezultate au stat la baza elaborării unui model matematic al creșterii.

Modelul se prezintă sub forma unei regresii liniare multifactoriale, parametrul de bază al acestei regresii fiind un așa numit *coeficient de eficiență termică a creșterii* ce integrează în structura sa variabile tehnologice relevante, anume: masa inițială, masa finală, temperatura, durata experimentului, sporul specific de creștere.

În urma cercetărilor efectuate se desprind concluzii importante, cu caracter aplicativ, în legătură cu potențialul speciei *Oreochromis niloticus*, crescută în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială, potențial exprimat prin următoarele aspecte urmărite în cadrul tezei:

- elaborarea unui management tehnologic și operațional optimizat pentru creșterea intensivă a tilapiei de Nil în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură,
- caracterizarea tabloului eritocitar al tilapiei de Nil în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură,
- stabilirea compoziției biochimice a cărnii tilapiei de Nil în condițiile unui sistem recirculant.

Concluziile generale ce reies din experimentele desfășurate pentru elaborarea unui management tehnologic și operațional optimizat privind creșterea intensivă a tilapiei de Nil în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură, prezentat în capitolul III, sunt următoarele:

- în urma analizelor fizico-chimice obținute, comparativ cu valorile optime prezentate din literatura de specialitate, pentru specia studiată, putem afirma ca în cele două sisteme recirculante pilot utilizate în cadrul experimentelor, au fost asigurate, grație tehnicii avansate de control al calității apei condiții normale pentru buna dezvoltare a biomasei de cultură în toate unitățile de creștere, aspect ce conferă credibilitate științifică rezultatelor obținute.

În experimentul de creștere compensatorie la finalul experimentului, recuperarea creșterii a fost una parțială, astfel specia studiată în nici una din cele trei variante de privare de hrană și apoi rehrănire nu a putut recupera integral masa pierdută în perioada de inaniție, însă prin faptul că în varianta V2 (2/2), FCR-ul obținut a fost mai mic decât în varianta V1 (Martor) putem afirma că la un interval de 2 zile hrănire, respectiv 2 zile inaniție tilapia poate recupera masa corporală pierdută.

Astfel, rezultatele acestei cercetări constituie argumente în creșterea acestei specii, nou transferate în acvacultura românească, datele noastre permițând configurarea unor strategii de management nutrițional care să asigure concomitent atât optimizarea indicatorilor biotehnologici ai biomasei de cultură în condițiile minimizării cantității de hrană administrată, cât și al asigurării unor condiții mediale adecvate speciei.

De aceea, ca o confirmare a plasticității tehnologice a acestei specii nou transferate în peisajul acvaculturii românești, la noi condiții mediale am considerat oportun să caracterizăm aspectele tehnologice prin analize de natură fiziologică, biochimică, comportamentală care să evalueze de o manieră convingătoare bunăstarea peștilor. Plecând de la aceste considerente, prin studii efectuate asupra fiziologie sângelui putem contribui la fundamentarea științifică a normelor de nutriție și a condițiilor de întreținere a acestei specii în acvacultura sistemelor recirculante.

Concluzia finală care s-a desprins din studiile hematologice este aceea că puietul de tilapia reacționează în mod adaptativ mai greu solicitărilor mediale în acest stadiu de viață adică acomodarea organismului la mediu se realizează mai greu în limitele funcțiilor fiziologice specifice conducând, în anumite situații, la alterări funcționale. Pe măsură ce înaintează în vârstă, tilapia manifestă o capacitate homeostatică mai accentuată, scăzând întrucâtva nivelul de dependență al organismului în raport cu mediul în care trăiește.

Sub aspectul *caracterizării tabloului eritrocitar al tilapiei de Nil în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură*, detaliat în **Capitolul IV**, se desprinde următoarea concluzia generală aceea că puietul de tilapia reacționează în mod adaptativ mai greu solicitărilor mediale în acest stadiu de viață adică acomodarea organismului la mediu se realizează mai greu în limitele funcțiilor fiziologice specifice conducând, în anumite situații, la alterări funcționale. Pe măsură ce înaintea în vârstă, tilapia manifestă o capacitate homeostatică mai accentuată, scăzând întrucâtva nivelul de dependență al organismului în raport cu mediul în care trăiește.

O însemnată parte a activităților experimentale desfășurate în cadrul tezei constau în evaluarea calității produsului de cultură, exprimată printr-un parametru important, anume compoziția biochimică a țesutului muscular al tilapiei de Nil în diferite variante tehnologice și operaționale, descris în detaliu în **Capitolul V**.

Din cadrul acestui capitol se desprind următoarele concluzii principale, anume:

- concentrația în proteină a produsului de cultură este cvasiconstantă în toate variantele experimentale, nefiind influențată de nivelul proteic al furajului, de intensitatea hrănirii sau de termica apei; O primă concluzie în urma acestui experiment raportată la experimentele anterioare descrise în literatura de specialitate, astfel rezultatele acestui experiment infirmând concluziile altor autori. Cantitatea de proteină brută din țesutul muscular fiind mai mare în varianta V2 în care cantitatea de P.B a furajului administrat a fost de 50%, în cazul concentrației de apă din tesut se poate observa o ușoară scădere a acesteia direct proporțională cu cantitatea de furaj administrată. În privința celorlalte componente ale compoziției biochimice a țesutului muscular al puietului de tilapia de Nil se constată ca între cele 4 variante experimentale nu se înregistrează diferențe din punct de vedere statistic ($p > 0,05$).
- în ecartul termic experimentat s-a evidențiat faptul că la o temperatură a apei de 30 °C concentrația în lipide a înregistrat valoarea maximă în ceea ce privește compoziția biochimică a tilapiei de Nil în această etapă experimentală se observă o creștere a tuturor valorilor la nivel biochimic în variantele experimentale V2 și respectiv V4, reprezentând valorile limite ale ecartului de temperatură luat în calcul, în comparație cu valorile obținute în V1, respectiv V3, din analiza valorilor înregistrate la finalul experimentului putem observa că la nivelul compoziției biochimice se înregistrează valori crescute ale lipidelor, odată cu creșterea sau scăderea temperaturii, acest factor fiind foarte important în menținerea metabolismului bazal.

Odată cu creșterea temperaturii se intensifică procesele metabolice, respectiv la temperaturi scăzute are loc o diminuare a acestuia, ce în final rezultă prin o acumulare de lipide la nivelul tesutului.

- Din analiza critică a valorilor obținute putem observa la finalul experimentului privind potențialul de creștere compensatorie, o scaderea a valorilor conținutului de proteină brută din țesut mai mare în V2 (2/2) comparativ cu celelalte variante, o creștere a cantității de lipide la nivelul tesutului în toate cele patru variante experimentale având o acumulare mai mare în varianta V2, și o creștere a cantității de apă din țesut, toți acești factori descriu capacitatea tilapiei de Nil de a prezenta o compensare parțială, prin menținerea unui echilibru și la nivelul compoziției biochimice pe perioada de înfometare.
- relație de directă proporționalitate între conținutul de lipide și intensitatea hrănirii (concentrația maximă de lipide s-a înregistrat în cazul hrănirii cel mai intense - 7%BW/zi);

Concluzia generală ce se desprinde din cadrul Capitolului V. privind stabilirea compoziției biochimice a cărnii tilapiei de Nil în condițiile unui sistem recirculant. a fost aceea că principalul factor ecotehnologic ce influențează activitatea metabolică și, implicit, dinamica creșterii este temperatura apei, prezentând și sub aspectul calității produsului diferențe între cele patru variante experimentale, evidențiindu-se în urma acestui experiment un ecart optim pentru un produs de bună calitate și anume, 24 – 28 °C.

În cadrul **capitolului VI** privind elaborarea unui model de predicție a masei finale în corelație cu coeficientului termic de creștere, s-a elaborat un model care să ofere inginerilor piscicoli, biologilor dar și potențialilor investitori, un instrument matematic, ușor de utilizat, care să ofere totodată un grad ridicat de precizie în realizarea previziunilor de creștere pentru specia *Oreochromis niloticus*, în cadrul unui sistem recirculant de acvacultură. Astfel, 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.

Concluzionând în legătură cu obiectivul mai sus menționat, apreciem că predicția masei finale a biomasei de cultură cu ajutorul modelului elaborat reprezintă o realizare însemnată pentru cercetarea din acvacultură, constituindu-se într-un instrument valoros de optimizare a managementului tehnologic și operațional al unui sistem recirculant.

Fiecare informație poate aduce un răspuns valid asupra oportunității transferului acestei specii în peisajul acvaculturii românești, dar numai combinarea lor, adecvată, și interpretarea corelată dau informații asupra menținerii homeostaziei individuale la condițiile fluctuante de

mediu, adică, plasticitatea acestei specii la condițiile tehnologice specifice creșterii intensive în sisteme recirculante.



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

OIPOSDRU



GALATIENSIS

**Lucrări publicate și comunicate ce valorifică rezultatele
cercetării**

Lucrari publicate BDI

1. Popescu Adina, Fetecău Maria, **(Ciortan) Mirea Catalina**, Cristea Victor, Coadă Marian Tiberiu (2011). Researches on Evaluating the Efficiency of Hormonal Stimulation with Silver Carp Pituitary Extract in Order to Optimize Controlled Reproductive Technology at Asian Cyprinids. *Animal Science and Biotechnologies*, 44 (2): <http://spasb.ro/index.php/spasb/article/viewFile/295/176>
2. **Mirea (Ciortan) Catalina**, Cristea V., Grecu Iulia Rodica, Dediu Lorena (2013). Influence of different water temperature on intensive growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) in a recirculating aquaculture system. *Lucrări Științifice-Seria Zootehnie*, 60: 227-231, http://www.uaiasi.ro/revistazoo/ro/documente/Pdf_Vol_60/Catalina_Mirea2.pdf
3. **Mirea (Ciortan) Catalina**, Cristea Victor, Dediu Lorena, Mocanu (Cretu) Mirela, Dicu (Stroe) Desimira Maria, Petrea Ștefan (2013). Determinarea potențialului de creștere compensatorie a tilapiei (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) în condițiile unui sistem recirculant, *Lucrări Științifice Seria Zootehnie*, Editura "Ion Ionescu de la Brad" Iași, 60, pg. 199-203, http://www.uaiasi.ro/revistazoo/ro/documente/Pdf_Vol_60/Catalina_Mirea1.pdf
4. **Mirea (Ciortan) Catalina**, Cristea V., Grecu Iulia Rodica, Dediu Lorena (2013). Results regarding growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) fed with an additive feed, vitamin C, in a recirculating aquaculture system. *Lucrari Stiintifice Zootehnie si Biotehnologii*, 46(2): 238- 243, <http://spasb.ro/index.php/spasb/article/view/361/282>
5. Dicu (Stroe) Maria Desimira, Cristea Victor, **Mirea (Ciortan) Catalina**, Plăcintă Săndița, Petrea Mihai Ștefan, Coadă Marian Tiberiu (2013). Effects of Different Levels of Dietary Vitamins C on Growth Performance of Stellate Sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771) *Animal Science and Biotechnologies*, 2013, 46(2): 244-249, <http://spasb.ro/index.php/spasb/article/view/265/283>
6. **Mirea (Ciortan) Catalina**, Cristea Victor, Grecu Iulia Rodica, Dediu Lorena, Vasilean Ion (2013). Hematological and Biochemical Characterization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) Reared Intensively in a Recirculating Aquaculture System in Relation to Water Temperature. *Animal Science and Biotechnologies*, 46 (2): 234-237, <http://spasb.ro/index.php/spasb/article/view/359/281>



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
ȘI SPORTULUI

OIPOSDRU



UNIVERSITATEA
GALATIENSIS

Lucrări comunicate - Conferințe Internaționale

1. Popescu A., Fetecau M., **Mirea (Ciortan) C.**, Cristea V., Coadă M. T. Researches On Evaluating The Efficiency Of Hormonal Stimulation With Silver Carp Pituitary Extract In Order To Optimize Controlled Reproductive Technology At Asian Cyprinids, Simpozionul Ştiinţific Internaţional "Bioengineering of Animal Production" Timisoara, mai 26 -27, 2011
2. **Mirea (Ciortan) C.**, V. Cristea, I. R. Grecu, A. Docan, M. D. Dicu. Effect Of Toxic Nitrite Exposure On Hematological Parameters Of Juvenile Bighead (*Aristichthys nobilis* Richardson, 1845), Simpozion Stiintific International „Environmental Capacity Building” 11-13 Noiembrie 2011 Bucuresti - Romania.
3. Cristea V., **Mirea (Ciortan) C.**, Popa V., Sarbu A., (Bancu) Enache I. Preliminary results on the influence of protein level on growth performance of juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758), Simpozion Stiintific International „Modern Zootechny, Factor of Sustainable Development”, Iasi, aprilie 26-27, 2012
4. **Mirea (Ciortan) C.**, V.Cristea, Lorena Dediu, Mirela (Cretu) Mocanu, Desimira Maria (Stroe) Dicu, St. M. Petrea Determining The Potential Of Compensatory Growth Of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) In A Recirculating Aquaculture System, Simpozion Stiintific International „Modern Animal Husbandry – Strategies, Opportunities and Performance”, Iasi, Aprilie 25-26, 2013
5. **Mirea (Ciortan) C.**, Cristea V., Grecu I.R., Dediu L. Influence of Different Water Temperature On Intensive Growth Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) In A Recirculating Aquaculture System, Simpozion Stiintific International „Modern Animal Husbandry – Strategies, Opportunities and Performance”, Iasi, Aprilie 25-26, 2013
6. **Mirea (Ciortan) C.**, Cristea V., Grecu I.R., Dediu L., Influence Of Feed Protein Content Levels, To Assess Growth Performance Of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) In Terms Of A Recirculating System, Conferinta Stiintifica a Scolilor Doctorale, Universitatea „Dunarea de Jos” din Galati, Galati, 16-17 mai 2013
7. Dicu (Stroe) Maria Desimira, Cristea Victor, Petrea Mihai Stefan, Placinta Sandita, Coadă Marian Tiberiu, **Mirea (Ciortan) Catalina**, Effects Of Different Levels Of Dietary Vitamins C On Growth Performance Of Stellate Sturgeon (*Acipenser stellatus*, Pallas), Simpozionul International „Bioengineering of Animal Resources”, Timisoara, Mai 30-31, 2013
8. **Mirea (Ciortan) C.**, Cristea V., Grecu I.R., Dediu L., Vasilean I. Hematological Characterization Of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) Reared Intensively In A Recirculating Aquaculture System In Relation To Water Temperature, Simpozionul International „Bioengineering of Animal Resources”, Timisoara, Mai 30-31, 2013

9. **Mirea (Ciortan) C.**, Cristea V., Grecu I.R., Dediu L., Sirbu A. Results Regarding Growth Performance Of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*, Linnaeus, 1758) Fed With An Additive Feed, Vitamin C, In A Recirculating Aquaculture System, Simpozionul International Bioengineering of Animal Resources, Timisoara, Mai 30-31,2013
10. **Mirea (Ciortan) C.**, Cristea V., Petrea Șt.M., Antache A. and Placintă S. Hematological and Blood Biochemical Characterization of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, L. 1758) Fed With An Additive Feed, Vitamin C, in a Recirculating Aquaculture System, Simpozionul International "Prospects for the Third Millennium Agriculture", Cluj- Napoca, Septembrie 26- 28.

Participare în proiecte de cercetare

1. 2008–2011 – colaborator Grant PN II "Dezvoltarea acvaculturii organice a salmonidelor in sisteme recirculante biosecurizate", SALMOTECH 52-150/2008 (UDJ Coordonator).
2. 2008–2011 - colaborator Grant PN II "Asigurarea biosecuritatii sistemelor recirculante de acvacultura intensiva prin utilizarea probioticelor", PROBIOACVA 62-093/2008 (UDJ Coordonator).
3. 2008–2011 – membru în echipa, Grant PN II "Elaborarea si implementarea unor tehnologii intensive de crestere a speciei *Oreochromis niloticus* – (tilapia de Nil) în vederea introducerii ei în acvacultura din România", TEHTIL 52-170/2008 (UDJ Partener).
4. 2008–2011 – membru în echipa, Grant PN II "Optimizarea proceselor tehnologice din acvacultura prin introducerea sistemelor si metodelor de hranire automatizate si de monitorizarea calității apei, în vederea încadrării în cerințele UE privind calitatea mediului și a produselor din acvacultură" - UPGRADEACVA 52-171/2008 (UDJ Partener)
5. 2008–2011 – membru în echipa, Grant PN II "Cercetări privind metode de estimare a biomasei piscicole în arealele piscicole amenajate", MASPEST 52-176/2008 (UDJ Partener)

Bibliografie selectivă

- ✓ Abdel-Hakim, N. F, I. A. Hilali, M. H. Khalil and A. A. Al-Azab. 2001. Effect of stocking density and feeding rate on performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in Tanks. Egyptian J. Nutrition and Feeds. (Special Issue): 705-717
- ✓ Abdel-Tawwab, 2006. Compensatory growth, feed utilization, whole body composition, and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L., 1758). Journal of applied aquaculture, 18(3), pp. 17-36.
- ✓ Abdel-Tawwab, 2012,.Effects of dietary protein levels and rearing density on growth performance and stress response of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), International Aquatic Research, 4:3, pg. 9-13
- ✓ Abdel-Tawwab, Mohammad H. Ahmad, Yassir A.E. Khattabb, Adel M.E. Shalabyc, 2010, Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) Aquaculture Volume 298, Issues 3–4, 7 January 2010, Pages 267–274
- ✓ Ahmad, 2000, *Saccharococcus caldxylosilyticus* sp. nov., an obligately thermophilic, xylose-utilizing, endospore-forming bacterium. International Journal System Evol Microbiol 50, 517±523., Volumul 50, p. 517±523..
- ✓ Ahmad, M. H.; Abdel-Tawwab, M. and Khattab, Y. A. E., 2004, Effect of dietary protein levels on growth performance and protein utilization in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) with different initial body weights. Proceedings 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture. 12-16 September 2004, Manila, Philippines. Pp 249-263.
- ✓ Ahmad, M., 2000, Improve productive performance in fish. Ph.D. Dissertation, Animal Prod. Department, Faculty of Agriculture, Zagazig University
- ✓ Alanärä A, Brännäs, Bailey J E. Methods for assessing social status in Arctic charr. J. Fish Biol. 2000;57:258–261
- ✓ Alanärä, A. 2000. Optimering av utfodring vid kommersiell fiskodling. Rapport No. 21. Institutionen för Vattenbruk, Umeå, SLU: 32.
- ✓ Ali M, N. A. W. R., 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. Fish Fish, pp. 147-190.
- ✓ Allen, J.C. 1976. A modified sine wave method for calculating degree days. Environ. Entomol. 5: 388-396.

- ✓ Anelli, L.C., Olle, C.D., Costa, M.J., Rantin, F.T., Kalinin, A.L., 2004, Effects of temperature and calcium availability on ventricular myocardium from the neotropical teleost *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887-Teleostei, Serrasalminae). *J. Therm. Biol.* 29, 103–113.
- ✓ Angienda, P.O., Lee, H.J., Elmer, K.R., Abila, R. Waindi, E.N. & Meyer, A. 2011. Genetic structure and gene flow in an endangered native tilapia fish (*Oreochromis esculentus*) compared to invasive Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Yala swamp, East Africa. *Conservation Genetics* 12: 243–255.
- ✓ Azaza, M.N. Dhraief, M.M. Kraiem, 2008, Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia, *Journal of Thermal Biology* 33 (2008) ,pg.98–105.
- ✓ Azevedo P.A., Cho C.Y., Leeson S. & Bureau D.P. (1998) Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Living Resources* 11, 227–238.
- ✓ Bagni M., Archetti L., Amadori M., Marin, G., 2000, Effect of long-term oral administration of an immunostimulant diet on innate immunity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Veterinary Medicine B* 47 (10): 745–751. DOI: 10.1111/j.1439-0450.2000.00412.x
- ✓ Bainbridge, W., Alletson, D., Davies, M., Lax, I. & Mills, J. 2005. The Policy of FOSAF on the Presence of Trout in the Freshwater Aquatic Systems of South and Southern Africa: Position Paper No. 3. Environmental Committee, Federation of Southern African Flyfishers. Unpublished report, FOSAF Secretariat, Johannesburg. 17 pp.
- ✓ BALARIN J.D. et HALLER R.D., 1982. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In: J.F. Muir and Roberts R.J. (Eds), *Recent Advances in Aquaculture*, vol. 1. Croom Helm, London.
- ✓ Balarin, J. D. a. H. R. D., 1986. The Intensive Culture of Tilapia in Tanks, Raceways and Cages. *Advances in Aquaculture*.
- ✓ Barton, B., 2002. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integr. Comp. Biol*, Volumul 42, pp. 517-525.
- ✓ Barton, N.R., 2002, Some new Q-value correlations to assist in site characterization and tunnel design, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 39 (2): 185–216. doi:10.1016/S1365-1609(02)00011-4.
- ✓ Bavčević, L. K. T. K. V. A. I., 2010. Compensatory growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) compensates weight, but not length. *aquaculture*, Volumul 301, pp. 57-63.
- ✓ Belehradek J. (1930) Temperature coefficients in biology. *Biological Reviews* 5, 30–58.

- ✓ Blancheton, J.P., Developments in recirculation systems for Mediterranean fish species, 2000, Aquacultural Engineering 22, 17-31.
- ✓ Bonhomme, R. 2000. Bases and limits to using „degree.day“ units. Eur. J. Agron. 13: 1- 10.
- ✓ Boyd, E.C. 2004. Farm-Level Issues in Aquaculture Certification: Tilapia. Report commissioned by WWF-US in 2004. Auburn University, Alabama 36831.
- ✓ Britz, P.J., Lee, B. & Botes, L. 2009. AISA 2009 Aquaculture Benchmarking Survey: Primary Production and Markets. AISA report produced by Enviro-Fish Africa (Pty) Ltd. 117 pp.
- ✓ Broekhuizen N, Gurney W.S.C, Jones A, Bryant A.D, 1994. Modelling compensatory growth. Funct. Ecol. 8, 770–782.
- ✓ Brummett, R.E. & Ponzoni, R.W. 2009. Concepts, Alternatives, and Environmental Considerations in the Development and Use of Improved Strains of Tilapia in African Aquaculture. Reviews in Fisheries Science 17: 70-77.
- ✓ Bucur Cecilia, M. C. O. D. M. N., 2012. Studies and Observations on the Spawning of *Oreochromis Niloticus* Species Reared at SCDP Nucet - Dambovita. Animal Science and Biotechnologies, 45(2), pp. 1-6.
- ✓ Bureau, D. P., Azevedo, P. A., Tapia-Salazar, M. & Cuzon, G. 2000. Pattern and cost of growth and nutrient deposition in fish and shrimp: Potential implications and applications. Avances en Nutrición Acuícola V, Mérida, Yucatán, Mexico, Fish nutrition research laboratory.
- ✓ Bwanika, G., Murie, D. & Chapman, L. 2007. Comparative Age and Growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in Lakes Nabugabo and Wamala, Uganda. Hydrobiologia 589: 287-301.
- ✓ Bwanika, G.N., Makanga, B., Kizito, Y., Chapman, L.J. & Balirwa, J. 2004. Observations on the biology of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L., in two Ugandan Crater lakes. African Journal of Ecology 42: 93–101.
- ✓ Caguan, A.G., Galaites, M.C. and Fajardo, L.J. 2004. Evaluation of botanical piscicides on Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. and mosquito fish *Gambusia affinis* Baird and Girard. Proceedings on ISTA, 12-16 September. Manila, Phillipines: 179-187.
- ✓ Cambray, J, 2003, Impact on indigenous species biodiversity caused by the globalisation of alien recreational freshwater fisheries. În K. Martens, Aquatic Biodiversity-
- ✓