

UNIVERSITATEA “DUNĂREA DE JOS” GALAȚI
ȘCOALA DOCTORALĂ DE INGINERIE



REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT

**CERCETĂRI PRIVIND ELABORAREA MODELULUI
CREȘTERII PĂSTRUGII *ACIPENSER STELLATUS*, (PALLAS
1771) ÎN CONDITIILE UNUI SISTEM RECIRCULANT DE
ACVACULTURĂ INDUSTRIALĂ**

Doctorand,

Ing. DICU (STROE) MARIA DESIMIRA

Conducător doctorat,

Prof. univ. dr. ing. CRISTEA VICTOR

Seria I 4. Inginerie Industrială Nr. 13

**Galați
2013**

Mulumiri,

Pentru că am reușit să duc la bun sfârșit acest demers științific aș dori, în primul rând, să îi mulțumesc lui Dumnezeu care a creat tot ce e bun, frumos și constructiv pe această lume.

*Cu deosebită considerație, mulțumesc domnului **Prof. univ. dr. ing. Victor Cristea**, care mi-a facut onoarea să accepte conducerea acestei teze de doctorat; pe parcursul celor trei ani de studii, oferindu-mi libertate în gândire și acțiune. De asemenea îi mulțumesc pentru toate ideile bune generate de fiecare dată cu tact pedagogic și profesionalism.*

*Un sprijin deosebit, fără de care nu aș fi putut finaliza această teză, l-am primit din partea echipei de îndrumare a tezei constituită din d-na **Conf. dr.ing. Lorena Dediu**, d-na **Sf.lc.dr.ing. Angelica Docan** și dl **Prof.univ. dr.ing Lucian Oprea**. Acestei echipe i s-a alăturat și d-na **Conf. dr.ing. Iulia Rodica Grecu** de sfaturile căreia am avut onoarea și oportunitatea de a beneficia necondiționat.*

*Din toată inima aș dori să-i mulțumesc pentru ideile generoase și îndrumările de specialitate acordate pe tot parcursul perioadei de pregătire a acestei lucrări d-nei **Conf. dr.ing. Lorena Dediu**.*

*Adresez, de asemenea, sincere mulțumiri membrilor comisiei de doctorat care au raspuns favorabil solicitării mele de a-mi recenza această lucrare. Cu stimă aș dori să-i mulțumesc d-lui Decan al Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor, Galați **Prof. dr.univ. ing Petru Alexe** pentru că a fost de acord să prezideze această comisie. Exprim toată gratitudinea mea d-lui Decan al Facultății de Zootehnie din cadrul U.S.A.M.V Iași **Prof. univ. dr. Benone Păsărin** pentru onorea de a-mi fi referent oficial, d-lui director al I.C.D.E.A.P.A C.S. grd I **Prof.univ.dr.ing Patriche Neculai** și d-nei **Conf. dr.ing. Lorena Dediu** pentru bunăvoința și interesul de a-mi recenza această lucrare.*

*Prezenta teză a fost elaborată cu suportul financiar al proiectului POS DRU/107/1.5/S/76822 „Calitatea și continuitatea formării în cadrul ciclului de studii doctorale”- TOP ACADEMIC. În acest sens aș dori să mulțumesc întregii echipe de management și implementare a proiectului și în mod special coordonatorului de proiect dl. **Prof. univ. dr. Lucian Puiu Georgescu** și d-lui **Conf. dr. Gabriel Murariu** pentru munca depusă și înțelegerea de care au dat dovadă.*

*Gânduri de recunoștință se îndreaptă și către d-na. **dr. ec. Marilena Maereanu** și dl. **dr.av. Dumitru Maereanu** pentru încurajările permanente și mai ales pentru oportunitatea oferită de a efectua experimente în cadrul fermei de producție de la Horia.*

Mulțumesc întregului colectiv al Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru și tuturor colegilor doctoranzi pentru sprijin, încurajări și clipele frumoase petrecute împreună .

Adresez sincere mulțumiri pentru ceea ce sunt azi, din punct de vedere profesional, colectivului de specialiști de la I.C.D.E.A.P.A Galați unde am avut prilejul de a dobândi experiență în domeniul sturioniculturii.

Celor pe care am omis să-i amintesc, le cer scuze și le adresez mulțumiri, asigurându-i de recunoștința mea.

În cele din urmă, dar nu în ultimul rând și cu emoții nemărginite mulțumesc familiei mele, care mi-a fost aproape în tot acest timp, în mod special soțului, părinților și nasilor mei pentru răbdarea și dragostea cu care îmi sunt alături.

Motto

Fiecare individ este trecător pe lume, dar contribuția lui nu piere niciodată și astfel viața se va găsi mereu înaintea pe drumul evoluției.

*citată din **Lu Sin***

Cuprins

Structura tezei de doctorat.....	1
Capitolul I. STUDIU BIBLIOGRAFIC.....	2
1. Cadrul general privind acvacultura sturionilor.....	2
1.1. Sturionicultura, prezent și perspective.....	3
1.2. Caracteristici ecobiologice ale speciei <i>Acipenser stellatus</i> , Pallas 1771.....	3
1.3. Status și perspective ale sistemelor recirculante de acvacultură (RAS).....	3
1.4. Scopul, obiectivele și oportunitatea temei abordate.....	4
Capitolul II. MATERIALE ȘI METODE DE LUCRU.....	6
2.1. Designul infrastructurii de cercetare	6
2.1.1. Sistemul recirculant pilot de acvacultură I al UDJ Galați -RAS I.....	6
2.1.2. Sistemul recirculant pilot de acvacultură II al UDJ Galați - RAS II.....	6
2.1.3. Sistemul recirculant pilot de acvacultură III al UDJ Galați – RAS III.....	7
2.1.4. Baza de producție puiet de sturioni a fermei Horia-Tulcea.....	7
2.2. Controlul calității apei.....	8
2.2.1. Metode și echipamente pentru determinarea parametrilor de calitate ai apei.....	8
2.2.2. Cerințe tehnologice ale sturionilor pentru calitatea apei.....	9
2.3. Parametrii de performanță ai creșterii.....	9
2.4. Prelevarea și analiza probelor biologice de sânge.....	10
2.4.1. Metode de prelevarea a probelor de sânge.....	10
2.4.2. Metode și echipamente pentru analiza indicatorilor hematologici și biochimici ai serului sanguin.....	10
2.4.3. Calculul constantelor eritrocitare.....	12
2.4.4. Executarea și studierea frotiurilor.....	13
2.5. Prelucrarea statistică a datelor experimentale.....	13
2.6. Metodologie de stabilire a modelului creșterii puietului de păstrugă.....	13
Capitolul III. CERCETĂRI PRIVIND EVALUAREA PERFORMANȚEI CREȘTERII PUIETULUI DE PĂSTRUGĂ PENTRU DIFERITE STRATEGII DE MANAGEMENT NUTRITIONAL.....	15
3.1. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrugă <i>Acipenser stellatus</i> (Pallas, 1771) în raport cu intensitatea hrănirii.....	15
3.1.1. Influența intensității de hănire asupra puietului de păstrugă cu o vârstă de 5 luni de la eclozare (lot 1) crescut în RAS I.....	15
3.1.1.1. Organizarea experimentului.....	15
3.1.1.2. Calitatea mediului de cultură.....	17
3.1.1.3. Rezultate și discuții.....	17
3.1.2. Influența intensității de hrănire asupra puietului de păstrugă cu o vârstă de 7 luni de la eclozare (lot 2) crescut în RAS II.....	20
3.1.2.1. Organizarea experimentului.....	20
3.1.2.2. Calitatea mediului de cultură.....	21
3.1.2.3. Rezultate și discuții.....	21
3.1.3. Influența intensității de hrănire asupra puietului de păstrugă cu o vârstă de 9 luni de la eclozare (lot 2) crescut în RAS II.....	24
3.1.3. 1.Organizarea experimentului.....	24
3.1.3.2. Calitatea mediului de cultură.....	25
3.1.3.3. Rezultate și discuții.....	26
3.2. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrugă <i>Acipenser stellatus</i> (Pallas, 1771) în raport cu frecvența administrării hranei.....	29
3.2.1. Organizarea experimentului.....	30
3.2.2. Calitatea mediului de cultură.....	30

3.2.3. Rezultate și discuții.....	30
3.3. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrugă <i>Acipenser stellatus</i> (Pallas, 1771) în raport cu nivelul proteic al furajului.....	31
3.3.1. Influența nivelului proteic al furajului asupra performanței de creștere a puietului cu o vârstă de 3 luni de la eclozare crescut în RAS I.....	31
3.3.1.1. Organizarea experimentului.....	32
3.3.1.2. Calitatea mediului de cultură.....	33
3.3.1.3. Rezultate și discuții.....	33
3.3.2. Influența nivelului proteic diferit al furajului asupra performanței de creștere a puietului cu o vârstă de 9 luni de la eclozare crescut în RAS III.....	34
3.3.2.1. Organizarea experimentului.....	34
3.3.2.2. Calitatea mediului de cultură.....	35
3.3.2.3. Rezultate și discuții.....	36
3.4. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrugă <i>Acipenser stellatus</i> (Pallas, 1771) în condițiile aditivării hranei cu vitamina C.....	38
3.4.1 Organizarea experimentului.....	38
3.4.2. Calitatea mediului de cultură.....	39
3.4.3. Rezultate și discuții.....	40
3.5. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrugă în vârstă de 35 de zile de la eclozare în condițiile aditivării hranei cu probiotice.....	42
3.5.1. Organizarea experimentului.....	42
3.5.2. Calitatea mediului de cultură.....	45
3.5.3. Rezultate și discuții.....	46
Capitolul IV CERCETĂRI PRIVIND PERFORMANȚA CREȘTERII ÎN RAPORT CU DENSITATEA DE STOCARE A PUIETULUI DE PĂSTRUGĂ ÎN CONDIȚIILE UNUI SISTEM INDUSTRIAL FLOW-TROUGH.....	50
4.1. Influența densității de asupra performanței de creștere a puietului de păstrugă în vârstă de 2 luni de la eclozare crescut într-un sistem industrial flow-trough.....	51
4.1.1. Organizarea experimentului.....	51
4.1.2. Calitatea mediului de cultură.....	51
4.1.3. Rezultate și discuții.....	51
4.2. Influența densității de stocare asupra performanței puietului de păstrugă în vârstă de 7 luni de la eclozare crescut într-un sistem industrial flow-trough.....	54
4.2.1. Organizarea experimentului.....	54
4.2.2. Calitatea mediului de cultură.....	54
4.2.3. Rezultate și discuții.....	55
Capitolul V. CERCETĂRI PRIVIND EVALUAREA TABLOULUI HEMATOLOGIC AL PUIETULUI DE PĂSTRUGĂ A. <i>STELLATUS</i> (PALLAS, 1771), PRINCIPAL INDICATOR DE APRECIERE AL BUNĂSTĂRII, PENTRU DIFERITE VARIANTE DE MANAGEMENT TEHNOLOGIC.....	59
5.1. Influența intensității de hrănire asupra profilului hematologic al puietului de păstrugă <i>A. stellatus</i> (Pallas, 1771).....	60
5.1.1. Indicatorii hematologici.....	60
5.2. Influența frecvenței de administrare a hranei asupra profilului hematologic al puietului de păstrugă <i>A. stellatus</i> (Pallas, 1771)	62
5.2.1. Indicatorii hematologici.....	62
5.2.2. Reacția leucocitară.....	62
5.3. Influența diferitelor nivelurilor proteice asupra profilului hematologic al puietului de păstrugă <i>A. stellatus</i> (Pallas, 1771).....	64
5.3.1. Indicatorii hematologici.....	64
5.3.2. Reacția leucocitară.....	65
5.4. Efectul vitaminei C asupra tabloului hematologic la puietul de păstrugă <i>A. stellatus</i> (Pallas, 1771).....	66

5.4.1. Indicatorii hematologici.....	66
5.4.2. Reacția leucocitară.....	67
5.5. Efectul probioticului <i>Beta Plus Ultra</i> asupra tabloului hematologic la puietul de păstrugă <i>A. stellatus</i> (Pallas, 1771) crescut într-un sistem industrial flow-trough.....	68
5.5.1. Indicatorii hematologici.....	68
5.5.2. Reacția leucocitară.....	69
5.6. Influența densității de stocare asupra profilului hematologic al puietului de păstrugă <i>A. stellatus</i> (Pallas, 1771) crescut într-un sistem industrial flow-trough.....	71
5.6.1. Indicatorii hematologici.....	71
Capitolul VI. CERCETĂRI PRIVIND STABILIREA MODELULUI CREȘTERII PUIETULUI DE PĂSTRUGĂ <i>A. STELLATUS</i> (PALLAS, 1771).....	73
6.1 Considerații teoretice privind stabilirea unui model de creștere acvacultură.....	73
6.2 Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea FCR în funcție de vârstă, masa medie inițială, masa medie finală și intensitatea hrănirii.....	74
6.3. Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea FCR în funcție de vârstă și RGR.....	75
6.5. Model de regresie pentru estimarea RGR în funcție de vârstă.....	77
6.6. Model de regresie pentru estimarea SGR în funcție de masă.....	78
Capitolul VII. CONCLUZII GENERALE, CONTRIBUȚII PERSONALE, DIRECȚII ULTERIOARE DE CERCETARE.....	80
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ.....	88

STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT

Cercetările din această lucrare au avut drept scop elaborarea modelului creșterii speciei *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771) în diferite condiții de creștere în sisteme industriale de acvacultură.

Prezenta lucrare a fost structurată în 7 capitole și cuprinde 247 de pagini, din care, 47 de pagini reprezintă partea de documentare, de prezentare a infrastructurii de cercetare și a metodelor de lucru, 147 de pagini în care a fost redată partea experimentală și restul cuprinde bibliografie și anexe. Studiul bibliografic a avut la bază un număr de 233 de referințe iar rezultatele cercetării redată în această teză de doctorat au fost valorificate în 12 lucrări științifice. De asemenea, rezultatele cercetărilor au fost prezentate sintetic într-un număr de 73 de tabele și reprezentate sugestiv în cele 112 figuri și fotografii ce însoțesc observațiile și discuțiile aferente.

Primul capitol conține o sinteză bibliografică privind evoluția și perspectivele sturioniculturii pe plan național și internațional al dezvoltării tehnologiilor de creștere ale speciei *Acipenser stellatus* în cadrul sistemelor industriale.

Cel de al II-lea capitol descrie infrastructura de cercetare (site-urile experimentale) și metodologia de lucru (metode și echipamente de monitorizarea a calității apei; formule de calcula parametrilor de performanță a creșterii, metode și echipamente de prelevare și analiză a probelor de sânge, metode de prelucrarea statistică a datelor experimentale și metodologia de stabilire a unui model de creștere a puietului de păstrugă).

În al III-lea capitol sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind evaluarea performanței creșterii puietului de păstrugă pentru diferite strategii de management nutritional (intensitatea și frecvența hrănirii, diferite niveluri proteice, aditivarea hranei cu vitamina C și probiotice). Așadar, în cadrul acestui capitol s-au identificat intervale optime ale diferitelor variabile ce țin de managementul nutrițional (menționate mai sus) pentru diferite stadii ale puietului de păstrugă crescut în sisteme industriale recirculante sau flow-through.

Capitolul al IV-lea tratează problematica performanței de creștere în raport cu densitatea de stocare a puietului de păstrugă crescut în condițiile unui sistem industrial flow-trough. În acest capitol s-a evaluat influența densității de stocare asupra calității apei și a performanței de creștere a diferitelor stadii de dezvoltare a puietului de păstrugă crescut într-un sistem industrial deschis.

Cercetările întreprinse în **capitolul al V-lea** se focusează pe evaluarea tabloului hematologic al puietului de păstrugă *A. stellatus* (Pallas, 1771) ca principal indicator de apreciere al bunăstării pentru amintite în capitolele precedente. În cadrul acestui capitol s-a evaluat influența diferitelor variante de management tehnologic asupra indicatorilor hematologici și biochimici, constantelor eritrocitare dar și a reacției leucocitare a sângelui circulant.

În cadrul **capitolului al VI-lea**, obiectivul propus a fost reprezentat de stabilirea unor modele matematice ce permit predicția unor indicatori de eficiență tehnologică, a unei dimensiuni medii posibile sau a unei rate de creștere pentru o anumită vârstă sau interval de timp, ceea ce face posibilă estimarea cât mai corectă a producției în funcție de un set de condiții date. În acest sens au fost aplicate modele de regresie liniară simplă și multiplă dar și modele curbilini, de tip putere sau exponențiale.

Concluziile generale, contribuțiile personale și direcțiile ulterioare de cercetare au fost prezentate în cadrul **capitolului al VII-lea**.

Capitolul I. STUDIU BIBLIOGRAFIC

1. Cadrul general privind acvacultura sturionilor

1.1. Sturionicultura, prezent și perspective

Acvacultura a câștigat teren foarte lent după ce capturile au atins punctul culminat pe la mijlocul anilor 1970 (figura 1.1), însă această evoluție nu a reprezentat principala cauză în anticiparea pesimistă a colapsului rapid al populațiilor naturale.

În mare măsură această creștere a sturioniculturii a fost o consecință a următoarelor deziderate:

- cererea de diversificare a produselor din acvacultură (adiționale producțiilor de somon și păstrăv; dar ca și suport pentru acvacultura peștii ornamentali);
- creșterea vizibilității sturionilor din sectorul acvacol după căderea Uniunii Sovietice;
- perspectiva creșterii treptate a cererii pe piață pentru produse de lux, cum este caviarul, odată cu dezvoltarea economiei globale ce presupune o creștere a populației cu o condiție socială mai bună.

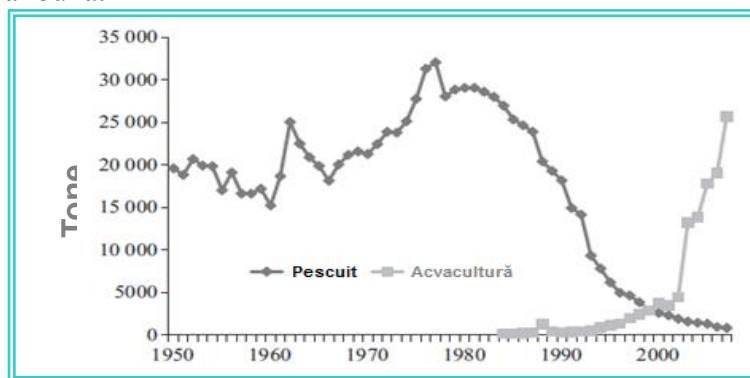


Figura 1.1. Date statistice oficiale (FAO, 2009) ale capturilor și producțiilor globale pentru toate speciile de sturioni (după Bronzi, 2011)

O creștere spectaculoasă a sturioniculturii globale a avut loc începând cu anul 2003 când s-a estimat o producție de peste 15.500 de tone. Iar în anul 2007 producția estimată a sturionilor din acvacultură (FAO, 2009) a fost de peste 29.000 de tone (fig. 1.1 și 1.2).

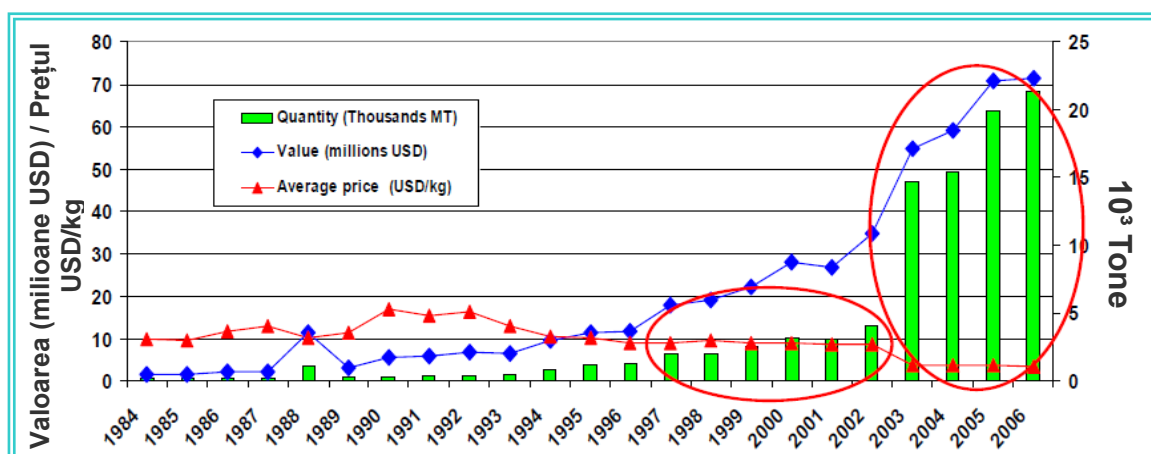


Figura 1.2. Variația producțiilor globale și a costurilor pentru sturioni (toate speciile) în perioada 1984-2006, după Ceapă, 2008

1.2. Caracteristici ecobiologice ale speciei *Acipenser stellatus*, Pallas 1771

Dintre speciile genului *Acipenser* face parte și păstruga – *Acipenser stellatus*, Pallas 1771. Această specie de sturion a primit numele de „*stellatus*” datorită unui caracter specific al scuturilor prezente pe tegument care au formă de stea.

Taxonomia speciei *Acipenser stellatus*, Pallas, 1771 se prezintă astfel:

REGNUL ANIMAL

- INCRENGATURA *CHORDATA*
- SUBINCRENGATURA *VERTEBRATA*
- CLASA *ACTINOPTERYGII*
- SUBCLASA *CHONDROSTEI*
- ORDINUL *ACIPENSERIFORMES*
- SUBORDINUL *ACIPENSEROIDEI*
- FAMILIA *ACIPENSERIDAE*
- SUBFAMILIA *ACIPENSERINAE*
- GENUL *ACIPENSER*
- SPECIA *ACIPENSER STELLATUS*

Sinonime: *A. helops*, Pallas 1811;

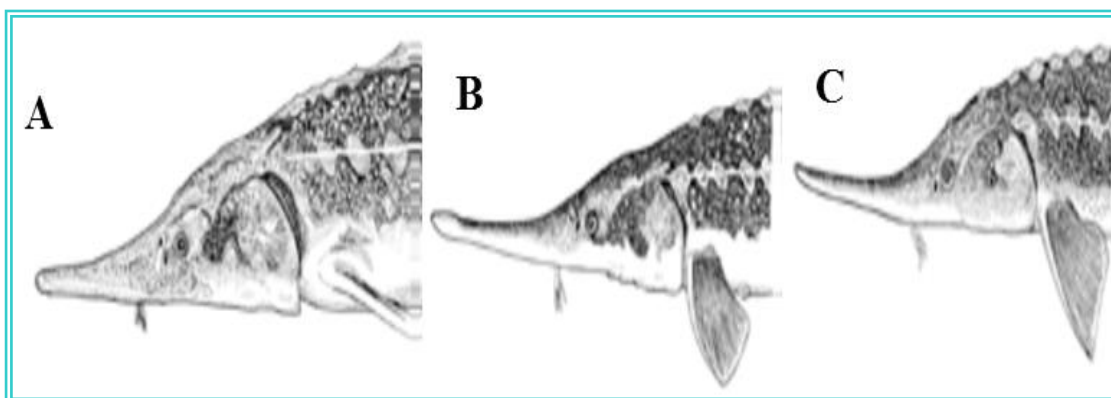


Figura. 1.7. Morfologia speciei *Acipenser stellatus* în funcție de arealul geografic de proveniență (A) zona mării Azov; (B) zona mării Caspice; (C) zona Dunării (după “P. Vecsei - Ghid CITES de identificare – sturioni și polyodon, 2001)

1.3. Status și perspective ale sistemelor recirculante de acvacultură (RAS)

Dintre diferitele tipuri de sisteme acvacole, sistemele recirculante (RAS=Recirculating Aquaculture System) par a depăși limitele acvaculturii tradiționale, oferind o dezvoltare sustenabilă a fermelor atât în cazul speciilor marine cât și a celor de apă dulce (Schreier și colab., 2010).

Datele privind creșterile producției din sistemele recirculate de acvacultură din Europa sunt, încă, dificil de estimat, momentan nu sunt disponibile date centralizate elaborate cu privire la producția provenită din RAS în țările UE. O primă încercare de estimare a creșterii producțiilor provenite din RAS a fost efectuată de Martins, 2010 folosind metoda interviului (tabelul 1.1).

Tabelul 1.1.

Producția (tone pește / an), în RAS, din 1986 până în 2009. Datele au fost obținute prin interviuri cu producători relevanți (industria furajelor concentrate, fermieri, asociații, etc), în diferite țări europene (Martins și colab., 2010)

Țări UE cu producții din RAS	Creșterea producției (tone / an)									
	1986	1990	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Belgia						10				
Bulgaria						5				20
Cehia										235
Danemarca						2000				12000
Estonia									40	
Finlanda						130				
Franța						70				506
Germania			502	509	657		1257			
Ungaria					650					24,5
Irlanda										50
Lituania								15		
Olanda	300	950				9500		9635		9680
Polonia						180				
Portugalia								100	110	112
Spania								580		780
Suedia								490		
Anglia										100

Configurația sistemului și componența acestuia nu poate fi echivalentul unui proiect standard recomandat pentru creșterea oricărei specii de pești. Ca și caracteristică generală, un sistem recirculant de acvacultură trebuie să includă: bazinele de creștere a peștilor, pompele pentru menținerea debitului de apă și unele instalații de tratare a apei pentru menținerea calității acesteia (figura 1.10).

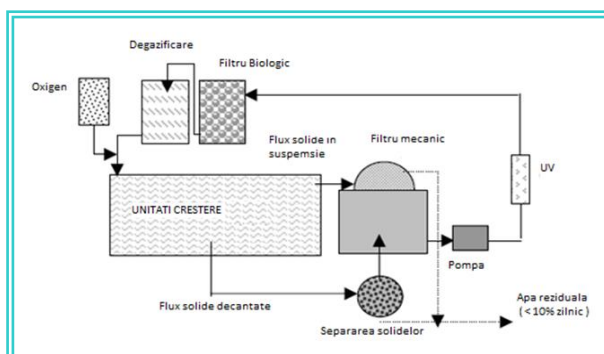


Figura 1.10 Configurația unui sistem recirculant de acvacultură industrial.

1.4. Scopul, obiectivele și oportunitatea temei abordate

În raport cu stadiul actual al cunoașterii și cu oportunitățile oferite de infrastructura de cercetare disponibilă s-au stabilit și evaluat câțiva factori (nutriționali și tehnologici) ce influențează creșterea și dezvoltarea speciei de cultură și s-au inițiat experimente în vederea

obținerii unui model de creștere al păstrugii în funcție de factorul ce a influențat semnificativ creșterea.

Așadar, în vederea realizării obiectivului principal s-au abordat obiective secundare cu rol specific în:

✚ Evaluarea cerințelor nutriționale ale speciei *Acipenser stellatus* și adaptarea managementului hrănirii la vârsta materialului biologic, în corelație cu managementul operational al sistemului recirculant de creștere. Pentru a atinge acest obiectiv, s-au desfășurat experimente ce au vizat influența asupra procesului de creștere a: intensității și frecvenței de administrare a hranei, necesarului proteic din furaje precum și diferitelor doze de vitamin C și de probiotic *Beta Plus® Ultra*.

✚ Evaluarea nevoii de spațiu a puietului de păstrugă prin menținerea în condiții variate de intensivate la diferite talii și în raport cu managementul operational al unui sistem industrial flow-through. Astfel prin cercetările efectuate s-a urmărit determinarea unui interval optim al densității de stocare în condițiile menținerii unei stări fiziologice favorabile.

Structura prezentei lucrări are în vedere următoarele două aspect:

- cuantificare și interpretarea indicatorilor de performanță ai creșterii și de evaluare a robusteții relative a speciei *A. stellatus* în raport cu calitatea mediului de cultură;
- evaluarea tabloului hematologic al păstrugii ca principal indicator de apreciere al bunăstării, pentru diferitele variante de management tehnologic.

Cercetarea experimentală ce face obiectul prezentei teze de doctorat contribuie la dezvoltarea cunoașterii științifice în acvacultură, fiind prima cercetare din țara noastră care abordează creșterea intensivă a păstrugii în sisteme recirculante. Așadar prin rezultatele obținute s-au evidențiat aspecte importante cu privire la managementul nutrițional și tehnologic ce au condus la elaborarea unui prim model de creștere a puietului de păstrugă în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială.

Capitolul II. MATERIALE ȘI METODE DE LUCRU

2.1. Designul infrastructurii de cercetare

Pentru organizarea și conducerea experimentelor care fac obiectul prezentei lucrări s-au utilizat facilitățile tehnologice existente în cadrul Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru al Universității „Dunărea de Jos” Galați și deasemenea facilități ce aparțin S.C. Kaviar House București. Astfel, baza materială a experimentelor a fost compusă din trei sisteme recirculate pilot de acvacultură distincte ce aparțin Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru al Universității „Dunărea de Jos” Galați și de stația sturionicolă a fermei Horia-Tulcea ce aparține firmei Kaviar House București. Baza de producție a fermei Horia funcționează pe principiul sistemelor flow-through.

2.1.1. Sistemul recirculant pilot de acvacultură I al UDJ Galați -RAS I

Sistemul recirculant cu unități de creștere din sticlă este utilizat pentru creșterea stadiilor timpurii sau a speciilor de talie mai mică. Configurația acestui sistem recirculant (fig.2.1) are la bază conectarea unităților de creștere la echipamente de condiționare a calității apei, corespunzător dimensionate pentru a menține în ecart optim parametrii mediali critici.

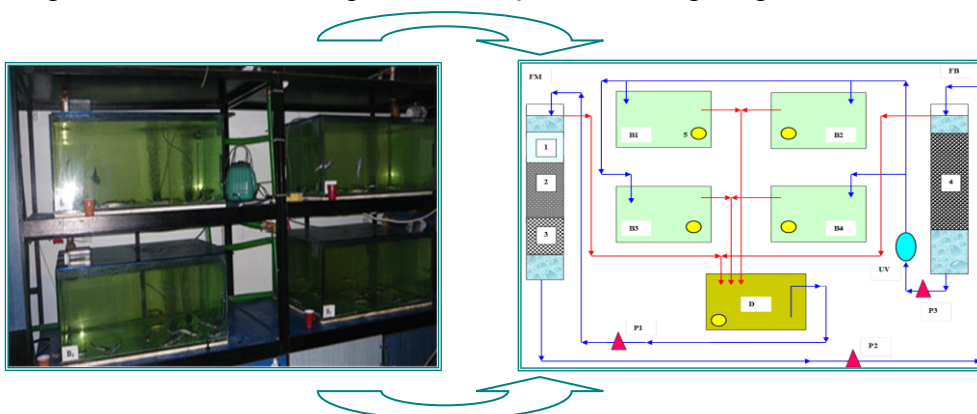


Figura 2.1. Foto/Configurație RAS I

2.1.2. Sistemul recirculant pilot de acvacultură II al UDJ Galați - RAS I

Dacă sistemul recirculant, descris anterior se pretează pentru creșterea stadiilor incipiente sau a peștilor de talie mai mică acesta ce urmează a fi descris se poate utiliza și pentru specii de talie mai mare fiind prevăzut cu echipamente de tratare a apei tehnologice și cu unitățile de creștere, corespunzător dimensionate în raport cu diferite tehnologii de creștere intensive (fig.2.3).

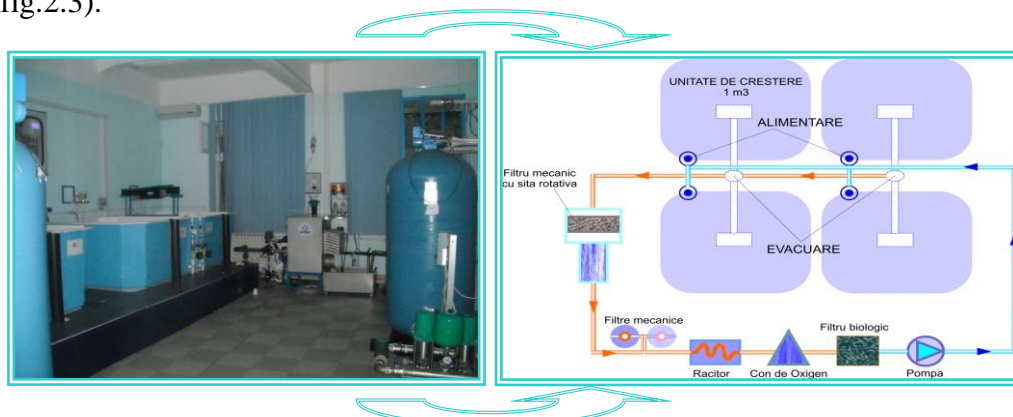


Figura 2.3. Foto/Configurația RAS II

2.1.3. Sistemul recirculant pilot de acvacultură III al UDJ Galați – RAS III

Particularitatea acestui sistem recirculant pilot constă în faptul că unitatea de condiționarea a apei este dispusă pe orizontală și are încorporat trei trepte de filtrare diferite.

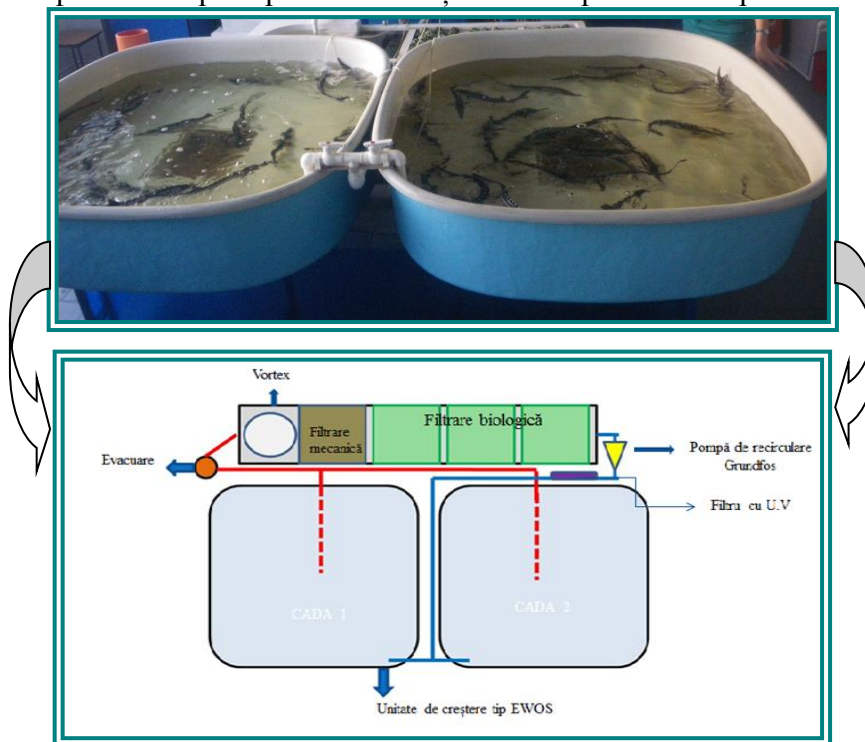


Figura 2.4. Foto/Configurație RAS III

2.1.4. Baza de producție puiet de sturioni a fermei Horia-Tulcea

Baza de producție de la Horia, județul Tulcea (foto 2.1) are la ca și concept un sistem flow-through, multifuncțional, având ca unități de creștere : bazine de beton , căzi din fibră de sticlă și material plastic, piscine din material plastic și heleștee. Toate unitățile enumerate au alimentare și evacuare independente. Ferma are în componență o hală termoizolată (reprezentare schematică – **Anexa nr.1**) ce este alimentată pe perioada sezonului cald cu apă din lacul Horia iar în sezonul rece cu apă dintr-un puț forat la 60 m preluată cu o pompă submersibilă tip Grundfos de 1,3 kw/h și debitul de 8 m³/h



Foto 2.1. Baza de producție Horia, județul Tulcea (original)

Alimentarea căzilor se face pe la partea superioară la aproximativ 20 de cm peste nivelul căzii, în timp ce evacuarea se face central, pe la partea inferioară, conducta de ieșire având un diametru de 75 mm, cu preaplin exterior și țevă de nivel (foto. 2.2)



Foto 2.2 Detaliu hală- interior (stânga); Filtru cu particule de siliciu Crystal (dreapta)- (original)

2.2. Controlul calității apei

2.2.1. Metode și echipamente pentru determinarea parametrilor de calitate ai apei

De-a lungul desfășurării perioadelor experimentale, pentru celelate două sisteme experimentale și chiar pentru cele prevăzute cu echipamente automate de monitorizare a calității apei s-au monitorizat zilnic temperatura și oxigenul dizolvat cu ajutorul multiparametrelor portabile Extech 407510 , Hanna HI 9147 (foto.2.5).

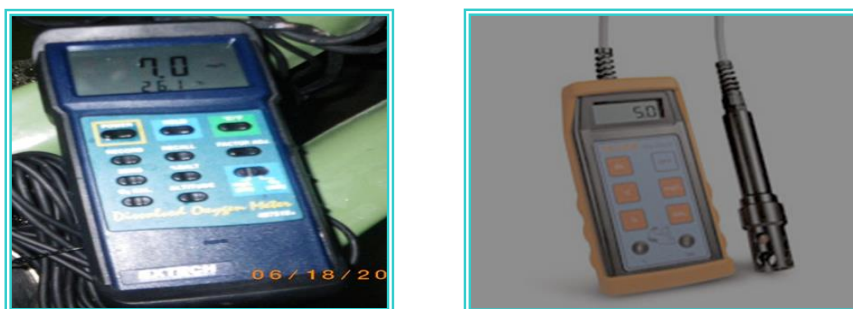


Foto 2.5. Multiparametru Extech 407510 și Multiparametru Hanna HI 9147

Compușii azotului ($N-NO_3^-$, $N-NO_2^-$, $N-NH_4^+$) și pH-ul s-au monitorizat săptămânal în laboratorul de cercetare al Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru. pH-ul a fost măsurat cu pH metru WTW model 340 și compușii azotului s-au determinat cu spectrofotometrul Spectroquant Nova 400 și kit-uri compatibile Merk (foto.2.6).



Foto 2.6. Spectrofotometrul Spectroquant Nova 400, kit-uri compatibile Merk și pH metru WTW model 340

2.2.2. Cerințe tehnologice ale sturionilor pentru calitatea apei

În tabelul 2.2 sunt listați parametrii cei mai importanți de calitate ai apei necesari pentru caracterizarea mediului tehnologic de sturionicultură și recomandările aferente fiecărui parametru conform Ordinului 161/2006.

Tabelul 2.2.

Valori recomandate pentru parametrii fizico – chimici ai apei la creșterea sturionilor

Parametru chimic – u.m.	Domeniu admisibil		
	Minim	Optim	Maxim
Temperatură - °C	16	20	26
pH – upH	7	7,5	8,5
O ₂ solvit – mg/l	6	8	14
Subs. Organică mg KmnO ₄ – mg/l	5	35	60
NO ₃ ⁻ - mg/l	1	4	30
NO ₂ ⁻ - mg/l	-	Lipsă	0,002
NH ₃ - mg/l	0	Lipsă	0,002
NH ₄ ⁺ - mg/l	0,05	0,5	2
PO ₄ ³⁻ - mg/l	0,005	0,05	3
Alcalinitate ml HCL/l	0,2	2 – 4	6
Duritate (⁰ D)	8	12 – 18	20

2.3. Parametrii de performanță ai creșterii

La sfârșitul experimentului în baza măsurătorilor biometrice efectuate asupra biomasei de cultură s-au determinat principalii parametrii de performanță ai creșterii și anume: sporul real de creștere, ritmul zilnic de creștere rata creșterii zilnice, factorul de conversie al hranei, factorul de conversie a proteinei, exponentul alometric ce s-au calculat cu ajutorul următoarelor relații:

- **Sporul real de creștere a biomasei (Sr)** reprezintă diferența între biomasa finală și cea inițial:

$$\bullet \quad Sr = (B_f) - (B_i) \quad [g]$$

Unde:

- B_f – biomasa finală
- B_i – biomasa inițială

- **Spor individual de creștere (IWG)** reprezintă diferența dintre masa medie inițială și masa medie finală:

$$\bullet \quad IWG = W_f - W_i \quad [g]$$

Unde:

- W_f – masa medie finală
- W_i – masa medie inițială

- **Ritmul zilnic de creștere (GR)** reprezintă raportarea diferenței dintre biomasa finală (B_f) și biomasa inițială (B_i) la timpul de creștere (t) exprimat în număr de zile:

$$\bullet \quad GR = (B_f - B_i) / t \quad [g/zi],$$

Unde,

- t- număr de zile.

- **Factorul de conversie a hranei (FCR)** se determină prin raportarea cantității de furaje distribuite la sporul real de creștere al biomasei de cultură

$$\bullet \quad FCR = Q / Sr \quad [g \text{ furaj} / g \text{ spor biomasă}],$$

Unde:

- Q – cantitate de furaje administrate (g);

- Sr – sporul real de creștere
- **Rata specifică de creștere (SGR)** se determină conform relației:
 - $SGR = 100 \times (\ln B_f - \ln B_i) / t$ [% /zi];
- **Factorul de conversie a proteinei (PER)** se calculează conform relației:
 - $PER = Sr/F \cdot Pb$ [g/g],

Unde:

- F- cantitatea de furaje ingerate (g)
- Pb- ponderea proteinei brute din furaj, exprimată procentual;
- Sr - sporul real de creștere (g)

De asemenea, s-a evidențiat grafic corectia între lungime și greutate determinându-se **exponentul alometric “b”** din ecuația de creștere:

$$W = a \cdot L^b$$

Unde:

- W- masa peștelui (g);
- L- lungimea totală (cm) și a- coeficientul lungimii.

2.4. Prelevarea și analiza probelor biologice de sânge

2.4.1. Metode de prelevarea a probelor de sânge.

Analizele hematologice la pești se realizează după metode curente aplicate în hematologia veterinară (Blaxhal, 1973, Ghergariu și col., 1985, Svobodova, Z., 1991).



Foto 2.7. Recoltare sânge prin puncție caudală

2.4.2. Metode și echipamente pentru analiza indicatorilor hematologici și biochimici ai serului sanguin

La începutul și sfârșitul experimentelor (uneori și intermediar) s-a recoltat, prin puncție caudală, aproximativ 0,5-1 mL de sânge de la un anumit eșantion de pești din fiecare unitate de creștere, respectiv variantă experimentală.

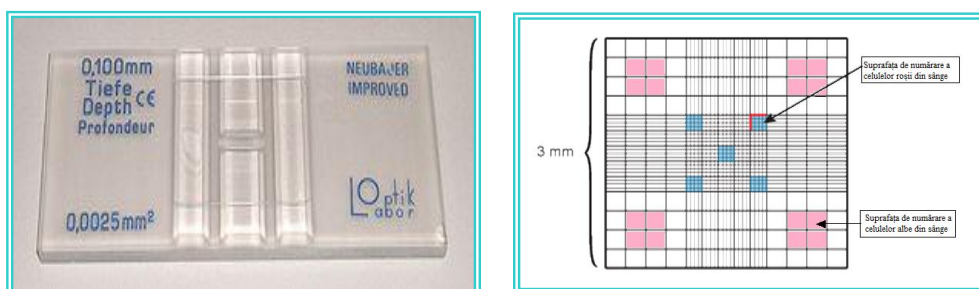


Figura 2.8. Hematocitometru Neubauer cu detalii

Pentru determinarea numărului de eritrocite s-au utilizat următoarele: pipeta Potain, camera de numărare Neubauer, soluția Vulpian (figura 2.8.) și microscopul Optika B 352A la o mărime de 10 oc x 40 ob.



Foto 2.9. Camera de numărare Neubauer, pipeta Potain, soluția Vulpian

Determinarea numărului de eritrocite se realizează cu ajutorul unui calcul ce are în vedere corecția de suprafață, înălțime și diluție și se exprimă în milioane cellule (RBCc x10⁶/μL), astfel:

$$N = \frac{4000 * 200 * n}{80} = 10000 * n$$

Unde:

- N- eritrocite numerate în 80 (16x5) de pătrățele;
- 4000 – volumul pătrățelelor cu latura de 1/20mm;
- 200 – diluția sângelui.

Hematocritul (Ht %) reprezintă fracția elementelor figurate din volumul total de sânge și s-a analizat cu ajutorul microhematocritului HETTICH HAEMATOCKIT 210 timp de 5 minute la 12000 de rotații/minut, pentru ca eritrocitele să atingă un volum minim.

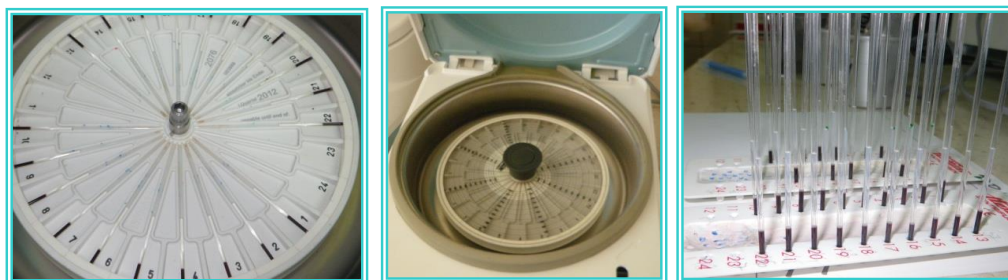


Foto 2.10. Aparatură și capilare pentru determinarea hematocritului

Leucocritul (Lt %) se determină asemeni hematocritului numai că acesta este reprezentat de un inel alb ce se găsește între volumul eritocitar și cel total (foto 2.11). Prin urmare leucocritul reprezintă exprimarea procentuală a raportului dintre volumul aceluia inel de leucocite și volumul total din tubul capilar.

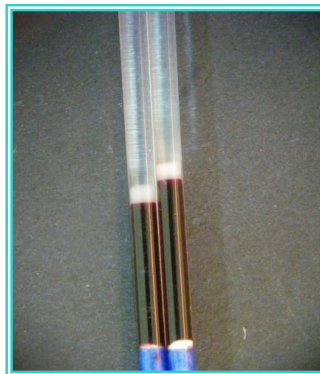


Foto 2.11. Capilare centrifugate pentru determinarea Ht și Lt (original)

Concentrația de hemoglobină din sânge (Hb g/dl) s-a determinat cantitativ prin metoda colorimetrică cu reactivul Drabkin și s-a citit la spectrofotometrul SPECTROCORD 210 Analytikjena la o lungime de undă 540 nm. S-au pipetat 20μL de sânge peste 5 mL de soluție Drabkin și după 3 minute de amestecare la temperatura camerei proba se poate citi la spectrofotometru.

Serului sanguin s-a obținut prin centrifugarea sângelui fără anticoagulant timp de 10 minute la 3500 rotații/min.

Glucosa din serul sanguin s-a dozat colorimetric cu o-toluidină la lungimea de undă $\lambda=635$ nm.

Proteinele serice s-au determinat spectrofotometric prin metoda Biuretului la o lungime de undă $\lambda=546$ nm.

2.4.3. Calculul constantelor eritrocitare

După determinarea indicilor hematologici, cu ajutorul formulelor standard s-au calculat constantele eritrocitare (volum eritrocitar mediu - VEM; hemoglobina eritrocitară medie – HEM; concentrația de hemoglobină eritrocitară medie - CHEM), astfel :

✓ Volumul eritrocitar mediu este definit ca fiind volumul mediu al eritrocitului se exprimă în μm^3 și se calculează după următoarea formulă:

$$VEM = \frac{Ht * 10}{RBCc}$$

Unde:

Ht- hematocritul (%);

RBCc-numărul de eritrocite (mil/mm^3) sânge.

✓ Hemoglobina eritrocitară medie reprezintă conținutul mediu de hemoglobin a eritrocitelor, se exprimă în picograme și se calculează conform formulei:

$$HEM = \frac{Hb * 10}{RBCc}$$

Unde:

Hb- hemoglobin (g/100ml sânge)

✓ Concentrația în hemoglobin eritrocitară medie reprezintă raportul dintre hemoglobina eritrocitară și volumul acesteia, se exprimă în grame/dl sânge și se calculează cu formula:

$$CHEM = \frac{Hb * 100}{Ht}$$

2.4.4. Executarea și studierea frotiurilor

Studierea frotiurilor este o metodă des utilizată în citologie, devenind prioritară atât în domeniul cercetării biologice cât și ca procedeu de diagnosticare. Frotiul este un preparat microscopic care se realizează prin etalarea sângelui în monostrat pe lame.

Pentru executarea unui frotiu sanguin este nevoie de lama portobiect (spălată și degresată cu alcool-eter) și o lamă șlefuită. Astfel, executarea frotiului s-a realizat cu ajutorul a două operațiuni:

- ✓ S-a etalat pe lama portobiect o picătură de sânge neheparinat;
- ✓ S-a imprimat o unică mișcare de translație de-a lungul lamei portobiect (se recomandă realizarea unui unghi între cele două lame de 45°C).

Frotiul corect executat trebuie să îndeplinească următoarele condiții : să fie subțire, să aibă margini paralele, să fie mai mic decât suprafața lamei și să se termine în franjuri.

După uscarea frotiului s-a fixat cu metanol timp de 3-5 minute apoi s-a colorează cu ajutorul tehnicii de colorare May-Grünwald.

Studierea frotiurilor de sânge colorate s-a efectuat prin examinarea la microscop utilizând obiectivul de imersie (10 oc x 100 ob). De asemenea, studierea frotiurilor la microscop a presupus atât caracterizarea morfologiei elementelor celulare cât și numărarea acestora pentru determinarea formulei leucocitare (exprimată procentual). Cu ajutorul datelor furnizate de frotiul sanguin și numărul de eritrocite (RBCc) s-a calculat numărul relativ de leucocite pe mm³ de sânge.

2.5. Prelucrarea statistică a datelor experimentale

Analiza statistică a fost realizată cu ajutorul programelor: Excel 2007 pentru Windows, SPSS 21.0 pentru Windows și SYSTAT 12. 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.

2.6. Metodologie de stabilire a modelului creșterii puietului de păstrugă

În cadrul capitolului de modelare a creșterii, s-au 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 corelație Pearson.

Pentru a facilita estimarea producțiilor s-a elaborat un model de regresie liniară multiplă în funcție și de un parametru ce indică creșterea în timp atât în lungime cât și în biomasă. Acest parametru a fost definit de Ricker, 1979 conform următoarei formule:

$$RGR = \frac{Lt - lt}{T - t} * \frac{100}{lt}$$

unde, Lt reprezintă lungimea totală (ce poate fi înlocuită cu masa) la momentul final

lt reprezintă lungimea totală la momentul inițial

T-t durata experimentului

În cadrul studiului s-au aplicat teste specifice diverselor tipuri de date analizate în scopul detectării valorilor extreme și eliminării acestora sau pentru detectarea variabilelor neconfome (care nu îndeplineau condițiile minimale pentru introducerea lor în model). În cazul regresii liniare s-a optat pentru transformarea acestor variabile în scopul normalizării

distribuțiilor cu ajutorul funcției ALM -Automatic Liniar Modelling disponibilă în programul SPSS.

Pentru modelele de regresie multiplă elaborate s-a folosit metodele *Enter* sau *Stepwise*, după caz.

Detectarea cazurilor de multicolaritate s-a realizat prin calcularea toleranțelor, a coeficienților VIF (factorul de inflație a varianței) și studiul multicolarității prin analiza în componente principale.

Capitolul III. CERCETĂRI PRIVIND EVALUAREA PERFORMANȚEI CREȘTERII PUIETULUI DE PĂSTRUGĂ PENTRU DIFERITE STRATEGII DE MANAGEMENT NUTRITIONAL

Speciile de sturioni din grupurile anadrome și semianadrome sunt speciile ce cresc cel mai repede. Păstruga și nisetrul pot avea medii anuale de creștere, în primii zece ani, de 10-13 cm în lungime și 0,5-1,2 kg masă corporală (Chugunov și Chugunova, 1964). Sturionii sunt specii carnivore cu o fiziologie specifică a tractului digestiv ce s-a adaptat de-a lungul celor 200 milioane de ani de existență pe pământ. Odată cu creșterea intensivă a sturionilor și implicit trecerea acestora la hrănire suplimentară (cu furaje) s-a încercat stabilirea unui management nutritional pentru fiecare specie.

3.1. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrugă *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771) în raport cu intensitatea hrănirii

În general, pentru sturioni sunt disponibile puține informații cu privire la cerințele nutriționale iar aceste date, sunt în mare parte legate de alte specii și nu de păstrugă.

Pentru determinarea unei intensități de hrănire optime și totodată realizarea unui model de creștere în raport cu această variabilă s-au efectuat mai multe experimente în care au variat ca și perioadă de desfășurare, loturi experimentale, sistemele de creștere. Astfel, în ceea ce privește loturile experimentale acestea au fost în număr de două și au următoarele caracteristici:

Lotul 1 – puiet de păstrugă reproduș din genitori de acvacultură în stația de la Isaccea a firmei Kaviar House, crescut până la etapa de pui în stația din ferma de sturioni Horia;

Lotul 2 – puiet de păstrugă reproduș tot în stația de la Isaccea dar din reproducători sălbatici crescut deasemenea în stația din ferma de sturioni Horia;

Activitatea experimentală propusă în cadrul experimentelor de intensitate a hrănirii are în vedere următoarele obiective:

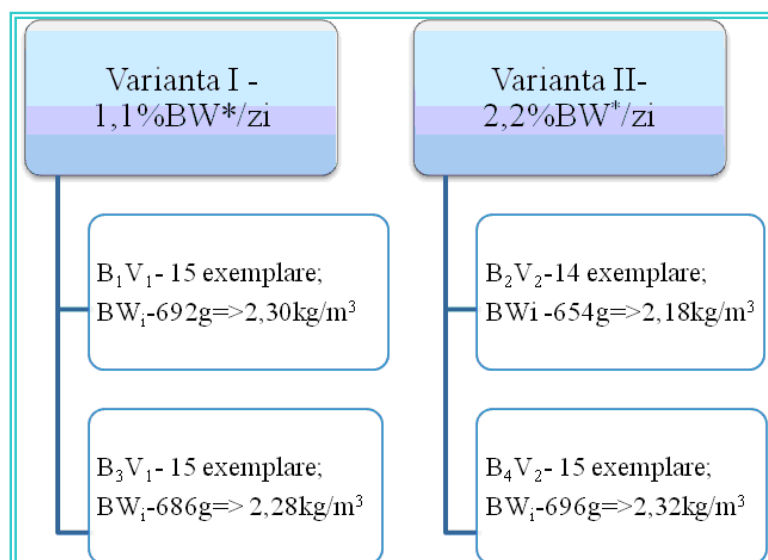
- *Monitorizare calității apei tehnologice din sistemul recirculant de creștere al speciei *A. stellatus* (Pallas, 1771) în vederea determinării influenței intensității hrănirii asupra parametrilor mediali ;*
- *Evaluarea loturilor experimentale înainte și la sfârșitul experimentului pentru a caracteriza alometric biomasa de cultură.*
- *Stabilirea intensității hrănirii pentru asigurarea unei performanțe de creștere a materialului biologic (indicii de conversie al furajelor);*

3.1.1. Influența intensității de hănire asupra puietului de păstrugă cu o vârstă de 5 luni de la eclozare (lot 1) crescut în RAS I

3.1.1.1. Organizarea experimentului

Experimentul s-a realizat în perioada decembrie 2011 ianuarie 2012 în stația pilot a Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru-RAS I (descriere configurație capitolul II-2.1.1) din cadrul Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor Galați.

În fiecare unitate experimentală, s-a introdus randomizat un număr de 14-15 exemplare pui de păstrugă creându-se în acest mod grupuri omogene (fig 3.1). În ceea ce privește caracteristicile biometrice ale lotului inițial acestea sunt sintetizate în tabelul 3.1. Din punct de vedere statistic între loturile experimentale nu au fost determinate diferențe semnificative în ceea ce privește variabilitatea maselor (testul T; $p \geq 0,05$).



* BW- biomasa totală

Figura 3.1. Design-ul experimentului

Tabelul 3.1.

Caracteristici somatice la începutul experimentului (populare)

Parametrul/Varianta		W(g)	H (cm)	Lt (cm)	Lf (cm)
V ₁	B ₁	46,13±29,20	2,36±0,61	25,38±4,14	19,78±3,18
	B ₃	45,73±12,67	2,08±0,43	25,90±3,02	20,38±2,57
V ₂	B ₂	46,71±15,51	2,35±0,52	25,71±3,14	20,06±2,41
	B ₄	46,40±14,20	2,20±0,45	25,61±2,65	20,06±1,94

Unde:

W- masa medie individuală;

H- înălțimea maximă;

Lt- lungimea totală;

Lf-lungimea la furcă.

Zilnic, pe toată durata experimentului (30 zile) s-a administrat un furaj comercial pentru păstrăv (MP-T Nutra Pro) sub formă de extrudate cu diametrul de 1,7 mm. Compoziția biochimică a furajului este prezentată în tabelul 3.2, cel mai important component, anume conținutul în proteină fiind de 50%. Furajarea s-a efectuat manual conform unui tabel de distribuție ce a calculat cu ajutorul MicrosoftExcel cantitatea zilnică de furaj în funcție de estimarea masei corporale, prin adăugarea sporului zilnic de masă (Verdegem, Oprea,1996).

Tabelul 3.2.

Compoziția chimică a furajului

Componente	Cantitate
Proteina	50%
Lipide	20%
Cenușă	9%
Celuloză	0,7%

Fosfor	0,9%
Energie digestibilă	19,7 MJ/kg
Vitamina A	12000 UI
Vitamina D₃	1800 UI
Vitamina E	180mg
Vitamina C	500 mg

Experimentul de față își propune să dezvolte cunoașterea științifică în ceea ce privește modul cum intensitatea hrănirii influențează performanța creșterii puietului de păstrugă în condițiile unui sistem recirculant

3.1.1.2. Calitatea mediului de cultură

Intensitatea hrănirii alături de alți factori importanți (frecvența hrănirii, intensitatea metabolismului, cantitatea de hrană neconsumată și compoziția furajului) influențează în mod direct calitatea apei din unitățile de creștere (CristeaV.și colab. 2002).

Tabelul 3.3.

Valorile medii ale compușilor cu azot

Parametrul (mg/l)	Unități de creștere			
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
N-NO ₃ ⁻	95,36±3,52	94,67±2,16	95,57±2,99	138±55,23
N-NO ₂ ⁻	0,007±0,009	0,007±0,009	0,007±0,009	0,002±0,005
N-NH ₄ ⁺	0,12±0,05	0,10±0,12	0,10±0,15	0,004±0,02

3.1.1.3. Rezultate și discuții

A. Indicatorii de performanță ai creșterii

Aspectele privind cerințele nutriționale ale sturionilor nu sunt destul de cunoscute.

La sfârșitul experimentului materialul a fost cântărit și măsurat, valorile înregistrate analizându-se din punct de vedere statistic. Prin urmare, analiza statistică a parametrilor biometrici: W(masa), H(înălțimea maximă), L_t (lungimea totală) și L_f (lungimea la furcă) evidențiază diferențe nesemnificative (p>0,05) între loturile replică ale aceleiași variante și diferențe semnificative (p≤0,05) între cele două variante experimentale, mediile valorilor măsurătorilor biometrice sunt prezentate sintetic în tabel 3.4.

Tabelul 3.4.

Caracteristici somatice la sfârșitul experimentului

Parametrul/bazin	W (g)	H (cm)	L _t (cm)	L _f (cm)
B1	69,78±33,83 ^α	2,28±0,72 ^α	30,66±4,34 ^α	23,89±3,68 ^α
B3	68±41,14 ^α	1,84±0,72 ^α	30,16±5,40 ^α	23,54±4,45 ^α
B2	103,42±30,43 ^β	2,22±0,58 ^β	34,04±3,46 ^β	26,37±2,39 ^β
B4	108,73±21,81 ^β	2,88±0,59 ^β	35,07±2,59 ^β	26,92±1,30 ^β

*α,β- variabilele notate cu aceeași literă arată că nu există diferențe din punct de vedere statistic (p>0,05).

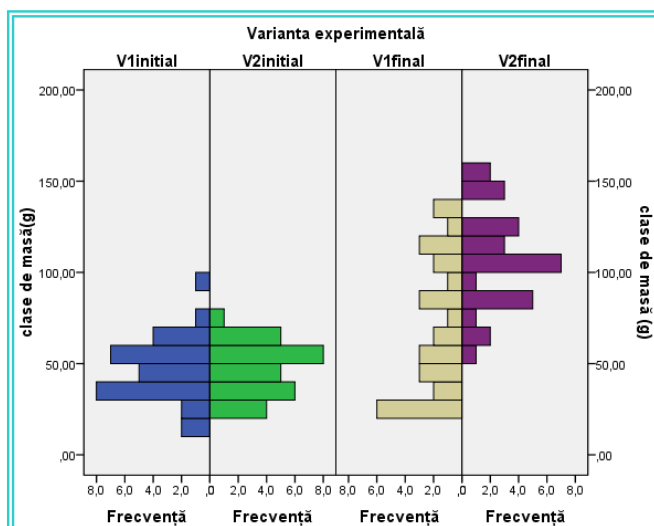


Figura 3.2. Histograma claselor de masă

Dacă la momentul inițial coeficienții de variație (CV) al loturilor experimentale au înregistrat valori de 2,90% în V_1 și respectiv 3,13% V_2 , la finalul experimentului, coeficientul de variație a crescut până la valoarea de 4,19% în V_2 și a scăzut până la 1,85% în V_1 .

Tabelul 3.5.

Tabloul sintetic al indicatorilor de performanță ai creșterii pentru puietul de păstrugă

Indicatorii/ u.c	Varianta experimentală	Unitate de măsură	V_1		V_2	
			B_1	B_3	B_2	B_4
Biomasa inițială		(g)	692	686	654	675
Densitatea de stocare inițială		(kg/m ³)	2,30	2,28	2,18	2,32
Biomasa finală		(g)	977	1020	1448	1631
Densitatea de stocare finală		(kg/m ³)	3,25	3,40	4,82	5,43
Spor de creștere biomasă		(g)	285	334	794	935
Spor de densitate al biomasei		(kg/m ³)	0,95	1,11	2,64	3,11
Număr de exemplare inițial		-	15	15	14	15
Număr de exemplare final		-	14	15	14	15
Supraviețuirea		(%)	93	100	100	100
Masa medie inițială		(g/ex)	46	46	47	46
Masa medie finală		(g/ex)	70	68	103	109
Durata perioadei experimentale		zile	30	30	30	30
Ritmul zilnic de creștere (GR)		(g/zi)	9,5	11,13	26,47	31,17
Rata specifică de creștere (SGR)		(%/zi)	1,15	1,32	2,65	2,84
Spor mediu de creștere individual (IWG)		(g/ex)	24	22	57	62
Hrană administrată		(g)	276	274	620	660
Rația zilnică		(% biomasă)	1,1	1,1	2,2	2,2
Proteina brută din furaj		(%)	50	50	50	50
Factorul de conversie al hranei (FCR)		-	0,97	0,82	0,78	0,71
Factorul de conversie al proteinei (PER)		-	2,06	2,43	2,56	2,83

O concluzie interesantă este aceea că randamentul utilizării hranei, exprimată prin FCR, este superior în cazul variantei V_2 în care intensitatea hrănirii a fost dublă în raport cu V_1 , ceea ce înseamnă un raport 1,2 între coeficienții de conversie înregistrați în cele două variante -figura 3.4.

B. Caracterizarea alometrică a biomasei de cultură

În cadrul experimentului nostru starea de condiție a puietului de păstrugă (*fish condition*) a fost evaluată cu ajutorul factorului alometric/ de condiție F ($F=W/L^b$, unde „ b ” este un exponent alometric determinat experimental). În acest scop s-a determinat pentru fiecare lot în parte valoarea acestui factor plecând de la prezumția unei creșteri alometrice. În acest sens s-au reprezentat grafic (figura 3.5) regresiile lungime (Lt)-masă (W) prin prisma cărora s-a evidențiat exponentul „ b ” și coeficientul alometric F (tabelul 3.6).

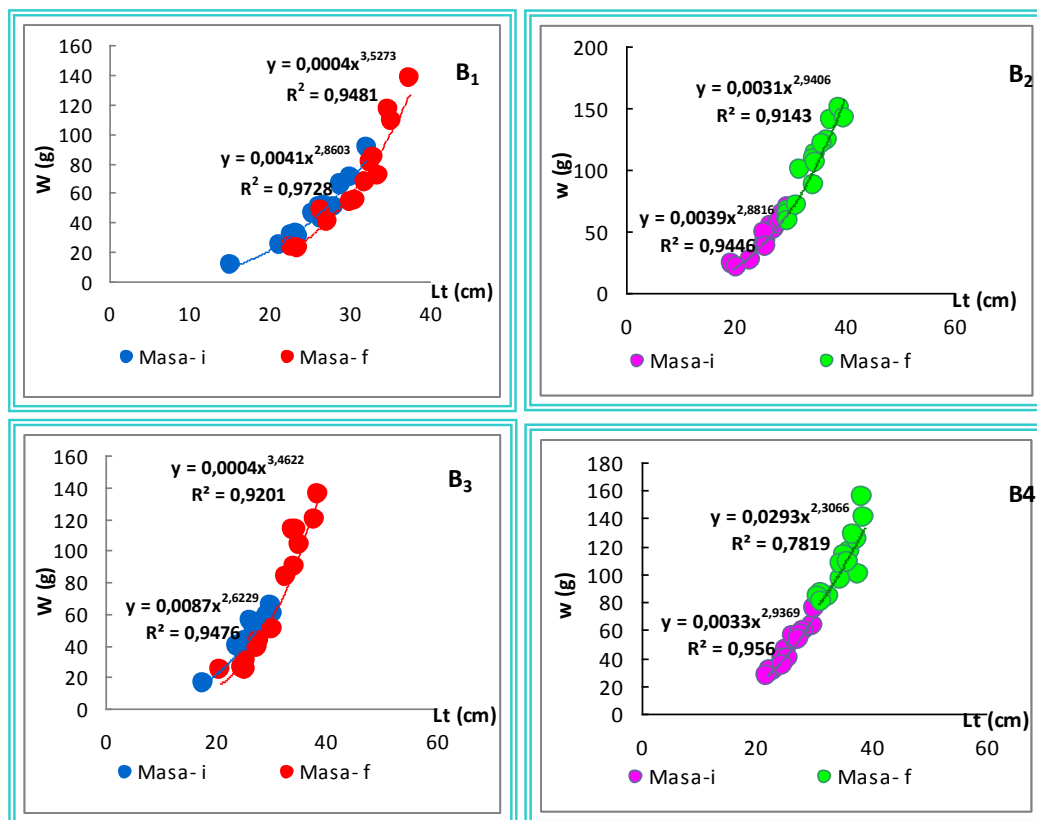


Figura 3.5. Raportul lungime-masă pentru fiecare unitatea de creștere

Din analiza comparativă a coeficienților alometrici s-a putut observa în cazul tuturor loturilor experimentale o alometrie negativă ($b < 3$) la inițierea experimentului. La finalul perioadei experimentale, condiția materialului biologic s-a deteriorat ușor în comparație cu cea inițială, dar se pot observa valorile mai scăzute ale exponentului alometric „ b ” din unitățile replică ale V_2 față de cele ale V_1 .

3.1.2. Influența intensității de hrănire asupra puietului de păstrugă cu o vârstă de 7 luni de la eclozare (lot 2) crescut în RAS II

3.1.2.1. Organizarea experimentului

Perioada de desfășurare a acestui experiment a fost de 25 de zile (decembrie 2012-ianuarie 2013). Baza experimentală a fost constituită din RAS II (descriere tehnică pct 2.1.2). Materialul biologic supus experimentului a fost reprezentat de puiet de păstrugă în vârstă de 7 luni provenit de la ferma sturionicolă Horia din județul Tulcea. Puietul de păstrugă aparține lotului experimental II, reprezentând descendența unor reproducători pescuiți din Dunăre.

Prezentul experiment a fost împărțit în două etape experimentale succesive. Prima etapă (E_1) a durat 9 zile iar cea de-a doua (E_2) 16 zile.

La debutul experimentului, cei 348 de pui de păstrugă au fost distribuiți randomizat în cele 4 unități de creștere ale RAS II.

În cadrul acestui experiment s-au testat patru variante de intensitate a hrănirii, considerate a fi apreciable pentru puietul de sturioni (Hung, 1987; Mohler, 2000), după cum urmează: V_1B_1 – 2,5% din biomasa totală pe zi (BW/zi); V_2B_2 – 3%BW/zi; V_3B_3 – 3,5%BW/zi; V_4B_4 – 4%BW/zi.

Hrana a fost administrată manual conform tabelului de distribuție (Verdegem, Oprea, 1996) de 4-6 ori/zi. Hrana administrată zilnic a fost constituită din pelete extrudate Nutra MP-T Pro marca Skretting (compoziția biochimică- tabelul 3.2).

Tabelul 3.7.

Caracteristici somatice la începutul etapelor experimentale

Parametrul/Varianta		W(g)	H (cm)	Lt (cm)	Ls (cm)	Lcap (cm)
Etapa 1	B ₁	58,78±10,53 ^a	2,11±0,25 ^a	29,87±1,61 ^a	23,73±1,37 ^a	7,35±0,42 ^a
	B ₂	58,71±12,24 ^a	2,23±0,29 ^a	29,98±1,89 ^a	24,08±1,56 ^a	7,40±0,47 ^a
	B ₃	58,48± 9,98 ^a	2,08±0,28 ^a	29,84±1,66 ^a	22,47±1,33 ^a	7,08±0,36 ^a
	B ₄	58,72± 8,08 ^a	2,19±0,20 ^a	30,04±1,49 ^a	24,11±1,45 ^a	7,60±0,45 ^a
Etapa 2	B ₁	86,51±19,20 ^b	2,86±0,31 ^b	33,50±1,89 ^b	28,13±1,74 ^b	8,60±0,66 ^b
	B ₂	84,46±17,34 ^b	2,66±0,37 ^b	33,40±1,98 ^b	26,77±1,81 ^b	8,02±0,41 ^b
	B ₃	85,38±16,42 ^b	2,85±0,27 ^b	33,62±1,90 ^b	26,97±1,71 ^b	8,30±0,57 ^b
	B ₄	87,39±18,77 ^b	2,80±0,38 ^b	33,97±1,97 ^b	27,84±1,80 ^b	8,30±0,57 ^b

* a,b- variabilele notate cu aceeași literă indică faptul că nu există diferențe din punct de vedere statistic ($p>0,05$).

Cunoscută fiind influența semnificativă a intensității de hrănire asupra performanței de creștere, aspect evidențiat în subcapitolul 3.1.1 și având în vedere importanța acestui parametru în stabilirea unui program nutrițional adecvat, din punct de vedere cantitativ, în primul rând s-a inițiat prezentul experiment cu scopul de a determina ecartul optim al intensității de hrănire pentru acest stadiu de dezvoltare/talie a puietului de păstrugă .

3.1.2.2. Calitatea mediului de cultură

Pe de o parte parametrii de calitate ai apei influențează în mod direct procesul de hrănire, însă pe de altă parte cantitatea și calitatea hranei pot influența calitatea apei.

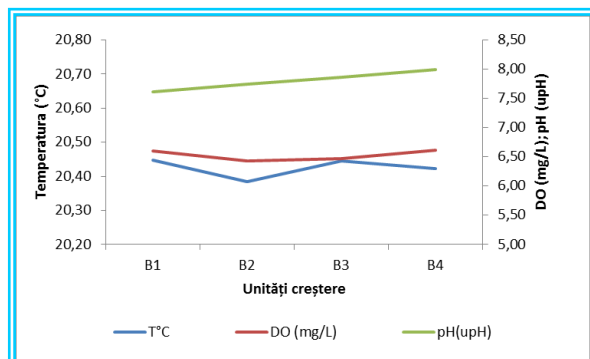


Figura 3.6. Variația temperaturii, oxigenului dizolvat și a pH-ului/unitățile de creștere

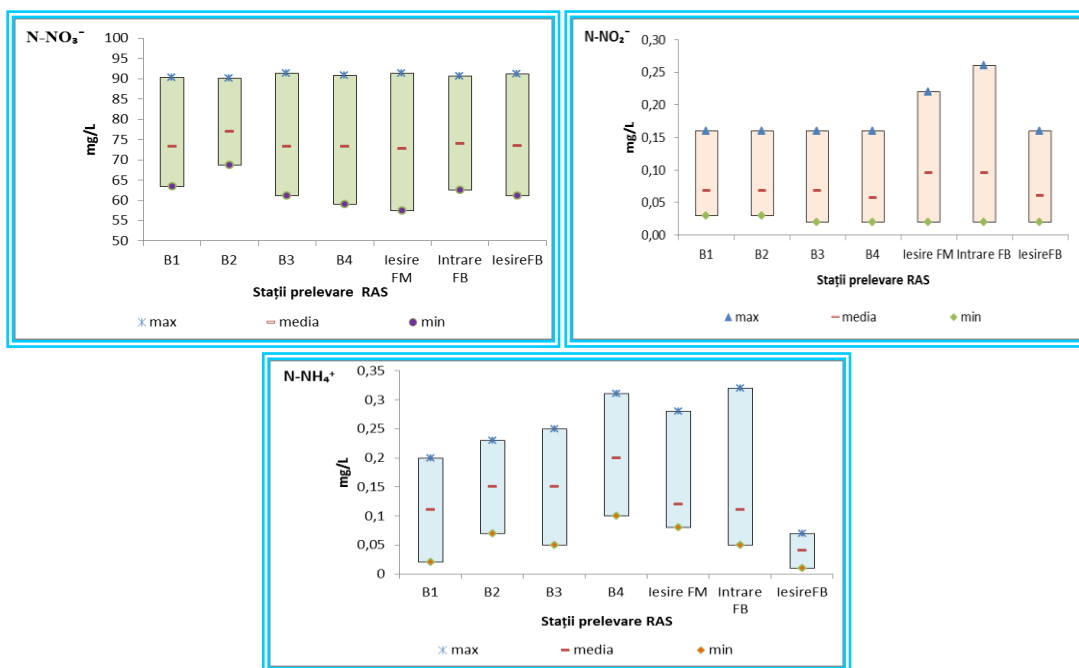


Figura 3.7. Variația compușilor azotului (min, med,max) în RAS

3.1.2.3. Rezultate și discuții

A. Performanța creșterii

Pentru a aprecia influența intensității de hrănire asupra diversității fenotipice a loturilor experimentale a fost calculat coeficientul de variației (tabelul 3.9.) și s-au reprezentat grafic histogramele maselor individuale (figurile 3.8 și 3.9).

Tabelul 3.9.

Coeficientul de variație a loturilor experimentale

Varianta/Etapa		V ₁ B ₁	V ₂ B ₂	V ₃ B ₃	V ₄ B ₄
Etapa 1	CV% inițial	17,91	20,84	17,06	13,76
	CV% final	32,12	35,76	32,78	34,54
Etapa 2	CV% inițial	22,2	20,54	19,3	21,48
	CV% final	25,68	28,01	25,36	25,99

Coeficientul de variație determinat la inițierea fiecărei etape experimentale s-a situat în jurul unei valori considerate optime din punct de vedere tehnologic de 20 %.

Distribuția claselor de masă individuală în cadrul fiecăruia dintre loturile experimentale sugerează o apropiere ușor decelabilă față de o distribuție considerată normală, aspect evidențiat și cu ajutorul histogramelor (fig. 3.8 și 3.9)

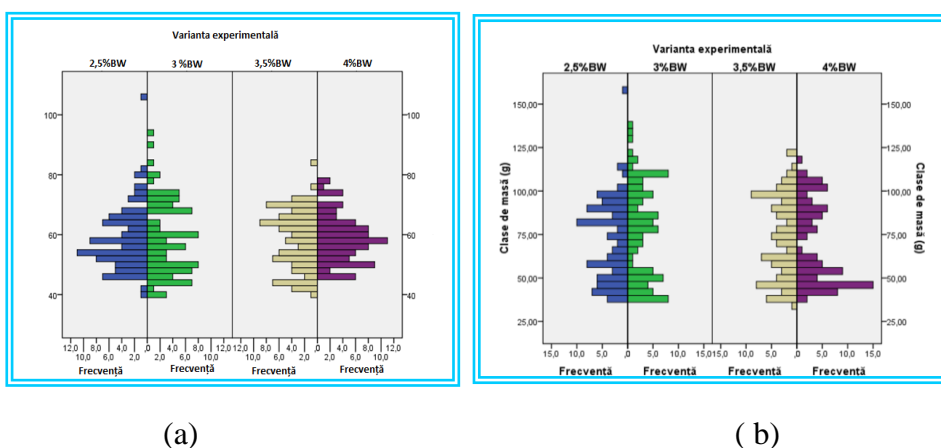


Figura 3.8. Histogramele maselor individuale inițiale(a) și finale (b) în etapa 1

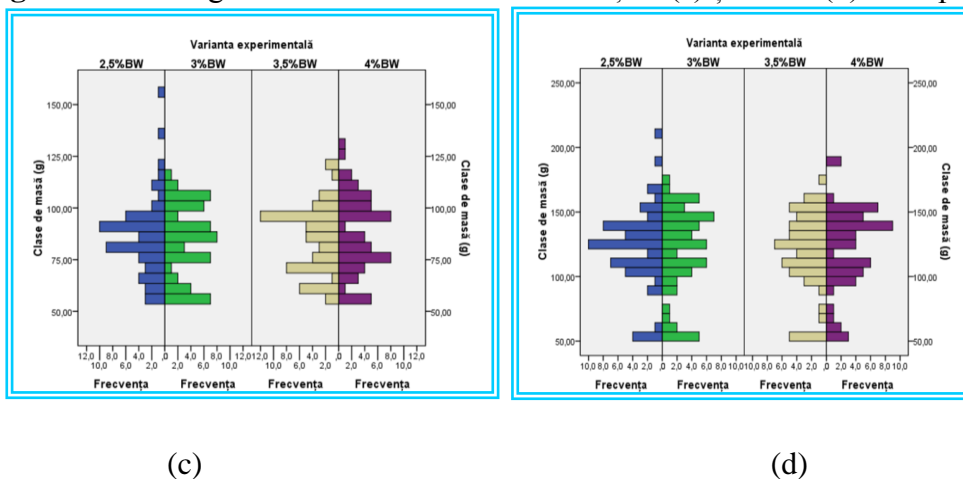


Figura 3.9. Histogramele maselor individuale initiale (c) și finale (d) în etapa a 2 a

În ceea ce privește performanța creșterii, exprimată prin indicatorii specifici de măsurare a acesteia prezentați în tabelul 3.10, se evidențiază superioritatea acesteia în cazul etapei a doua.

Tabelul 3.10.

Tabloul sintetic al indicatorilor de performanță ai creșterii pentru puietul de păstrugă

Varianta experimentală Indicatorii de creștere	Unitate de măsură	Etapa 1				Etapa a 2 a			
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
Biomasa inițială	(g)	5114	5108	5088	5109	4758	4814	4781	4894
Densitatea de stocare inițială	(kg/m ³)	25,57	25,54	25,44	25,55	23,79	24,07	23,91	24,47
Biomasa finală	(g)	6176	6642	6270	5940	6731	6826	6698	6834
Densitatea stocare finală	(kg/m ³)	30,88	33,21	31,35	29,70	33,66	34,13	33,49	34,17
Spor creștere biomasă	(g)	1062 ^a	1534 ^a	1182 ^a	831 ^a	1973 ^b	2012 ^b	1978 ^b	2000 ^b
Spor densitate biomasă	(kg/m ³)	5,31	7,67	5,91	4,20	9,87	10,06	9,59	9,70
Număr exemplare inițial	-	87	87	87	87	55	57	56	56
Număr exemplare final	-	87	87	87	87	55	57	56	56
Supraviețuirea	(%)	100	100	100	100	100	100	100	100
Masa medie inițială	(g/ex)	58,78	58,71	58,48	58,72	86,51	84,46	85,38	87,39
Masa medie finală	(g/ex)	70,99	76,34	72,07	68,28	122,38	119,75	119,61	122,04
Durata experimentului	zile	9	9	9	9	16	16	16	16
Ritmul zilnic de creștere (GR)	(g/zi)	1,36 ^a	1,96 ^a	1,51 ^a	1,06 ^a	2,24 ^b	2,21 ^b	2,14 ^b	2,17 ^b
Rata specifică de creștere (SGR)	(%/zi)	2,10 ^a	2,92 ^a	2,32 ^a	1,67 ^a	2,17 ^a	2,18 ^a	2,11 ^a	2,09 ^a
Spor mediu de creștere individual (IWG)	(g/ex)	12,21 ^a	17,63 ^a	13,59 ^a	9,55 ^a	35,87 ^b	35,30 ^b	34,23 ^b	34,64 ^b
Hrană administrată	(g)	1427	1813	2139	2466	2559	3134	3848	4658
Rația zilnică	(%biom asă)	2,5	3	3,5	4	2,5	3	3,5	4
Proteina brută din furaj	(%)	50	50	50	50	50	50	50	50
Factorul de conversie al hranei (FCR)	-	1,34 ^a	1,18 ^a	1,81 ^a	2,97 ^a	1,30 ^a	1,56 ^a	2,01 ^a	2,40 ^a
Factorul de conversie al proteinei (PER)	-	1,49 ^a	1,69 ^a	1,11 ^a	0,67 ^a	1,54 ^a	1,28 ^a	1,00 ^a	0,83 ^a

* α ; β - variabilele notate cu aceeași literă (pe randuri) arată neexistența diferențelor din punct de vedere statistic ($p > 0,05$).

O remarcă aparte privind dinamica indicatorilor tehnologici înregistrați în cadrul prezentului experiment se referă la factorul de conversie al hranei care a performat în cazul în care s-a aplicat o intensitate a hrănirii de 2,5 respectiv 3%BW/zi, concluzie ce confirmă valori similare cu cele obținute de Mohseni, 2006 pentru morun (figura 3.11).

B. Caracterizarea alometrică biomasei de cultură

Având în vedere cele prezentate, s-a procedat la caracterizarea alometrică a biomasei de cultură ce a făcut obiectul experimentului de față. În acest scop, s-au plotat regresiiile putere ale maselor și lungimilor individuale pentru fiecare din loturile experimentale (figura 3.12).

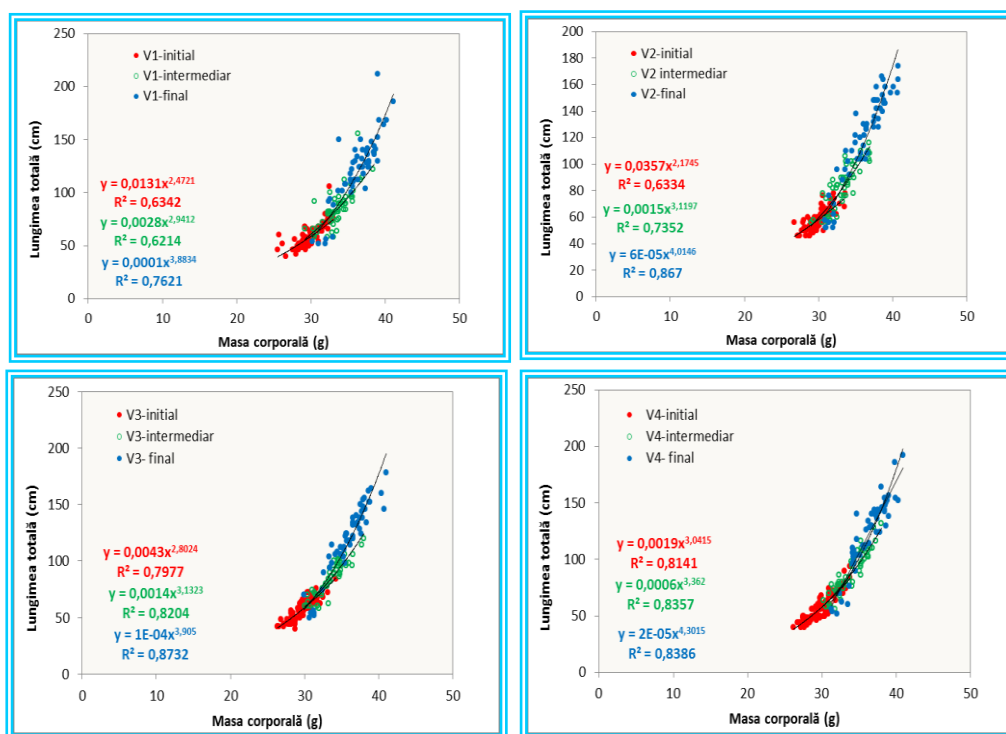


Figura 3.12. Raportul lungime-masă pentru cele patru variante experimentale

3.1.3. Influența intensității de hrănire asupra puietului de păstrugă cu o vârstă de 9 luni de la eclozare (lot 2) crescut în RAS II

3.1.3. 1. Organizarea experimentului

Prezentul experiment s-a derulat în cadrul stației pilot a Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru (RAS II- vezi descriere tehnică pct 2.1.2) în perioada 22.02.2013-03.04.2013 (40 zile).

Materialul biologic a fost repartizat randomizat în cele patru unități de creștere ale RAS II, creându-se loturi omogene din punct de vedere al maselor individuale (conform Anova $\sigma > 0,05$; $\sigma = 1$). Câteva caracteristici somatice ale loturilor inițiale au fost prezentate în tabelul 3.12.

În cadrul acestui experiment s-au testat alte patru intensități de hrănire, astfel: $V_1B_1 - 2,2\% \text{ BW/zi}$; $V_2B_2 - 1,9\% \text{ BW/zi}$; $V_3B_3 - 1,6\% \text{ BW/zi}$; $V_4B_4 - 1,3\% \text{ BW/zi}$. Furajarea s-a efectuat manual conform tabelului de distribuție a furajelor (Verdegem, Oprea, 1996) de 3-4 ori/zi. Hrana administrată zilnic a fost constituită din pelete extrudate Clasic Extra 1P cu diametrul de 2,5 mm marca Skretting (compoziția biochimică-tabelul 3.11).

Tabelul 3.11.

Compoziția biochimică a furajului Clasic Extra 1P

Componente	Cantitate
Protein	41%
Lipide	12%
Celuloză	3%
Cenușă	6,5%
Fosfor	0,9%
Vitamin A	10 000UI
Vitamin D3	1250 UI
Vitamin E	150 mg
Vitamin C	75 mg

Energie digestibilă	14,2 MJ/kg
Lizină	2,4%
Metionină	0,75%
Cistină	0,6%

Tabelul 3.12.

Caracteristici somatice ale loturilor inițiale de păstrugă

Parametrul/bazin	W (g)	H (cm)	Lt (cm)	Ls (cm)	Lcap (cm)
B ₁	169,52±32,79	3,66±0,10	40,38±2,12	32,34±0,71	9,30±0,10
B ₂	169,59±28,25	3,73±0,24	40,31±2,04	32,47±2,10	9,31±0,43
B ₃	170,09±45,63	3,54±0,36	39,91±3,27	32,16±1,97	9,43±0,62
B ₄	169,78±31,13	3,60±0,36	40,10±2,17	32,47±2,17	9,47±0,68

Datorită modificărilor metabolice produse odată cu creșterea peștilor, intensitatea hrănirii nu poate rămâne constantă pentru o perioadă mai lungă de timp. De aceea determinarea unui interval optim de intensitate a hrănirii pentru o anumită specie de pești presupune o serie de experimente pe diferite etape de viață succesive. Așadar prezentul experiment are ca obiectiv general determinarea unui interval optim al intensității de hrănire pentru puietul de păstrugă cu o vârstă de 9 luni de la eclozare, crescut într-un sistem recirculant de acvacultură industrială.

3.1.3.2. Calitatea mediului de cultură

Unul dintre factorii cheie ce deține un rol covârșitor în optimizarea intensității de hrănire este calitatea apei. Valorile minime, medii și maxime ale parametrilor de calitate a apei din sistemul recirculant nu au prezentat diferențe din punct de vedere statistic ($p > 0,05$) între variantele experimentale (figura 3.13).

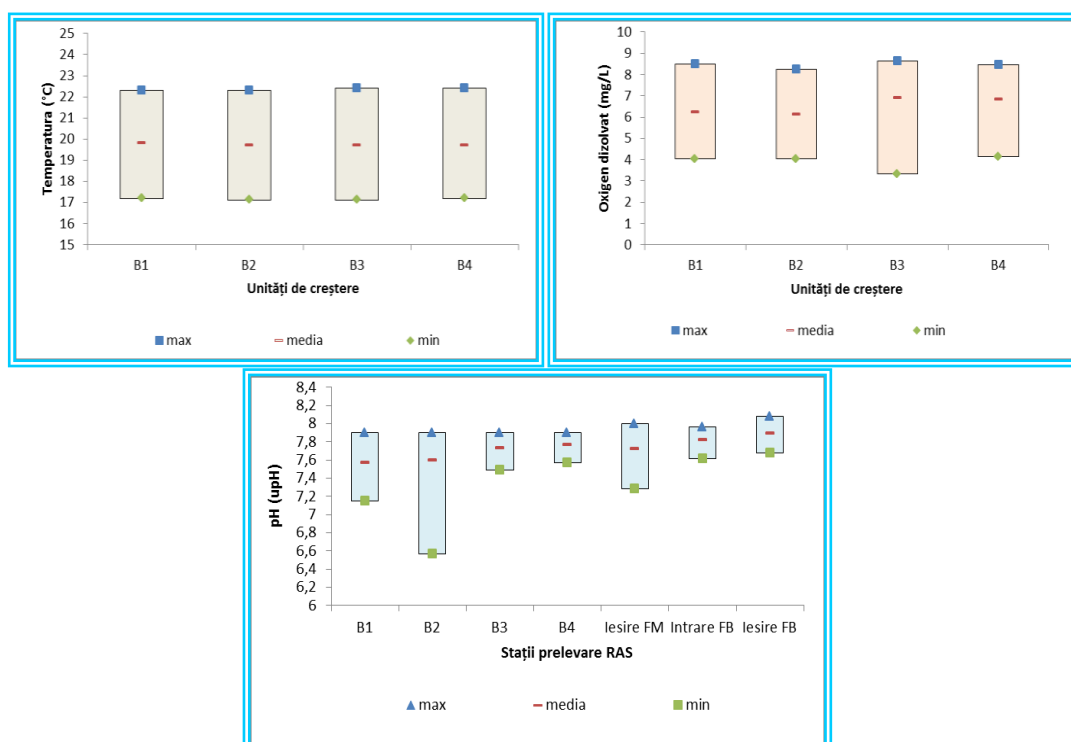


Figura 3.13. Variația (min., med., max.) a temperaturii, oxigenului dizolvat și a pH-ului

Nitrații au înregistrat de-a lungul perioadei experimentale niveluri extrem de ridicate în tot sistemul de creștere din cauza reducerii la maxim a ratei de primenire a apei (figura. 3.14).

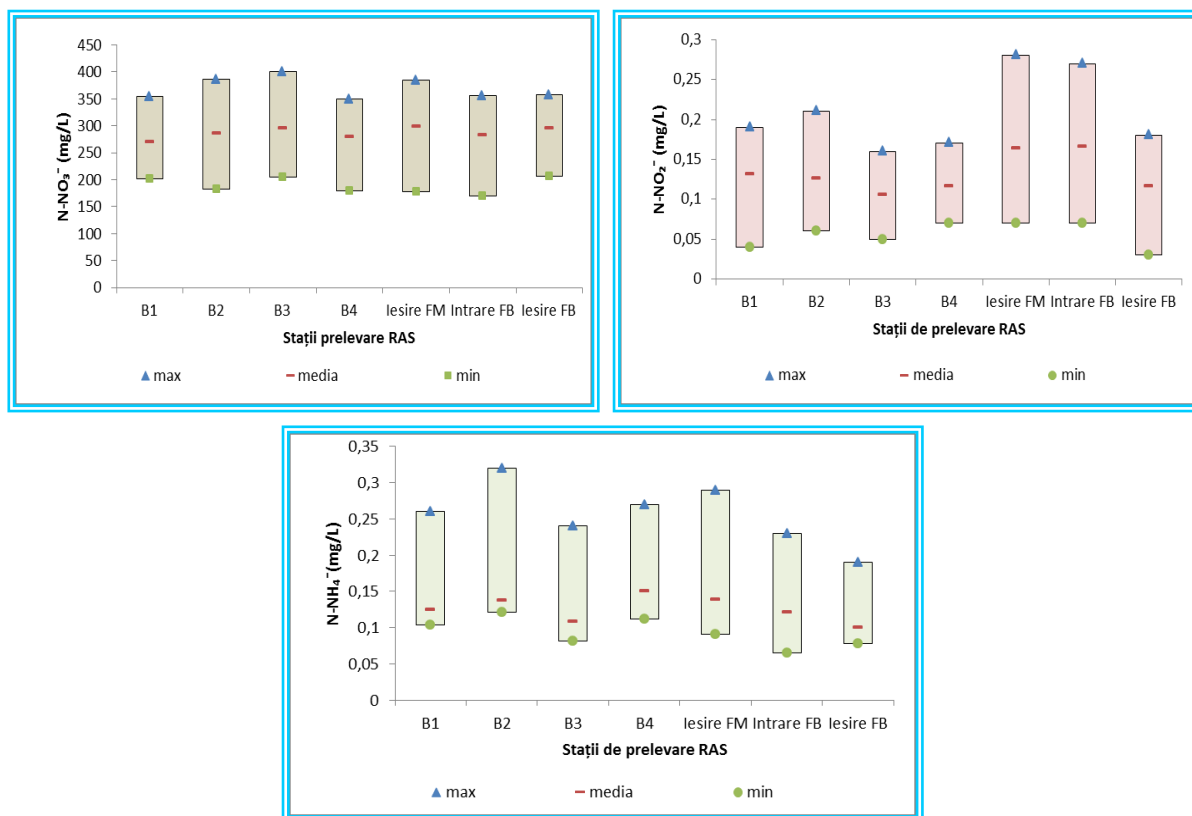


Figura 3.14. (min., med., max.) a compușilor cu azot

3.1.3.3. Rezultate și discuții

A. Performanța creșterii

Valorile medii ale parametrilor biometrici evaluați sunt prezentate în tabelul 3.13.

Tabelul 3.13.

Caracteristici somatice ale loturilor intermediare și finale

Parametrul/ Varianta		W(g)	H (cm)	Lt (cm)	Ls (cm)	Lcap (cm)
Intermediar	B ₁	214,00±46,96 ^a	3,73±0,55 ^a	42,53±2,44 ^a	34,62±2,42 ^a	10,29±0,57 ^a
	B ₂	212,04±42,50 ^a	3,82±0,83 ^a	42,60±2,20 ^a	34,46±1,95 ^a	10,34±0,79 ^a
	B ₃	199,87±65,21 ^a	3,77±0,62 ^a	41,74±3,59 ^a	33,33±2,63 ^a	10,06±0,97 ^a
	B ₄	201,91±40,28 ^a	3,52±0,37 ^a	42,06±2,53 ^a	34,62±2,01 ^a	10,03±0,78 ^a
Final	B ₁	259,83±63,36 ^b	4,10±0,50 ^a	45,36±2,98 ^b	37,56±3,40 ^b	10,87±0,85 ^a
	B ₂	253,09±61,12 ^b	3,90±0,40 ^a	45,32±2,86 ^b	36,54±12,3 ^b	10,34±0,71 ^a
	B ₃	241,43±91,87 ^b	3,59±0,71 ^a	44,47±4,52 ^b	35,83±3,43 ^b	10,26±0,97 ^a
	B ₄	238,74±55,43 ^b	3,57±0,32 ^a	44,73±2,89 ^b	36,36±3,07 ^b	10,13±0,78 ^a

*a;b- variabilele notate cu aceeași literă (pe coloană) arată că nu există diferențe din punct de vedere statistic între indicatorii somatici comparați ($p > 0,05$).

După cum se poate observa din tabelul 3.14 cel mai heterogen lot a fost cel din varianta V_3 , însă nu se poate spune că această creștere a heterogenității se datorează intensității mici de furajare.

O expresie sugestivă a analizei coeficienților de variație este reprezentată de histogrammele inițiale și finale a claselor de masă și lungime totală (figura 3.15 și figura 3.16) care indică o creștere a variabilității atât în cazul maselor corporale individuale cât și în cazul lungimii totale a peștilor. Deasemenea din histogramme claselor de masă și lungime totală s-a evidențiat accentuarea heterogenității cu precădere pentru a treia variantă a experimentului.

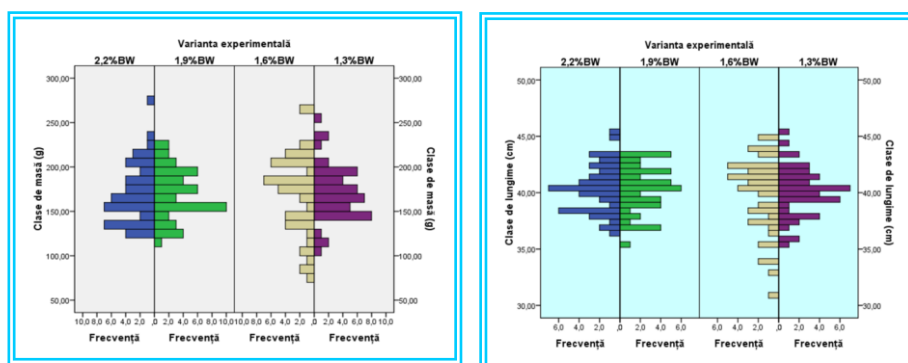


Figura 3.15. Histogrammele inițiale a claselor de masă și lungime totală

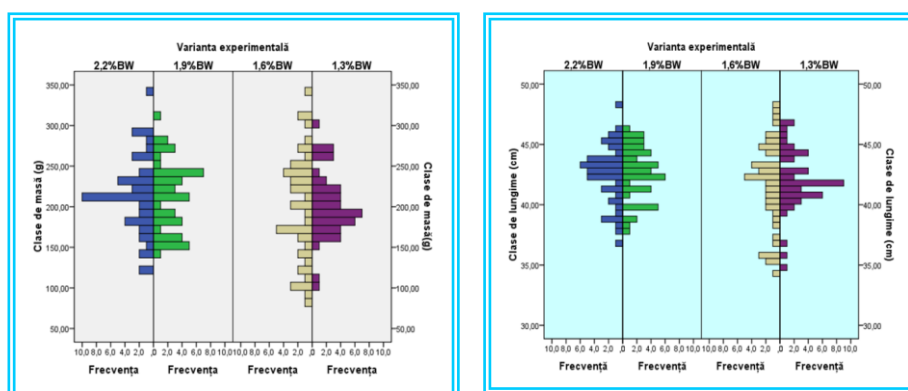


Figura 3.16. Histogrammele finale a claselor de masă și lungime totală

Rata specifică de creștere SGR, cel mai fidel indicator al creșterii individuale și/sau a biomasei de cultură nu a evidențiat aceeași tendință ca a IWG, înregistrând o sporire a biomasei sub 30% .

Tabelul 3.15.

Tabloul sintetic al indicatorilor de performanță a creșterii

Varianta experimentală / Indicatorii de creștere	Unitate de măsură	Intermediar				Final			
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
Biomasa inițială	(g)	7798	7801	7824	7810	7798	7801	7824	7810
Densitatea de stocare inițială	(kg/m ³)	39	39	39	39	38,99	39,01	39,12	39,05
Biomasa interm./finală	(g)	9862	9754	9194	9288	11952	11642	11106	10982
Densitatea de stocare interm./finală	(kg/m ³)	49	49	46	46	59,76	58,21	55,53	54,91
Spor de creștere biomasă	(g)	2079	1953	1370	1478	4154	3841	3282	3172
Spor de densitate al biomasei	(kg/m ³)	10	10	7	7	20,77	19,21	16,41	15,86

Număr exemplare inițial	-	46	46	46	46	46	46	46	46
Număr exemplare final	-	46	46	46	46	46	46	46	46
Supraviețuirea	(%)	100	100	100	100	100	100	100	100
Masa medie inițială	(g/ex)	169	170	170	170	169,52	169,59	170,09	169,78
Masa medie interm./ finală	(g/ex)	214	212	200	202	259,83	253,09	241,43	238,74
Durata perioadei experimentale	zile	16	16	16	16	40	40	40	40
Ritmul zilnic de creștere (GR)	(g/zi)	2,51	2,36	1,65	1,79	2,26	2,09	1,78	1,72
Rata specifică de creștere (SGR)	(%/zi)	1,48*	1,40*	1,01*	1,08*	1,07*	1,00*	0,88*	0,85*
Spor mediu de creștere individual (IWG)	(g/ex)	45	42	30	32	90,30	83,50	71,35	68,96
Hrană administrată	(g)	3356	2729	2374	1797	8624	6948	5861	4444
Rația zilnică	(%biomasă)	2,2	1,9	1,6	1,3	2,2	1,9	1,6	1,3
Proteina brută din furaj	(%)	41	41	41	41	41	41	41	41
Factorul de conversie al hranei (FCR)	-	0,34*	0,28*	0,26*	0,19*	0,72**	0,60**	0,53**	0,40**
Factorul de conversie al proteinei (PER)	-	1,51*	1,75*	1,41*	2,01*	1,17*	1,35*	1,37*	1,72*

**indică existența diferențelor din punct de vedere statistic ($p < 0,05$)

*indică neexistența diferențelor din punct de vedere statistic ($p > 0,05$)

Dacă în cazul indicatorilor de creștere (IWG, GR și SGR) s-a evidențiat o directă proporționalitate între intensitatea hrănirii și aceștia, în cazul indicatorilor de eficiență a hrănirii și reținere a proteinei (FCR și PER) se poate observa o relație de indirectă proporționalitate între valorile indicatorilor și intensitatea de hrănire (figura 3.18).

B. Caracterizarea alometrică biomasei de cultură

Un alt obiectiv al prezentului experiment a constat în evaluarea stării de condiție/robusteții relative a loturilor experimentale.

Conform graficelor (fig. 3.19) obținute se poate desprinde ideea că în toate cele patru variante experimentale masa individuală a sporit mai mult decât lungimea

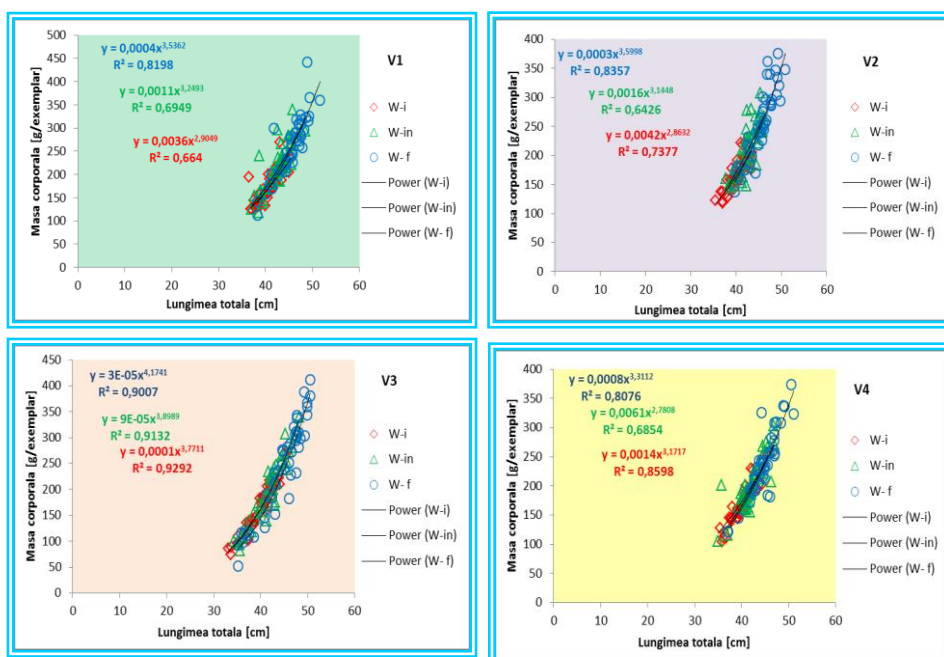


Figura 3.19. Evoluția coeficientului alometric

Așadar, din figura 3.19. se poate observa o tendință generală de creștere a coeficientului alometric "b" la sfârșitul experimentului față de momentul inițial. Cu excepția ultimei variante experimentale dar și în cazul evaluării intermediare se poate observa aceeași tendință de creștere a coeficientului alometric, ceea ce evidențiază o alometrie pozitivă ($b > 3$) a biomasei de cultură.

3.2. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrugă *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771) în raport cu frecvența administrării hranei

3.2.1. Organizarea experimentului

Experimentul s-a efectuat la în stația pilot (RAS I- vezi 2.1.1) a Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru din cadrul Facultății de Știința și Ingineria Alimentelor Galați în perioada Ianuarie-Februarie 2012.

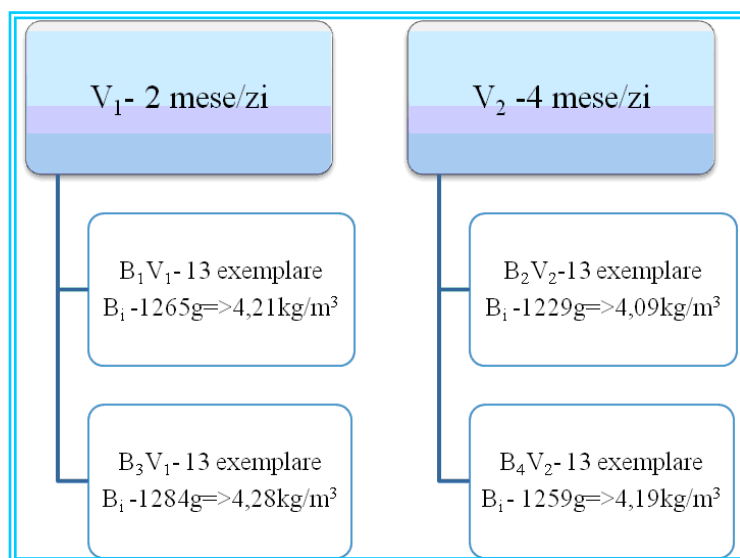


Figura 3.20. Design-ul experimentului

Singura variabilă ce diferențiază cele două variante experimentale este reprezentată de frecvența administrării furajului. Astfel, primei variante experimentale V₁- s-a administrat 2 mese/zi (8⁰⁰ și 20⁰⁰) iar în cazul celei de-a doua V₂ - 4 mese/zi (8⁰⁰, 12⁰⁰, 16⁰⁰, 20⁰⁰).

Furajarea s-a efectuat manual, conform unui tabel de distribuție ce a calculat cu ajutorul Microsoft Excel cantitatea zilnică de furaj în funcție de estimarea masei corporale, prin adăugarea sporului zilnic de masă (Verdegem, Oprea, 1996). Furajul administrat a fost Nutra MP-T cu granulație de 1,7 mm și intensitatea hrănirii a fost de 2% din biomasă (vezi subcap. 3.1.1)

Atât la începutul cât și la sfârșitul experimentului materialul biologic a fost cântărit și măsurat. Datele inițiale sunt redată sintetic în tabelul 3.16.

Tabelul 3.16.

Caracteristici somatice inițiale ale lotului experimental

Parametrul/Varianta	W(g)	H (cm)	Lt (cm)	Lf (cm)	
V ₁	B ₁	96,78±2,20	2,81±0,57	36,32±2,27	27,39±1,69
	B ₃	99,01±1,67	2,10±0,58	31,34±4,07	23,65±3,05
V ₂	B ₂	95,11±4,31	2,96±0,59	36,15±2,84	27,64±2,44
	B ₄	96,80±2,01	3,21±0,45	33,07±2,67	25,09±2,66

3.2.2. Calitatea mediului de cultură

În sistemul recirculant pilot temperatura apei ($20,71 \pm 0,75^\circ\text{C}$), oxigenul dizolvat ($6,59 \pm 0,34 \text{ mg L}^{-1}$), pH-ul ($7,71 \pm 0,37$ unități pH) au rămas aproximativ constante de-a lungul perioadei experimentale, neînregistrându-se diferențe semnificative între variante experimentale ($p \geq 0,05$).

Parametrii de calitate ai apei determinați pe tot parcursul experimentului au înregistrat următoarele valori: nitrații - $129,97 \pm 85,44 \text{ mg L}^{-1}$, nitriții - $0,03 \pm 0,04 \text{ mg L}^{-1}$, amoniu - $0,05 \pm 0,04 \text{ mg L}^{-1}$ și substanța organică - $7,18 \pm 3,62 \text{ mg L}^{-1}$.

3.2.3. Rezultate și discuții

A. Performanța creșterii

În ceea ce privește dinamica indicatorilor de performanță a creșterii, la sfârșitul experimentului s-a putut observa că biomasa finală a crescut cu 51,3% pentru varianta V_1 și respectiv 53,1% pentru V_2 în condițiile unei rate destul de scăzute a mortalității de 1,92% (fig 3,21). Așadar, sporul de biomasă a avut valori apropiate în cazul celor două variante (V_1 - 1342 g și V_2 - 1409 g). De asemenea, rata zilnică de creștere (GR) a înregistrat valori apropiate în ambele variante experimentale, dar ușor mai ridicate în varianta V_2 .

Tabelul 3.17.

Tablelul sintetic al indicatorilor de performanță ai creșterii

Varianta experimentală Indicatorii/ u.c	Unitate de măsură	V_1		V_2	
		B_1	B_3	B_2	B_4
Biomasa inițială	(g)	1265	1284	1229	1259
Densitatea de stocare inițială	(kg/m^3)	4,21	4,28	4,09	4,19
Biomasa finală	(g)	2564	2549	2621	2685
Densitatea de stocare finală	(kg/m^3)	8,54	8,49	8,73	8,94
Spor de creștere biomasă	(g)	1299	1265	1392	1426
Spor de densitate al biomasei	(kg/m^3)	4,33	4,61	4,64	4,75
Număr de exemplare inițial	-	13	13	13	13
Număr de exemplare final	-	12	13	13	13
Supraviețuirea	(%)	92	100	100	100
Masa medie inițială	(g/ex)	97	99	95	97
Masa medie finală	(g/ex)	214	205	202	207
Durata perioadei experimentale	zile	30	30	30	30
Ritmul zilnic de creștere (GR)	(g/zi)	43,30	46,17	46,40	47,53
Rata specifică de creștere (SGR)	(%/zi)	2,35	2,44	2,52	2,52
Spor mediu de creștere individual (IWG)	(g/ex)	116	107	107	110
Hrană administrată	(g)	1096	1108	1073	1092
Rația zilnică	(%biomasă)	1,1	1,1	2,2	2,2
Proteina brută din furaj	(%)	50	50	50	50
Factorul de conversie al hranei (FCR)	-	0,84	0,80	0,77	0,77
Factorul de conversie al proteinei (PER)	-	2,37	2,28	2,59	2,61

B. Caracterizarea alometrică

Condiția peștilor a fost evaluată cu ajutorul factorului alometric/ de condiție F ($F=W/L^b$, unde „b” este un exponent alometric ce s-a determinat experimental). Acest indicator reflectă în cazul experimentului nostru gradul de hrănire al materialului de cultură (Williams,2000). În acest scop s-a determinat pentru fiecare tratament în parte valoarea acestui factor plecând de la prezumția unei creșteri alometrice (fig. 3.23).

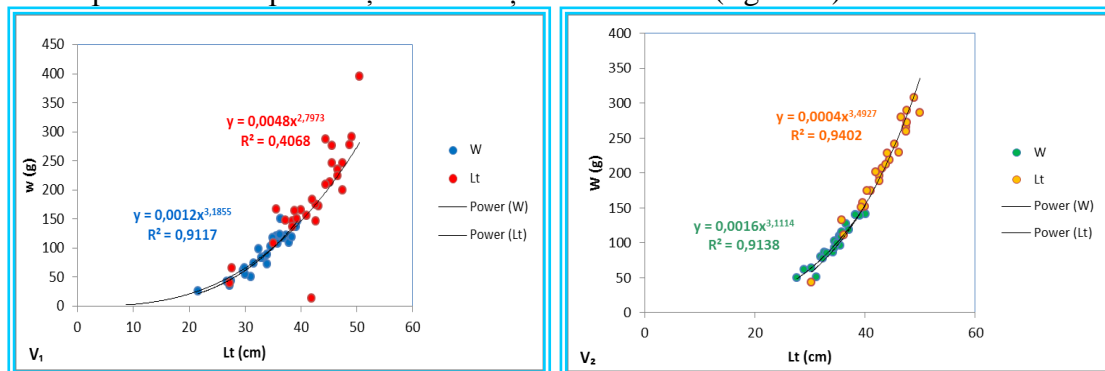


Figura 3.23. Raportul lungime-masă pentru fiecare variantă experimentală la începutul și sfârșitul perioadei experimentale

3.3. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrugă *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771) în raport cu nivelul proteic al furajului

3.3.1. Influența nivelului proteic al furajului asupra performanței de creștere a puietului cu o vârstă de 3 luni de la eclozare crescut în RAS I

Principalul obiectiv al prezentului experiment a fost acela de a dezvolta cunoașterea științifică în ceea ce privește cerințele nutriționale ale puietului de păstrugă, în general, și de a evalua influența conținutului proteic al furajelor comerciale asupra performanței de creștere, în mod particular. Așadar, experimentul de față tratează aspecte preliminare cu privire la influența a două furaje cu conținut proteic diferit asupra performanței de creștere.

3.3.1.1. Organizarea experimentului

Designul experimental a cuprins două variante V₁ (în unitățile de creștere B₁ și B₃) și V₂ (în unitățile de creștere B₂ și B₄).

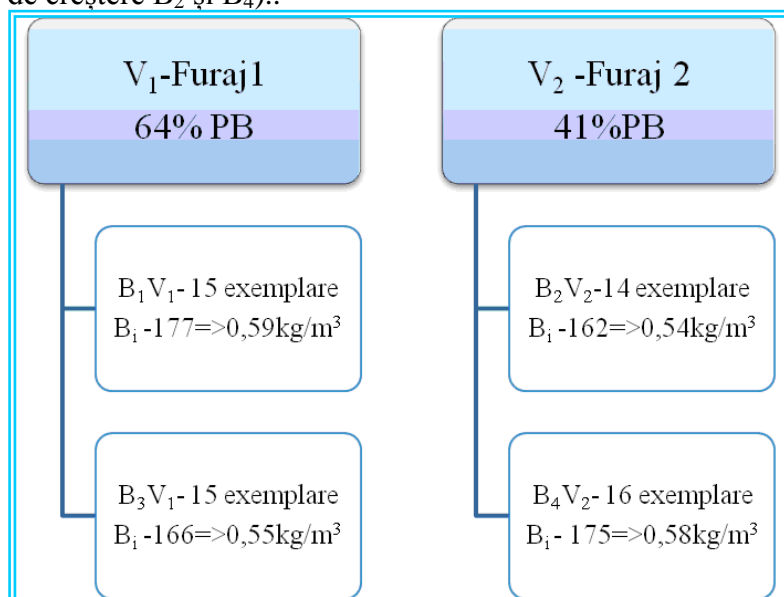


Figura 3.24. Design-ul experimentului

În ceea ce privește caracteristicile biometrice ale lotului inițial, acestea sunt sintetizate în **tabelul 3.18**.

Tabelul 3.18.

Caracteristicile biometrice ale lotului inițial

Parametrul/Varianta		W(g)	Lt (cm)
V ₁	B ₁	11,83±6,31	15,33±3,34
	B ₃	11,07±4,35	15,31±2,50
V ₂	B ₂	11,57±3,80	15,51±2,36
	B ₄	10,94±6,43	15,03±3,42

Zilnic, pe toată durata experimentului (30 zile) s-au administrat două tipuri de furaj comercial sub formă de extrudate. Compoziția biochimică a furajului este prezentată în tabelele 3.19 și 3.20, cel mai important parametru, anume conținutul în proteină fiind de 64% (furaj 1-V₁) respectiv 41% (furaj 2-V₂). Intensitatea hrănirii în cele două variante a fost aceeași, anume 4,65% din biomasa de cultură.

Tabelul 3.19.

Compoziția biochimică a furajului 1

Componente	Cantitate
Proteine	64%
Lipide	12%
NFE	6%
Cenușă	11%
Fibre	0,5%
Vitamina A	10 000IE/kg
Vitamina D3	800 IE
Vitamina E	300 mg
Energie brută	84976/20 Kcal/MJ
Energie convertibilă	43901/16 Kcal/MJ

Tabelul 3.20.

Compoziția biochimică a furajului 2

Componente	Cantitate
Protein	41%
Lipide	12%
Celuloză	3%
Cenușă	6,5%
Fosfor	0,9%
Vitamin A	10 000UI
Vitamin D3	1250 UI
Vitamin E	150 mg
Vitamin C	75 mg
Energie digestibilă	14,2 MJ/kg
Lizină	2,4%
Metionină	0,75%
Cistină	0,6%

3.3.1.2. Calitatea mediului de cultură

În ceea ce privește valorile DO, acesta au variat între 5,85±0,44 mg/l și 8,15±0,06 mg/l, iar pH-ul a înregistrat valori cuprinse între 7,93±0,04 unități de pH și 8,14±0,04 unități de pH.

Dar, în ceea ce privește compuşii azotului, aceștia s-au menținut pe toată perioada experimentală în limite optime, drept rezultat al unui eficient proces de nitrificare din filtru biologic; valorile medii ale nitriților, nitraților și a amoniului sunt redată în figura 3.26.

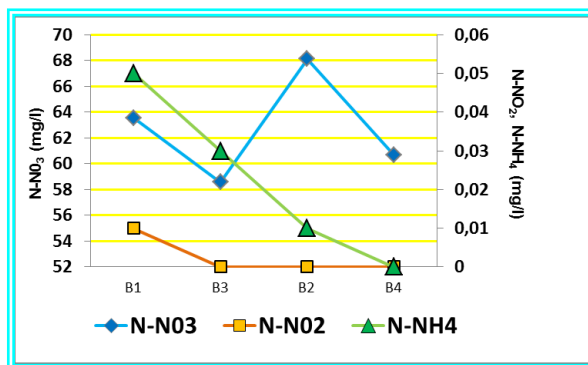


Figura 3.26. Dinamica compusilor azotului

3.3.1.3. Rezultate și discuții

A. Performanța creșterii

Datele cu privire la performanța tehnologică de creștere sunt redată în tabelul 3.21.

Tabelul 3.21.

Tablelul sintetic al indicatorilor de performanță ai creșterii

Varianta experimentală Indicatorii/ u.c	Unitate de măsură	V ₁		V ₂	
		B ₁	B ₃	B ₂	B ₄
Biomasa inițială	(g)	177	166	162	175
Densitatea de stocare inițială	(kg/m ³)	0,59	0,55	0,54	0,58
Biomasa finală	(g)	692	686	654	696
Densitatea de stocare finală	(kg/m ³)	2,30	2,28	2,18	2,32
Spor de creștere biomasă	(g)	515	520	492	521
Spor de densitate al biomasei	(kg/m ³)	1,71	1,73	1,64	1,73
Număr de exemplare inițial	-	15	15	14	16
Număr de exemplare final	-	15	15	14	15
Supraviețuirea	(%)	100	100	100	94
Masa medie inițială	(g/ex)	12	11	12	11
Masa medie finală	(g/ex)	46	46	47	46
Durata perioadei experimentale	zile	30	30	30	30
Ritmul zilnic de creștere (GR)	(g/zi)	17,17	17,33	16,40	17,37
Rata specifică de creștere (SGR)	(%/zi)	4,54	4,73	4,65	4,60
Spor mediu de creștere individual (IWG)	(g/ex)	34	35	35	35
Hrană administrată	(g)	505	484	466	513
Rația zilnică	(%biomasă)	4,65	4,65	4,65	4,65
Proteina brută din furaj	(%)	64	64	41	41

Factorul de conversie al hranei (FCR)	-	0,98	0,93	0,95	0,98
Factorul de conversie al proteinei (PER)	-	1,59	1,65	2,62	2,48

În cadrul experimentului nostru, materialul biologic hrănit cu furaj cu conținut proteic mai ridicat nu a prezentat o robustețe relativă semnificativă față de cel hrănit cu furaj cu conținut proteic mai mic. S-a evidențiat o alometrie negativă a biomasei de cultură ($b < 3$) atât la momentul inițierii experimentului cât și la finalizarea acestuia. Valorile coeficientului alometric, calculate la sfârșitul experimentului, reflectă o îmbunătățire a condiției materialului de cultură/robusteții relative, fenomen mai evident în varianta V₂.

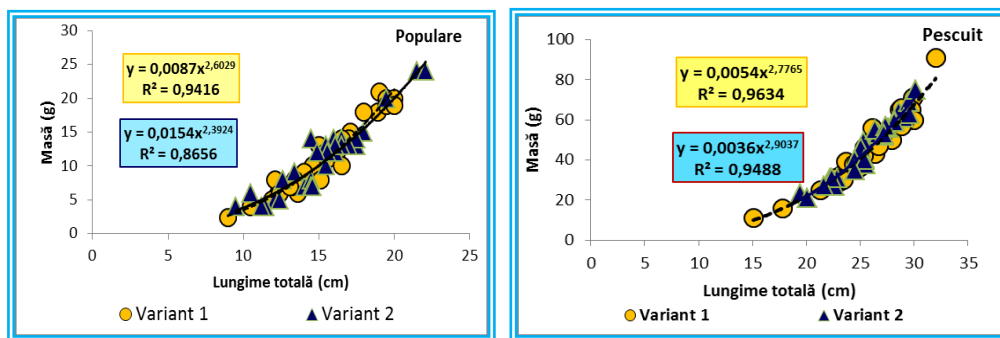


Figura 3.29. Raportul lungime-masă pentru fiecare variantă experimentală la populare/ pescuit

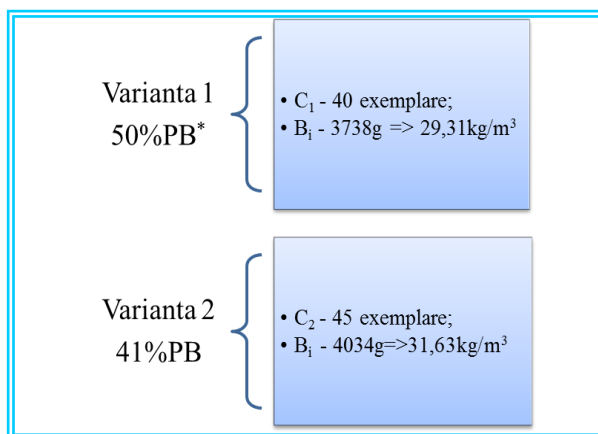
3.3.2. Influența nivelului proteic diferit al furajului asupra performanței de creștere a puietului cu o vârstă de 9 luni de la eclozare crescut în RAS III

Având ca premisă de bază experimentul precedent, unde am concluzionat că un furaj cu un conținut proteic de 64% este excedentar în cazul puietului de păstrugă cu vârsta de 3 luni de la eclozare, dar ținând cont de faptul că sturionii sunt pești carnivori și de alți autori care recomandă pentru acești pești un furaj cu un nivel proteic de 50% (Tayebi, 2011;) am inițiat un experiment ce testează influența a două furaje (cu un conținut proteic de 41% și de 50%) asupra creșterii puietului de păstrugă cu o talie de peste 90 g.

3.3.2.1. Organizarea experimentului

Un număr de 85 de pui de păstrugă în vârstă de 9 luni cu o masă medie individuală (\pm SD) de $91,44 \pm 19,8$ g/exemplar au fost distribuiți randomizat în două unități de creștere tip Ewos ce aparțin RAS III (vezi 2.1.3)

De-a lungul perioadei experimentale materialul biologic a fost hrănit zilnic cu două furaje diferite din punct de vedere al conținutului în proteină (fig.3.30). Astfel dacă pentru varianta V₂ s-a păstrat furajul ce a avut un raport cost/performanță de creștere mai bun (din experimentul precedent) în varianta V₁ s-a testat un furaj cu un conținut proteic de 50% (MP-T Nutra Pro vezi 3.1.1.1).



*PB-conținutul de proteină brută al furajelor comerciale testate.

Figura 3.30. Design-ul experimentului

Caracteristicile biometrice ale lotului inițial acestea sunt sintetizate în tabelul 3.22 .

3.3.2.2. Calitatea mediului de cultură

Calitatea apei din sistemul recirculant de acvacultură are o importanță covârșitoare asupra creșterii biomasei de cultură.

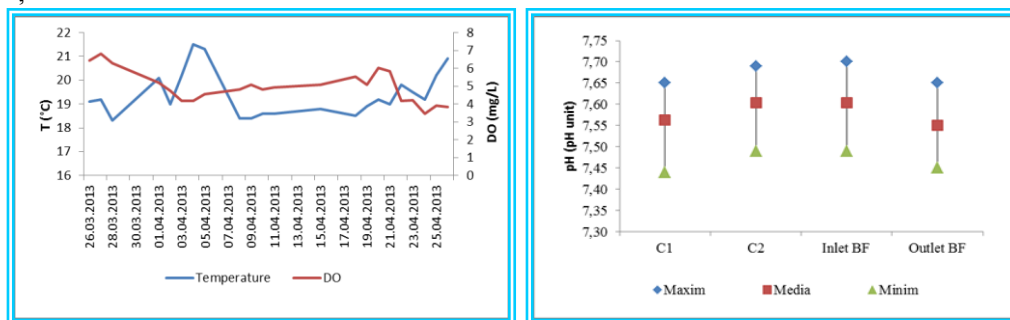


Figura 3.31. Variația temperaturii, oxigenului dizolvat și a pH-ului

pH-ul a fost optim pe toată perioada experimentală atât pentru biomasa de cultură cât și pentru bacteriile nitrificatoare din filtrul biologic situându-se în intervalul 7-8 upH (figura 3.31). De asemenea, după cum se poate observa în figura 3.31. valorile pH-ului nu prezintă variații semnificative între stațiile stabilite ale sistemul recirculant de creștere.

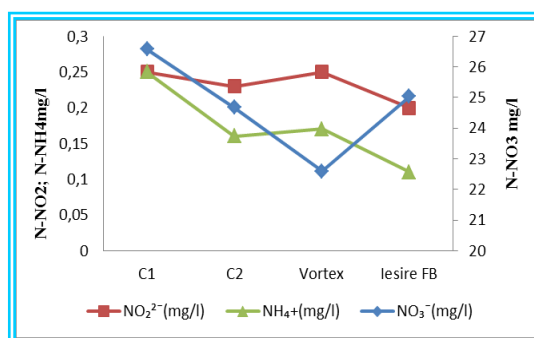


Figura 3.32. Dinamica compușilor cu azot

3.3.2.3. Rezultate și discuții

Indicatori de performanță ai creșterii

La sfârșitul perioadei experimentale materialul biologic a fost măsurat și cântărit și au fost observate diferențe semnificative din punct de vedere statistic ($p < 0,05$) în cazul masei corporale (W) și a înălțimii (H), restul indicatorilor biometrici măsurați nu au prezentat diferențe semnificative între cele două variante experimentale ($p > 0,05$) după cum se poate observa în tabelul 3.23.

Tabelul 3.23.

Caracteristici somatice la sfârșitul experimentului

Parametrul/Varianta	W(g)	H (cm)	Lt (cm)	Ls (cm)
V ₁ – 50%	135,75±33,35 ^a	3,09±0,36 ^a	37,48±2,13 ^a	30,94±1,96 ^a
V ₂ – 41%	108,76±39,37 ^b	2,67±0,47 ^b	36,66±2,96 ^a	29,13±3,42 ^a

a, b- variabilele notate cu aceeași literă nu prezintă diferențe din punct de vedere statistic

În ceea ce privește loturile experimentale, la populare, respectiv la pescuit conform coeficientului de variație (CV) calculat (vezi tabel 3.25) și a histogramelor maselor individuale (fig 3.33) s-a constatat o creștere a heterogenității biomasei de cultură la finalul experimentului pentru ambele variante experimentale. Astfel, dacă în cazul V₁ unde experimentul a demarat cu un lot mai heterogen, coeficientul de variație a crescut doar cu 24% la final, în cazul V₂, unde lotul inițial a avut un coeficient de variație de 13.38%, heterogenitatea a crescut la sfârșitul experimentului cu un procent de 51%.

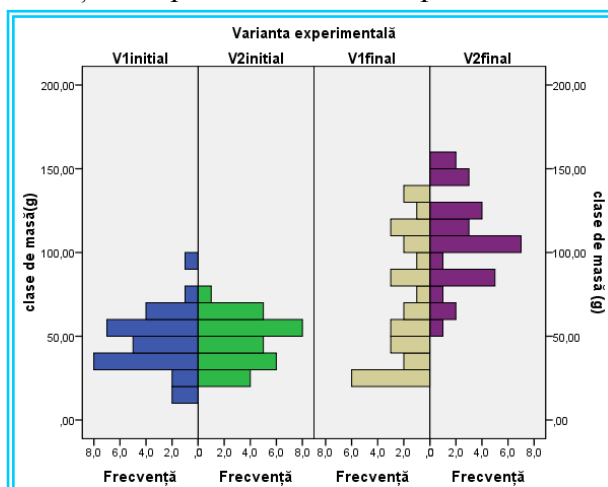


Figura 3.33. Histogramele claselor de masă corporale la populare/pescuit

Tabelul 3.24.

Tablelul sintetic al indicatorilor de performanță ai creșterii

Varianta experimentală / Indicatorii/ u.c	Unitate de măsură	V ₁	V ₂
Biomasa inițială	(g)	3738	4034
Densitatea de stocare inițială	(kg/m ³)	29,31	31,63
Biomasa finală	(g)	5430	4894
Densitatea de stocare finală	(kg/m ³)	42,57	38,37

Spor de creștere biomasă	(g)	1792	860
Spor de densitate al biomasei	(kg/m ³)	14,05	6,74
Număr de exemplare inițial	-	40	45
Număr de exemplare final	-	40	45
Supraviețuirea	(%)	100	100
Masa medie inițială	(g/ex)	93,34	89,64
Masa medie finală	(g/ex)	135,75	108,76
Durata perioadei experimentale	zile	30	30
Ritmul zilnic de creștere (GR)	(g/zi)	59,73	28,67
Rata specifică de creștere (SGR)	(%/zi)	1,34	0,64
Spor mediu de creștere individual (IWG)	(g/ex)	44,8	19,11
Hrană administrată	(g)	1877	1990
Rația zilnică	(%biomasă)	1,5	1,5
Proteina brută din furaj	(%)	50	41
Factorul de conversie al hranei (FCR)	-	1,05	2,31
Factorul de conversie al proteinei (PER)	-	1,91	1,05

A. Caracterizarea alometrică a biomasei de cultură

Starea de confort tehnologic sau robustețea relativă a unui lot experimental de pești a fost caracterizată de mulți autori (Williams, 2000; Copeland, 2004) ca fiind exprimată prin factorul de condiție (sau coeficientul Fullton ($F=W/L^b$), unde b este determinat experimental). În cazul experimentului nostru acest factor de condiție ajută la evaluarea stării de nutriție a materialului biologic.

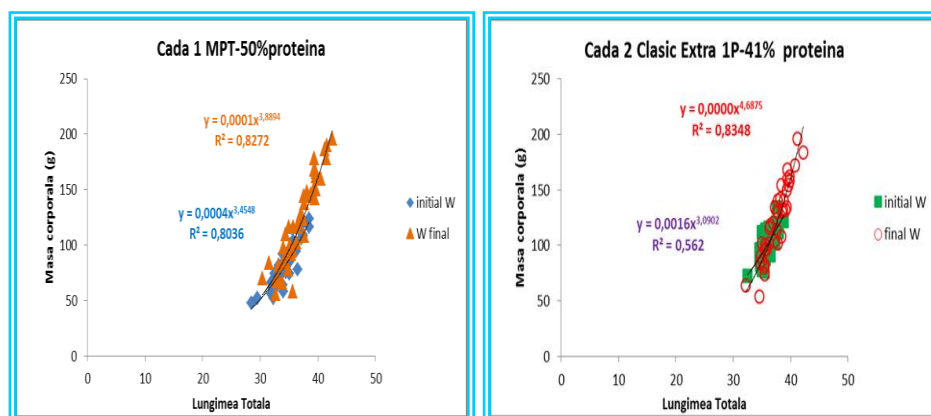


Figura 3.34. Raportul lungime- masă corporală (inițial/final) pentru puietul de păstrugă furajat cu un conținut proteic diferit

Conform coeficientului alometric b , indicator sugestiv al condiției/ robusteții relative a peștilor, loturile experimentale nu au prezentat diferențe semnificative (atât la inițierea cât și la finalul experimentului) între cele două variante testate după cum se poate observa și în figura 3.34.

Un alt indicator important al condiției/robusteții relative a biomasei de cultură - coeficientul de condiție F a înregistrat o valoare de zece ori mai mică în V_2 la (0,001) față de V_1 (0,01) (tabelul 3.24), ceea ce ne indică o stare nutrițională și de sănătate mai bună pentru materialul biologic hrănit cu furajul de 50% PB.

Tabelul 3.25.

Varianța populare/pescuit a coeficienților: de variație, alometrici și Fullton

Varianta experimentală Coef determinați	V ₁		V ₂	
	Inițial	Final	Inițial	Final
Coeficient de variație -CV	25,10	32,98	13,38	27,43
Coeficient alometric - b	3,45	3,89	3,09	4,69
Coeficientul Fullton - F	0,04	0,01	0,16	0,001

3.4. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrugă *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771) în condițiile aditivării hranei cu vitamina C

Astfel, obiectivul general al acestui experiment este de a evalua influența acidului ascorbic asupra dinamicii creșterii, respectiv condiției/robusteții relative a puietului de păstrugă în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură intensivă. Obiectivul specific este acela de a cuantifica eventuala corelația pozitivă dintre indicatorii de performanță ai creșterii și concentrația de AA cu care se aditivează un furaj comercial.

3.4.1 Organizarea experimentului

Prezentul experiment s-a realizat în perioada 14 Martie-12 Aprilie 2012 la stația pilot a Departamentului de Acvacultură, Știința Mediului și Cadastru. Baza materială a acestui experiment a fost reprezentată de RAS I descris în capitolul II (pct.2.2)

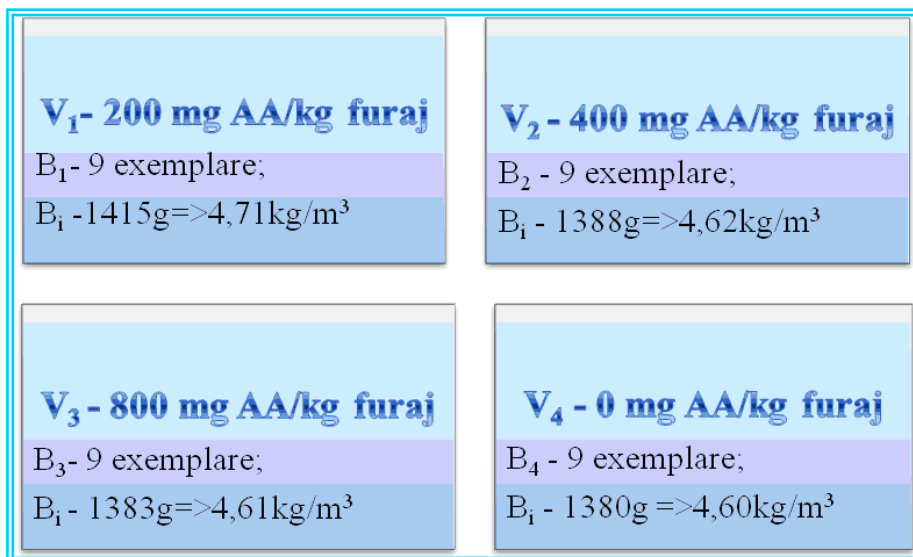


Figura 3.35. Design-ul experimentului

Materialul biologic folosit a fost reprezentat de 36 păstrugi în vârstă de 9 luni cu o masă medie(±SD) de 155±2g ce aparține lotului experimental 1

De-a lungul perioadei experimentale, zilnic, s-a administrat un furaj comercial pentru sturioni (ALTERNA STORIONI 1P) sub formă de extrudate cu diametrul de 2,5 mm.

Compoziția biochimică a furajului este prezentată în tabelul 3.25. Intensitatea hrănirii aplicată biomasei de cultură a fost de 1,5%BW, iar cantitatea de hrană administrată zilnic s-a efectuat conform unui algoritm special de distribuție (după Verdegem, Oprea,2000). Menționăm faptul că furajul comercial folosit în experiment nu conține acid ascorbic (AA).

Tabelul 3.27.

Compoziția chimică a furajului

Componente	Cantitate
Proteina	50%
Lipide	16%
Cenușă	8,5%
Celuloză	1,8%
Fosfor	1,3%
Energie digestibila	17,1 MJ/kg

În prezentul experiment s-au comparat patru variante cu următoarele concentrații de acid ascorbic (figura 3.35): B₁ – 200 mg/ kg furaj; B₂ – 400 mg/ kg furaj; B₃ – 800mg/kg furaj și B₄ – 0 mg/kg furaj. Acidul ascorbic folosit, de puritate 99%, provine de la compania Janssen Chimica (Geel, Belgia) și a fost înglobat în furaj în baza următoarei proceduri

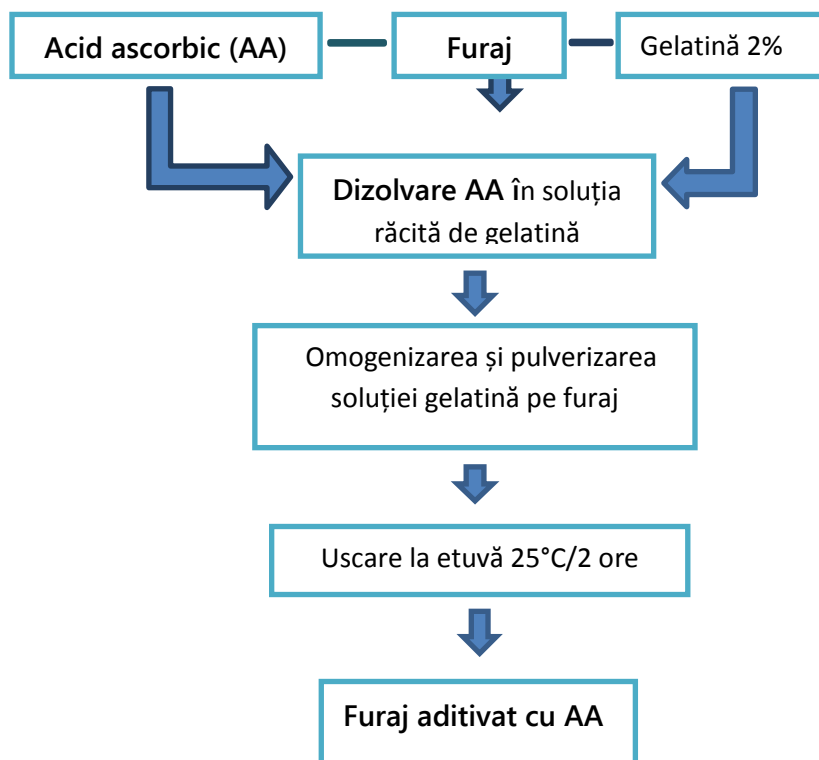


Figura 3.36. Schema de aditivare a furajului cu acid ascorbic de puritate 99%

3.4.2. Calitatea mediului de cultură

Asigurarea unor condiții mediale care să corespundă particularităților ecofiziologice ale speciei de cultură reprezintă cel mai important deziderat tehnologic (Cristea,2002).

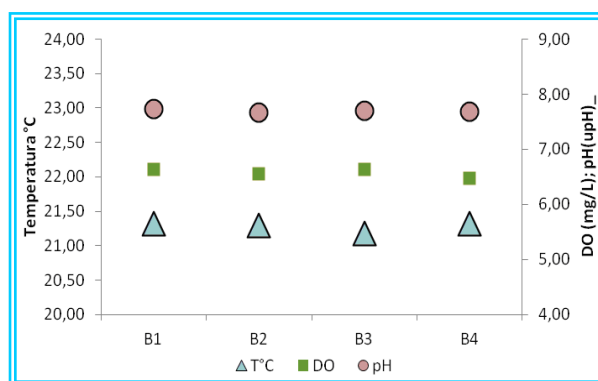


Figura 3.37. Variația temperaturii, concentrației de oxigen și a pH-ului

Compușii azotului (figura 3.38), indicator relevant de aprecierea calității apei, s-au menținut, de asemenea, în ecartul tehnologic optim și nu au prezentat diferențe semnificative statistic între variantele experimentale ($p > 0,05$).

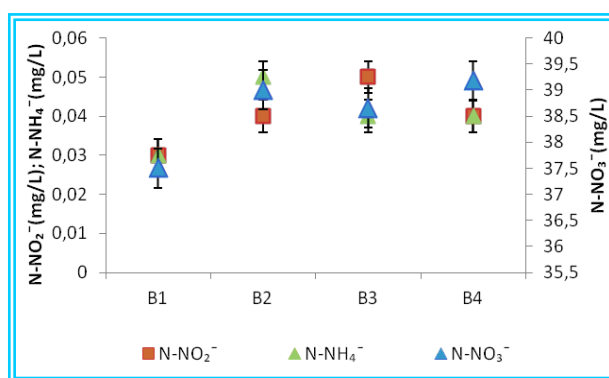


Figura 3.38. Dinamica compușilor azotului (\pm SD)

3.4.3. Rezultate și discuții

A Performanța creșterii

Referitor la parametrii biometrici (W, H, Lt și Lf), tabelul 3.28, analiza statistică a rezultatelor privind valorile înregistrate ale acestora evidențiază diferențe ne semnificative ($p > 0,05$) între loturi la momentul inițierii experimentului, pentru ca la finalizarea acestuia diferențele să devină semnificative ($p \leq 0,05$).

Tabelul 3.28.

Parametrii biometrici la sfârșitul experimentului

Parametrul/Varianta	W(g)	H (cm)	Lt (cm)	Lf (cm)
V ₁ B ₁	245,56±54,41	3,74±0,59	46,62±2,73	35,17±2,31
V ₂ B ₂	194,22±40,77	3,61±0,38	44,11±2,62	33,44±2,27
V ₃ B ₃	227,78±60,88	3,79±0,65	45,46±3,12	34,89±2,64
V ₄ B ₄	175,44±70,23	3,29±0,76	44,04±5,70	32,82±4,60

Similar cu FCR și PER, valorile altor doi reprezentativi parametri de caracterizare a performanței creșterii (SGR, GR), tabelul 3.29, se află într-o relație de inversă proporționalitate cu concentrația de AA, evidențiind rolul acestuia în alimentație. Astfel, eficiența conversiei hranei a fost cea mai mare în varianta V_1 , unde concentrația vitaminei a fost cea mai scăzută.

Tabelul 3.29.

Tabelul sintetic al indicatorilor de performanță ai creșterii

Indicatorii/ u.c	Varianta experimentală	Unitate de măsură	200	400	800	0
			mgAA/kg furaj	mgAA/kg furaj	mgAA/kg furaj	mg AA/kg furaj
			B₁	B₂	B₃	B₄
Biomasa inițială		(g)	1415	1388	1383	1380
Densitatea de stocare inițială		(kg/m ³)	4,71	4,62	4,61	4,60
Biomasa finală		(g)	2220	2000	1748	1579
Densitatea de stocare finală		(kg/m ³)	7,39	6,66	5,82	5,26
Spor de creștere biomasă		(g)	805	612	365	199
Spor de densitate al biomasei		(kg/m ³)	2,68	2,04	1,22	0,66
Număr de exemplare inițial		-	9	9	9	9
Număr de exemplare final		-	9	8	9	9
Supraviețuirea		(%)	100	89	100	100
Masa medie inițială		(g/ex)	157	154	154	153
Masa medie finală		(g/ex)	247	250	194	175
Durata perioadei experimentale		zile	30	30	30	30
Ritmul zilnic de creștere (GR)		(g/zi)	26,83	20,4	12,16	6,63
Rata specifică de creștere (SGR)		(%/zi)	1,50	1,22	0,78	0,45
Spor mediu de creștere individual (IWG)		(g/ex)	89	96	41	22
Hrană administrată		(g)	776	765	763	761
Rația zilnică		(%biomasă)	1,5	1,5	1,5	1,5
Proteina brută din furaj		(%)	50	50	50	50
Factorul de conversie al hranei (FCR)		-	0,96	1,25	2,09	3,82
Factorul de conversie al proteinei (PER)		-	2,07	1,60	0,96	0,52

B. Caracterizarea alometrică a biomasei de cultură

Condiția fiziologică/robustețea relativă a puietului de păstrugă hrănit cu furaj aditivat cu concentrații diferite de AA s-a apreciat cu ajutorul factorului alometric „b”, determinat din regresiiile lungime (Lt)-masă (W) pentru fiecare din cele patru variante experimentale, prezentate grafic în figura 3.39a.

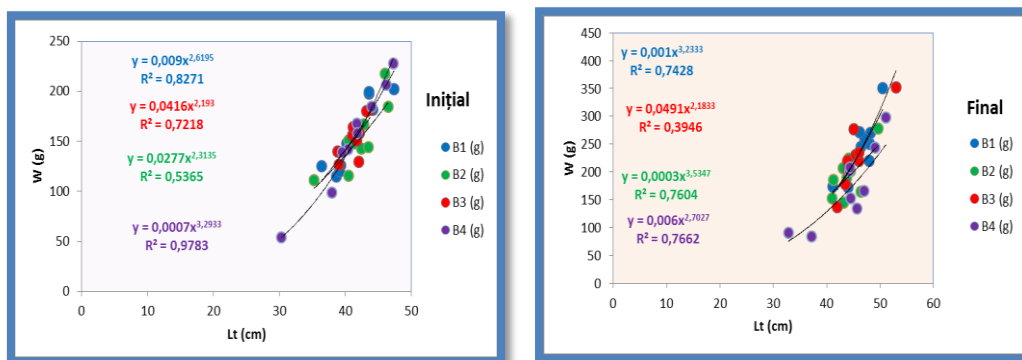


Figura 3.39a. Reprezentarea grafică a regresiei lungime totală-masă

Referitor la indicele de profil F (tabelul 3.28), determinat la finalul experimentului, se observă că tendința acestuia nu se încadrează în tendința de evoluție a parametrilor de performanță a creșterii, în sensul că valorile sale (tabel 3.30) sunt mai mici în cazul loturile hrănite cu concentrații mai mici de AA.

Tabelul 3.30.

Indicatorii de condiție

Indicatori de condiție	Populare				Pescuit			
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
Coefficient de variație (cv)	23,9	21,56	12,74	34,65	22,16	20,99	26,73	40,03
Exponent alometric („b ⁿ “)	2,62	2,19	2,31	3,29	3,23	2,18	3,53	2,7
Indice de profil(F)	0,009	0,042	0,027	0,0007	0,0009	0,05	0,0002	0,006

3.5. Evaluarea performanței de creștere a puietului de păstrugă în vârstă de 35 de zile de la eclozare în condițiile aditivării hranei cu probiotice

Obiectivul general al prezentului experiment a fost acela de a determina influența probioticului comercial **BetaPlus® Ultra** asupra performanței de creștere a postlarvelor de păstrugă cu o vârstă de 35 de zile de la eclozare, însă obiectivul specific a fost reprezentat de evaluarea randamentului de reținere a hranei în perioada de trecere de la furajarea cu hrană naturală la cea cu furaje comerciale

3.5.1. Organizarea experimentului

Prezentul experiment s-a desfășurat în perioada 19.06.2012-18.09.2012 (93 de zile) în ferma de sturioni de la Horia, județul Tulcea. Nayak, 2010 consideră perioada de administrare a probioticului un factor important și în funcție de situația impusă o încarcă ca fiind între 1-10 săptămâni. Pentru acest experiment s-a ales perioada maximă de administrare a probioticului având în vedere adaptabilitatea slabă la furaje a păstrugii (Patriche, 2001).

Baza materială a acestui experiment s-a constituit din 12 unități de creștere din stația termoizolată a fermei. Incintele de creștere de culoare verde deschis, formă tronconică, cu o capacitate de 330 litri și cu dimensiuni reduse (130 x 120 x 40 cm) sunt adecvate perioadei postlarvare a sturionilor.

Experimentul a demarat cu un număr de 6000 postlarve eclozate de 35 de zile (500 exemplare/unitate de creștere) cu o masă medie individuală (\pm SD) de $0,35\pm 0,02$ g și o lungime totală medie cuprinsă între 3-5 cm însă conform tehnologiei de creștere s-au efectuat sortări de-a lungul perioadei experimentale. Sortarea și răirea materialului biologic au fost precedate de cântăriri ce au împărțit experimentul în nouă etape, care diferă și din punct de vedere al hranei administrate (atât calitativ cât și cantitativ), astfel:

- Etapa 1: 19.06-10.07.2012 (22 zile), amestec *Artemia salina* congelată și Nutra Pro 3, ad libidum;
- Etapa 2: 10.07-17.07.2012 (7 zile), 2 mese amestec și 4 mese Nutra Pro 3, ad libidum;
- Etapa 3: 17.07-24.07.2012 (7 zile), Nutra Pro 3 și Nutra Pro 2 în proporție de 3:1, 7% din biomasă;
- Etapa 4: 24.07-30.07.2012 (7 zile), Nutra Pro 3 și Nutra Pro 2 în proporție de 1:1, 7% din biomasă;
- Etapa 5: 30.07-14.08.2012 (15 zile), Nutra Pro 2, 5% din biomasă ;
- Etapa 6: 14.08-21.08.2012 (7 zile), Nutra Pro 2 și Nutra Pro 0 în proporție de 1:1, 4% din biomasă;
- Etapa 7: 21.08-29.08.2012 (8 zile), Nutra Pro 0, 4% din biomasă ;
- Etapa 8: 29.08-05.09.2012 (7 zile), Nutra Pro și Nutra Pro MPT în proporție de 1:1, 4% din biomasă;
- Etapa 9: 05.09.-18.09.2012 (13 zile), Nutra Pro MPT, 4% din biomasă.

Hrănirea materialului biologic s-a efectuat zilnic, la început doar manual iar în ultimele patru etape automatizat (cu distribuitor marca AGK, Germania). Informațiile nutriționale cu privire la furajele administrate sunt redată în tabelul . În ceea ce privește compoziția biochimică a amestecului de *Artemia salina* congelată cu furaj, aceasta a fost determinată în laborator și a fost de: 55,8% proteine, 11,2% lipide, 6,9% carbohidrați și 5,9% cenușă.

Tabelul 3.31.

Compoziția biochimică a furajelor administrate

Compoziție/granulație	Nutra Pro 3	Nutra Pro 2	Nutra Pro 0	Nutra Pro MPT
Granulație (mm)	0,5-0,7	0,7-1,1	1,1-1,7	1,7
Proteina cruda (%)	55	54	54	50
Grasime cruda (%)	16	18	18	20
Celuloza cruda (%)	1	1	1	0,7
Cenusa cruda (%)	10	10	10	9
Fosfor (%)	1,4	1,4	1,4	1,3
Energie digestibila (MJ/kg)	18,8	19,4	19,4	19,7
Vitamina A (UI)	14000	14000	14000	12000
Vitamina D ₃ (UI)	2300	2300	2300	1800
Vitamina E (mg)	250	250	250	180
Vitamina C (mg)	500	500	500	500
Lizina (%)	3,5	3,5	3,5	-
Metionina (%)	1,5	1,5	1,5	-
Cistina (%)	0,7	0,7	0,7	-

Probioticul **BetaPlus® Ultra** a fost procurat de la firma Biochem și reprezintă un probiotic comercial sub formă de pudră maronie al cărui component activ este un amestec egal din bacterii sporogene uscate aparținând genului *Bacillus*: *Bacillus licheniformis* (DSM 5749) și *Bacillus subtilis* (DSM 5750) în proporție de 1:1 și betaină (substanță azotată cu rol de atractant). Experimentul s-a realizat în duplicat 2 x 6 concentrații de probiotic **BetaPlus® Ultra**. Concentrația probioticului comercial **BetaPlus® Ultra** a fost de $1,28 \times 10^{12}$ unități formatoare de colonii (CFU)/g probiotic ceea ce înseamnă $6,4 \times 10^6$ CFU *Bacillus licheniformis* și $6,4 \times 10^6$ CFU *Bacillus subtilis*. Cantitatea de probiotic administrată în hrană a variat de la 10 la 50 g/kg hrană în primele 5 variante experimentale iar ultima variantă a fost reprezentată de martor (fără probiotic). Înglobarea probioticului în amestecul de *Artemia salina* congelată s-a efectuat ca atare fără nici un fel de liant, însă pentru furaje s-a utilizat o soluție de gelatină de 2% conform schemei din **figura 3.39**.

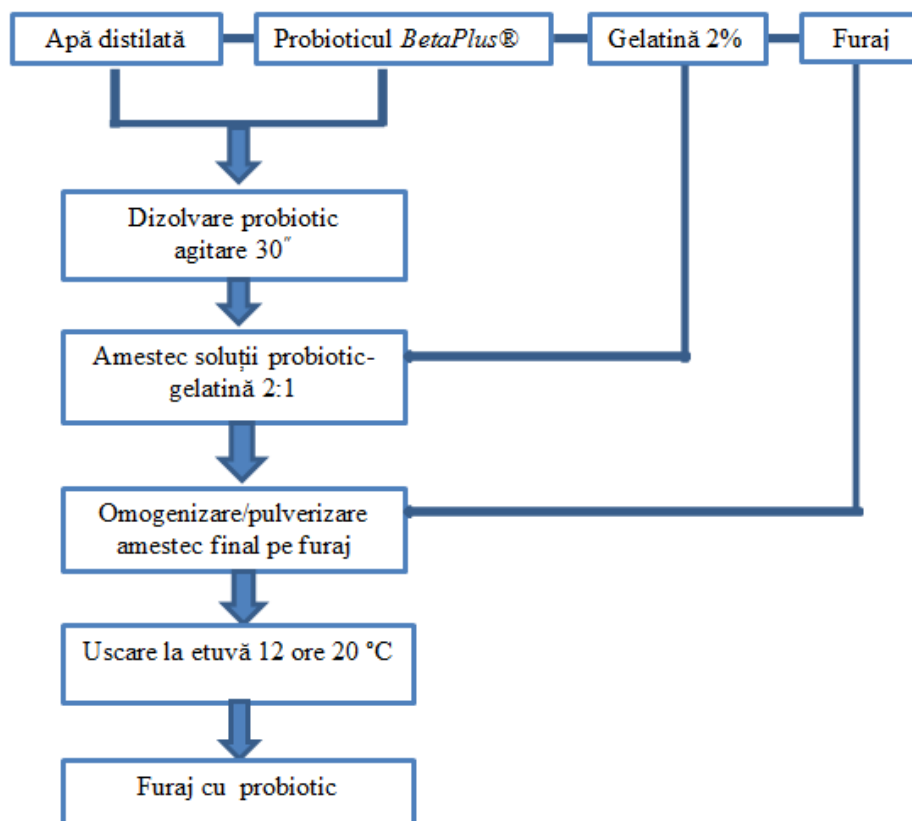


Figura 3.39. Schema de aditivare a furajului cu probiotic

Probioticul **BetaPlus® Ultra** a fost ales datorită proprietăților sale benefice: îmbunătățirea apetitului, eficiență sporită a furajului, producerea de enzime ce favorizează creșterea digestibilității hranei și deoarece bacteriile din genul *Bacillus* au dat rezultate semnificative în cazul sturionilor (Faramarzi, 2011);

Dozele de probiotice recomandate în acvacultură se încadrează în intervalul 10^6 - 10^{10} CFU/ g de furaj (Nayak,2010). Însă unii autori (Mohapatra, 2012) au obținut rezultate considerabile în ceea ce privește creșterea și pentru concentrații de 10^{11} CFU/ g de furaj.

Tabelul 3.32.

Date inițiale ale experimentului

Varianta experimentală	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
Concentrația g/ kg furaj	10	20	30	40	50	0
Concentrația (CFU/ kg furaj*)	1,28x10 ¹³	2,56 x10 ¹³	3,84x10 ¹³	5,12x10 ¹³	6,4x10 ¹³	0
Masa medie (±SD) (g)	0,34±0,05	0,32±0,03	0,35±0,03	0,38±0,02	0,37±0,03	0,35±0,02
Densitatea inițială (kg/m ³)	0,57	0,53	0,58	0,63	0,61	0,58

*unități formatoare de coloni

3.5.2. Calitatea mediului de cultură

Valorile parametrilor fizico-chimici esențiali nu au prezentat variații semnificative ($p > 0,05$) între variantele experimentale (fig.3.40). De asemenea, nici compușii azotului ce indică dinamica produșilor de metabolism și nitrificare nu au prezentat diferențe semnificative ($p > 0,05$) între variantele experimentale (fig.3.41).

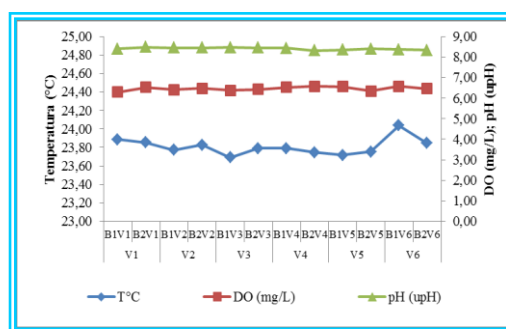


Figura 3.40. Dinamica valorilor medii ale T(°C), DO și pH-ului

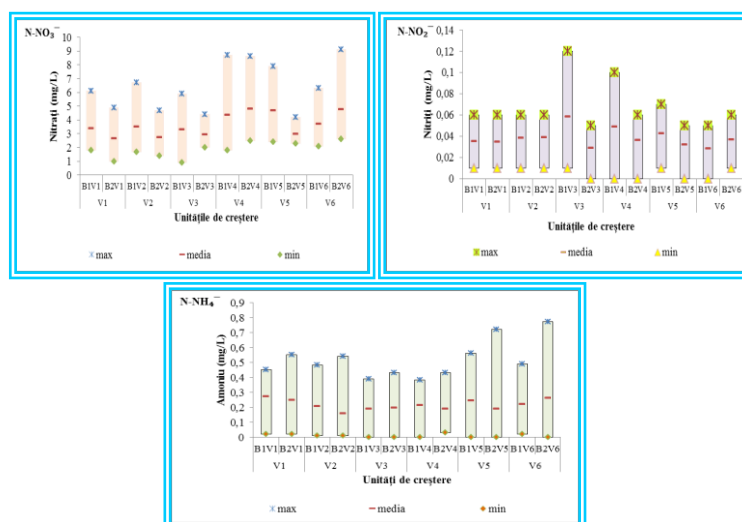


Figura 3.41. Dinamica compușilor cu azot pe variante experimentale

3.5.3. Rezultate și discuții

Suplimentarea hranei cu probiotice reprezintă după unii autori (Swain și colab. 1996; Bogut și colab. 1998; Ghosh și colab. 2003; Carnevali și colab.2006; Wang & Xu 2006; Mazurkiewicz și colab. 2007; Kesarcodi-Watson și colab. 2008) un mijloc de a reduce costurile unei ferme deoarece probioticele favorizează creșterea și eficiența utilizării furajelor.

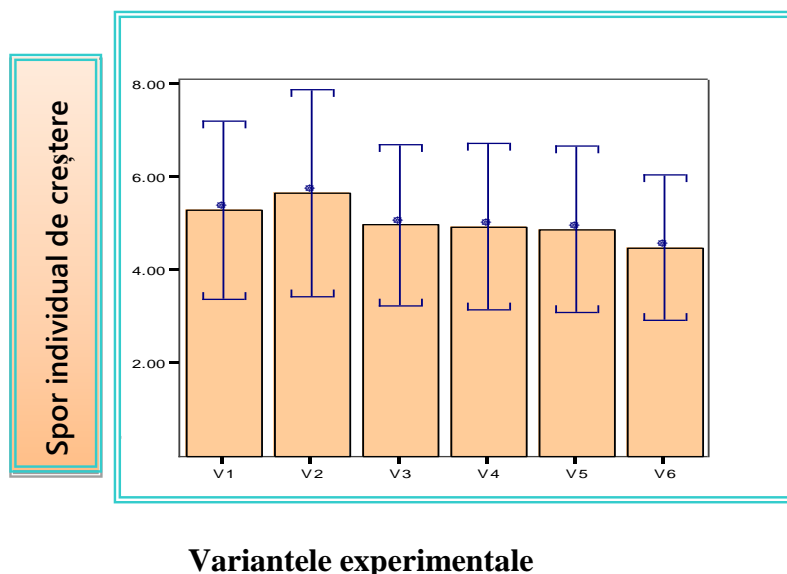


Figura 3.42. Media sporului individual de creștere (\pm St.E.) pe variante experimentale

De asemenea, dacă la demararea experimentului, creșterea materialului biologic nu a variat semnificativ între toate variantele experimentale s-a putut observa o mai bună creștere spre sfârșitul perioadei experimentale unde s-a diferențiat și varianta V₂ (figura 3.42).

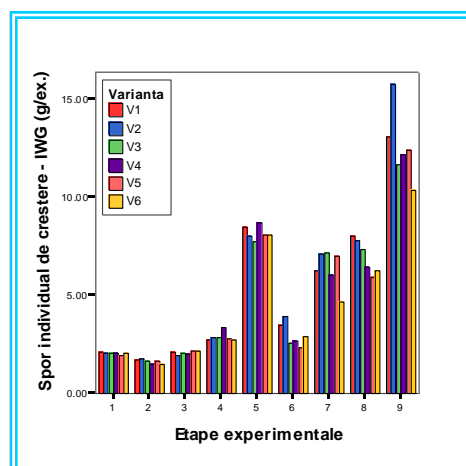


Figura 3.43. Media sporului individual de creștere pentru variantele experimentate pe etape

Din figura 3.43. ce exprimă media sporului individual de creștere pe variante experimentale și conform calculelor efectuate s-au înregistrat creșteri individuale cu peste 169 % în V₂ (cea mai performantă) și de 124 % în V₄ (cea mai scăzută).

Valorile cele mai bune ale FCR-ului s-au înregistrat în primele etape experimentale, în etapele finale însă eficiența conversiei hranei diminuându-se. O posibilă explicație pentru înregistrarea unui FCR superior în primele două etape ale experimentului este aceea că în aceste două etape s-a administrat și hrană naturală în combinație cu furaje.

Din figura.3.45 se poate observa că cea mai bună medie a FCR-ului s-a înregistrat în V_2 , iar varianta unde randamentul la hrănire a fost mai scăzut este V_6 . Prin urmare, deși ne semnificativ din punct de vedere statistic sporirea eficienței la hrănire cu 17,42% în favoarea variantei în care s-a administrat o doză de $2,56 \times 10^{13}$ CFU/kg furaj față de varianta martor face ca efectul acestui probiotic să fie rentabil din punct de vedere financiar.

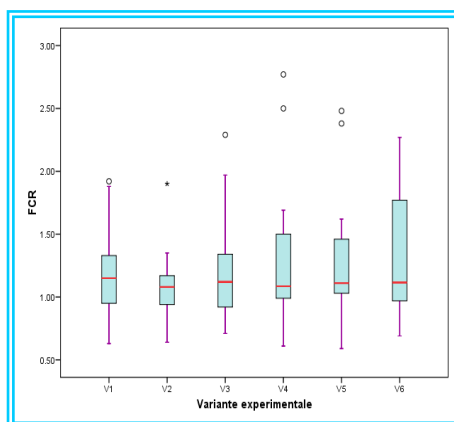


Figura 3.45. Variația FCR (minim, mediu, max) pe variante experimentale

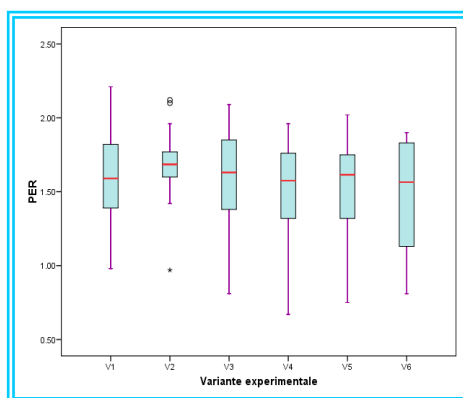


Figura 3.46. Variația PER (minim, mediu, max) pe variante experimentale

Păstrând tendința celor doi indicatori biotehnologici analizați mai sus (IWG și FCR) factorul de conversie al proteinei crește ne semnificativ ($p > 0,05$) în cea de-a doua variantă experimentală față de celelalte variante. De asemenea, în varianta martor valoarea PER a scăzut ne semnificativ ($p > 0,05$) față de celelalte variante ale experimentului.

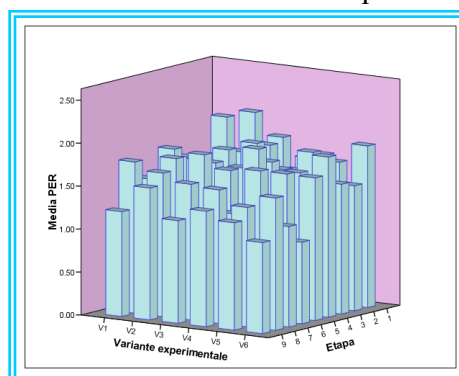


Figura 3.47. Media PER/variante și etape experimentale

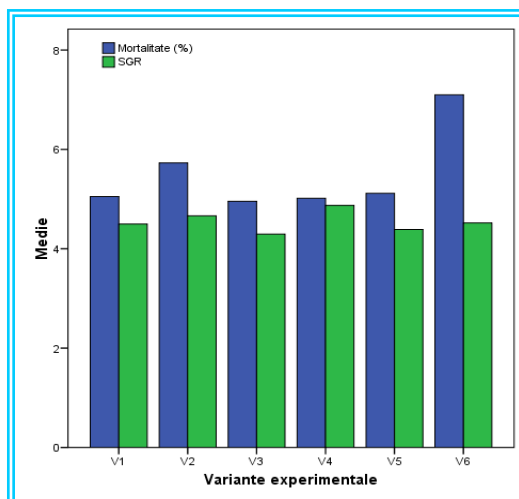
În ceea ce privește evoluția PER de-a lungul etapelor experimentale putem spune că aceasta indică o mai bună reținere a proteinei în primele etape (figura 3.47).

Tabelul 3.33.

Valorile PER și SGR ±SD

	Varianta experimentală	Media	Deviația standard
PER	V1	1,58 ^a	0,31
	V2	1,70 ^a	0,26
	V3	1,59 ^a	0,37
	V4	1,50 ^a	0,36
	V5	1,53 ^a	0,35
	V6	1,45 ^a	0,38
SGR	V1	3,90 ^b	1,39
	V2	4,11 ^b	1,36
	V3	3,81 ^b	1,42
	V4	3,82 ^b	1,60
	V5	3,84 ^b	1,60
	V6	3,68 ^b	1,54

Variabilele notate cu aceeași literă nu prezintă diferențe semnificative din punct de vedere statistic ($p > 0,05$)

**Figura 3.48.** Dinamica SGR și mortalitate/ variante experimentale

Rata specifică de creștere a înregistrat valori nesemnificativ mai diminuate în cazul variantei martor față de celelalte variante experimentale. Cea mai crescută valoare medie a SGR s-a înregistrat în varianta a doua, însă tot în această variantă au fost și cele mai multe mortalități. De asemenea, valorile medii ale SGR-ului (tabelul 3.33) sunt mai mari decât cele înregistrate de Salaghi, 2013 pentru sturionul persan de 14 g, în cazul unei concentrații de $1,5 \times 10^7$ CFU/g.

În ceea ce privește evoluția ratei specifice de creștere pe etapele experimentale se poate observa din figura 3.47 aceeași tendință ca a celorlalți indicatori analizați până acum care arată o mai bună creștere în primele etape față de ultimele.

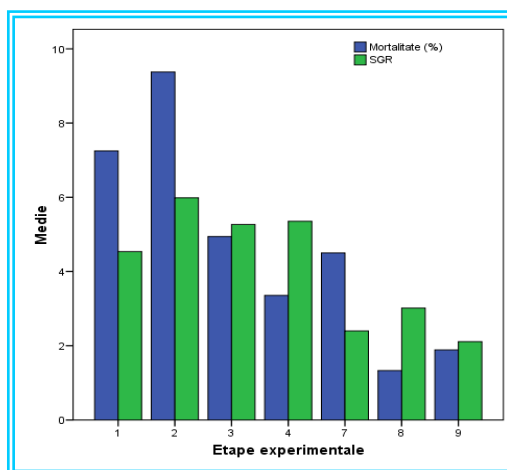


Figura 3.49. Dinamica SGR și evoluția mortalității/etape experimentale

Mortalitățile înregistrate de-a lungul perioadei experimentale nu au variat semnificativ ($p > 0,05$) nici între cele șase variante și nici între etapele experimentale. Însă dintre variantele experimentale, martorul V_6 , a înregistrat cele mai multe mortalități (fig 3.48), iar dintre etape, cea de-a doua etapă a avut cel mai mare număr de mortalități (fig. 3.49).

Capitolul IV CERCETĂRI PRIVIND PERFORMANȚA CREȘTERII ÎN RAPORT CU DENSITATEA DE STOCARE A PUIETULUI DE PĂSTRUGĂ ÎN CONDIȚIILE UNUI SISTEM INDUSTRIAL FLOW-TROUGH

Densitatea de stocare reprezintă unul dintre cei mai importanți factori cu impact asupra creșterii peștilor, mai cu seamă în cazul sturionilor s-a confirmat faptul că aceasta deține un rol cheie asupra performanței de creștere (Mohler, 2000).

4.1. Influența densității de supra performanței de creștere a puietului de păstrugă în vârstă de 2 luni de la eclozare crescut într-un sistem industrial flow-trough

4.1.1. Organizarea experimentului

Baza materială a acestui experiment a fost reprezentată de stația sturionicolă a fermei Horia din județul Tulcea.

Materialul biologic supus experimentului a fost constituit dintr-un număr de 1200 pui de păstrugă eclozați de aproximativ 70 de zile cu masa medie (\pm SD) de $5,52 \pm 0,06$ g și a fost împărțiți în șase unități de creștere obținându-se (în duplicat) următoarele trei densități medii de stocare (tabel 4.1): $2,78 \text{ kg/m}^3$ (V_1), $3,66 \text{ kg/m}^3$ (V_2) și $4,59 \text{ kg/m}^3$ (V_3).

Tabelul 4.1.

Parametri tehnologici inițiali

Indicatori tehnologici inițiali	V_1		V_2		V_3	
	B_1V_1	B_2V_1	B_1V_2	B_2V_2	B_1V_3	B_2V_3
Biomasa (g)	838	832	1114	1082	1382	1376
Densitate de stocare raportată la suprafața de hrănire (kg m^{-2})	0,95	0,94	2,16	2,13	2,91	2,77
Densitatea de stocare raportată la volumul de apă (kg m^{-3})	2,79	2,77	3,71	3,60	4,60	4,58
Număr de pești	150	150	200	200	250	250
Masa medie (g)	5,59	5,55	5,57	5,41	5,53	5,50

Hrănirea materialului biologic s-a efectuat zilnic, manual de 6 ori pe zi. În decursul celor 45 de zile experimentale conform tehnologiei de creștere a sturionilor s-au utilizat mai multe tipuri de furaje dar o intensitate a hrănirii constantă de 4% BW. Astfel, în funcție de furajul granulat administrat (tabel 4.2) experimentul a fost împărțit în 4 etape :

- Etapa 1- Nutra Pro 3 /2 în proporție de 1:1- 23.07.2012-31.07.2012 (8 zile);
- Etapa 2- Nutra Pro 2 -31.07.2012-16.08.2012 (17 zile);
- Etapa 3-Nutra Pro 0 – 16.08.2012-28.08.2012(12 zile);
- Etapa 4-Nutra Pro 0/MPT în proporție de 3 la 1-28.08.2012-05.09.2012(8 zile).

Tabelul 4.2.

Compoziția biochimică a furajelor administrate

Compoziție/granulație	Nutra Pro 3	Nutra Pro 2	Nutra Pro 0	Nutra Pro MPT
Granulație (mm)	0,5-0,7	0,7-1,1	1,1-1,7	1,7
Proteina crudă (%)	55	54	54	50
Grasime crudă (%)	16	18	18	20

Celuloza cruda (%)	1	1	1	0,7
Cenusa cruda (%)	10	10	10	9
Fosfor (%)	1,4	1,4	1,4	1,3
Energie digestibila (MJ/kg)	18,8	19,4	19,4	19,7
Vitamina A (UI)	14000	14000	14000	12000
Vitamina D₃ (UI)	2300	2300	2300	1800
Vitamina E (mg)	250	250	250	180
Vitamina C (mg)	500	500	500	500
Lizina (%)	3,5	3,5	3,5	-
Metionina (%)	1,5	1,5	1,5	-
Cistina (%)	0,7	0,7	0,7	-

4.1.2. Calitatea mediului de cultură

Temperatura a înregistrat valori specifice sezonului cald (fig 4.1) cu un minim de 22,7°C și un maxim admis de 25,7°C. Pentru menținerea acestui ecart optim al temperaturii s-a intervenit uneori cu apă de 14-17°C provenită dintr-un foraj de mare adâncime. Oxigenul dizolvat a înregistrat valori minime de 5,78 mg/l nedepășind minima admisă pentru o saturație cuprinsă între 50%-70% propice pentru hrănirea puietului de sturioni (Jobling, 1995).

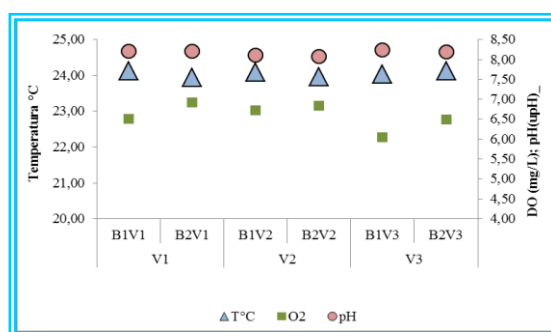


Figura 4.1. Variația mediilor temperaturii, oxigenului dizolvat și a pH-ului

În ceea ce privește pH-ul acesta a creat condiții de normocapnie (valori normale ale CO₂ din sânge) variind într-un ecart alcalin 7,15-8,63 upH. Crocker and Cech (1996) au raportat la pentru juvenalii de *A. transmontanus* o expunere mare la hipercapnie (creșterea CO₂ în sânge) în condițiile unui pH ușor acid (sub 7), dar care nu a afectat creșterea.

Nitații, nitriții și amoniu, compuși ai azotului (fig. 4.2), ce descriu dinamica produșilor de metabolism și nitrificare au înregistrat valori admise (sensibil mai mari în cazul nitriților) pentru apele cu folosință piscicolă și nu au prezentat diferențe semnificative între variante de-a lungul perioadei experimentale ($p > 0,05$).

4.1.3. Rezultate și discuții

A. Performanța creșterii

La sfârșitul perioadei experimentale biomasa de cultură a sporit cu 85% în V₁, 79% în V₂ și 76% în V₃. De asemenea, s-a evidențiat o densitate de stocare finală de peste 24 kg/m³ (în V₃ cu densitate de stocare mare-fig.4.5) și o masă medie finală de 37,54±0,2g (în V₁ cu densitate de stocare mică). Astfel, dacă în cazul variantelor experimentale se poate observa o relație de inversă proporționalitate între densitatea de stocare și sporul de creștere (fig. 4.4) în

cazul etapelor experimentale (fig. 4.3) se poate observa o creștere neregulată a biomasei de cultură.

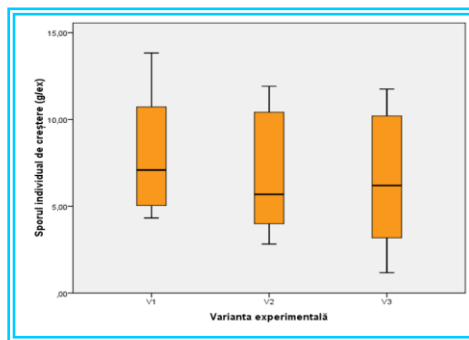
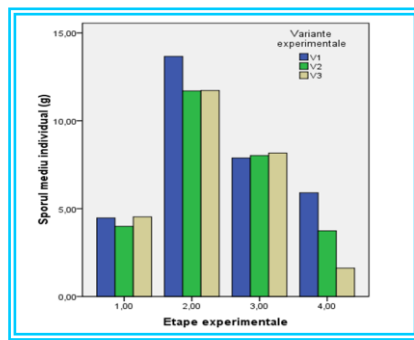


Figura 4.3. Media IWG/stadii

Figura 4.4. IWG (valori medii ±SD)/variante

În prima și ultima etapă experimentală s-a înregistrat un spor de creștere individual mai scăzut.

În ceea ce privește valorile SGR se poate observa (fig.4.6) că s-au evidențiat valori mai mari în prima etapă experimentală și de asemenea că nu există diferențe semnificative din punct de vedere statistic între variantele experimentale ($p > 0,05$; $p = 0,595$).

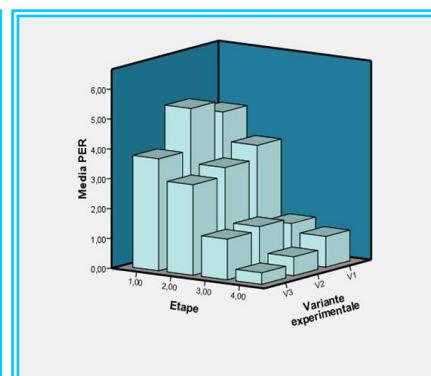
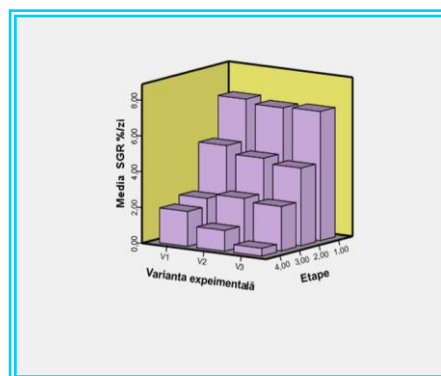


Figura 4.6. Media SGR/variante și etape

Figura 4.7. Mean PER/ etape și variante

Densitatea de stocare nu a reprezentat un factor decisiv de influență asupra reținerii nutrienților (PER, fig.4.7) și a conversiei hranei (FCR, fig. 4.8). Ca și în cazul SGR și pentru indicatorii de reținere și conversie a hranei s-au observat valori mai bune în prima etapă experimentală și mai scăzute în cea de-a patra etapă.

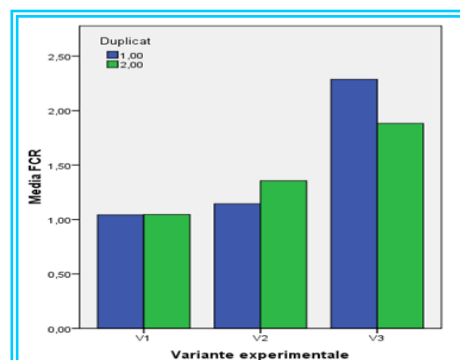
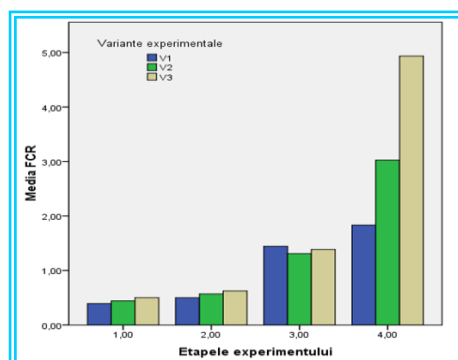


Figura 4.8. Media FCR/ etapa și variante

Dacă în cazul indicatorilor de performanță ai creșterii nu au existat diferențe semnificative între variantele experimentale, în cazul mortalității s-au evidențiat diferențe semnificative ($p < 0,05$; $p = 0,04$) atât între variantele cât și între etapele experimentului (fig.4.9). Astfel, după cum se poate observa și în figura 4.9 mortalitățile cele mai mari s-au înregistrat în varianta cu cea mai mare densitate V_3 și în ultima etapă a experimentului, ceea ce indică că densitatea de stocare reprezintă și în cazul puietului de păstrugă un factor limitativ.

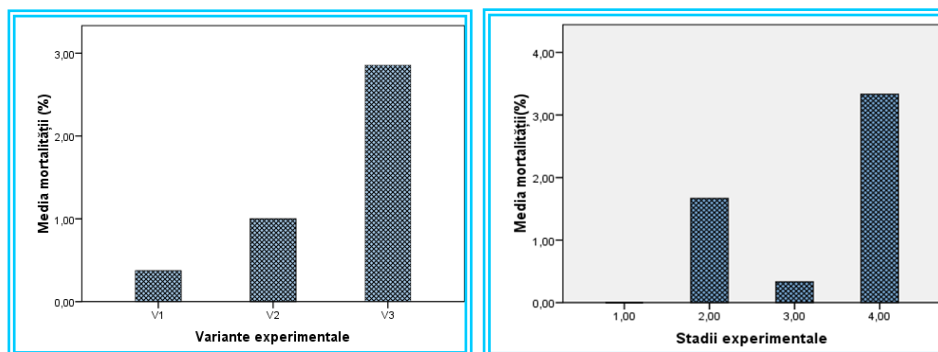


Figura 4.9. Media mortalității/ variante și etape experimentale

B. Caracterizarea alometrică a biomasei de cultură

O analiză critică a condiției fiziologice puietului de păstrugă crescut în diferite condiții ale densității de stocare a impus calcularea, pentru fiecare lot experimental a robusteții relative a materialului studiat (starea de condiție). În acest sens s-a reprezentat grafic (figura 4.10) regresia lungime (Lt)- masă (M) pentru un eșantion reprezentativ din fiecare variantă experimentală.

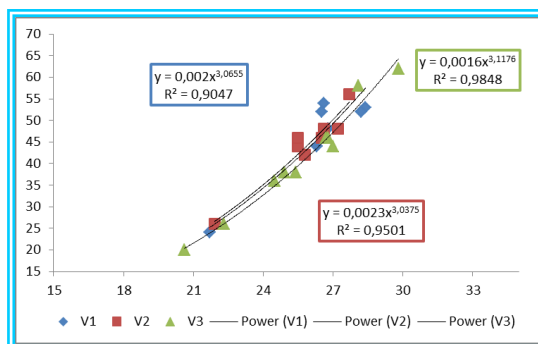


Figura 4.10. Raportul lungime-masă a unui eșantion din loturile de puiet de păstrugă menținute în condiții diferite de intensivitate

Pentru o mai bună evaluare a biomasei de cultură s-a calculat coeficientul de variație (tabelul 3) prin prisma căruia s-a putut observa o accentuare a heterogenității mai evidentă în V_3 unde intensivitatea biomasei de cultură a fost mai ridicată.

Tabelul 4.3.

Evoluția coeficientului de variație, exponentului alometric și al coeficientului Fullton

Indicatori de condiție	Varianta experimentală		
	V_1	V_2	V_3
Coeficient de variație (cv)	22,68	19,18	31,15
Exponent alometric („b”)	3,0655	3,0375	3,1176
Indice de profil (F)	0,0020	0,0022	0,0016

4.2. Influența densității de stocare asupra performanței puietului de păstrugă în vârstă de 7 luni de la eclozare crescut într-un sistem industrial flow-trough

4.2.1. Organizarea experimentului

Experimentul s-a desfășurat în cadrul fermei de sturioni din satul Horia, județul Tulcea (descriere sistemului industrial flow-trough 2.1.4.) în perioada 18 septembrie -18 noiembrie 2012.

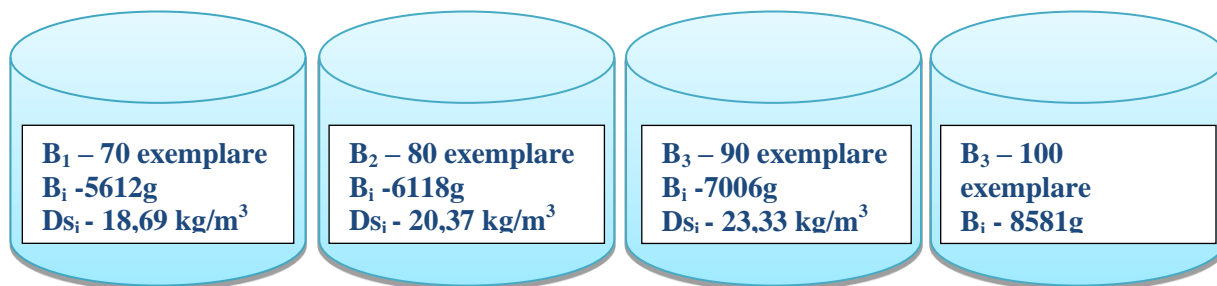


Figura 4.11. Design-ul experimentului

Materialul biologic, aparținând celui de al doilea lot experimental, a fost constituit dintr-un număr de 340 de pui de păstrugă în vârstă de 7 luni cu o masă medie individuală de 80±4 g/ex. Puietul de păstrugă a fost distribuit randomizat în patru unități de creștere obținându-se următoarele densități de stocare: B₁-18,69 kg m⁻³, B₂- 20,37 kg m⁻³, B₃-23,33 kg m⁻³, B₄-28,57 kg m⁻³, densități ce sunt considerate ca fiind medii și mari pentru sturioni (Dapeng Li, 2011). Între loturile experimentale inițiale nu au existat diferențe din punct de vedere statistic ($p>0,05$) pentru nici un indicator somatic determinat.

Tabelul 4.4.

Caracteristici somatice ale lotului inițial

Parametrul/Varianta	W(g)	Lt (cm)
B ₁	80,17±11,58	31,32±1,40
B ₂	76,48±10,74	30,70±1,68
B ₃	77,84±9,27	31,50±1,30
B ₄	84,96±13,36	32,68±1,68

Materialul biologic a fost hrănit zilnic de patru ori pe zi cu un furaj comercial pentru păstrăv (MP-T Nutra Pro). Intensitatea hrănirii aplicată biomasei de cultură a fost de 1%BW de-a lungul perioadei experimentale. Furajul a fost distribuit automat cu hrănitore electronice produse de firma AGK Germania.

4.2.2. Calitatea mediului de cultură

Experimentul a fost demarat la temperaturi optime de creștere a sturionilor 18-20°C (Van Eenenaam, 2004 și Mims, 2002) însă acestea au scăzut spre sfârșit ajungând la 11,8° C.(figura 4.12).

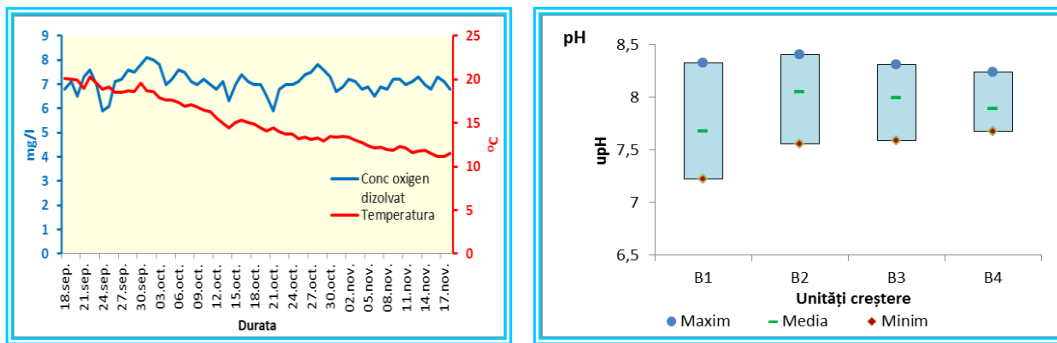


Figura 4.12. Variația temperaturii și a concentrației de oxigen dizolvat **Figura 4.13.** Variația pH-ului de-a lungul perioadei experimentale

Oxigenul dizolvat (OD) (figura 4.12) și pH-ul (figura 4.13) s-au încadrat în ecartul optim de creștere al speciei înregistrând totuși sensibile variații de-a lungul perioadei experimentale.

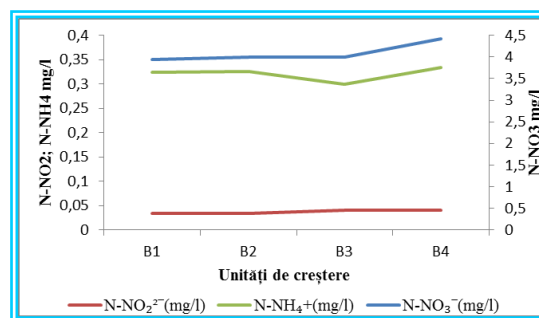


Figura 4.14. Dinamica compușilor cu azot

Compușii azotului (figura 4.14.) ce descriu dinamica produșilor de metabolism și nitrificare au înregistrat valori admise pentru apele cu folosință piscicolă și nu au prezentat diferențe semnificative între variante de-a lungul perioadei experimentale ($p > 0,05$).

4.2.3. Rezultate și discuții

A. Performanța creșterii

La sfârșitul perioadei experimentale, în primele trei variante (B_1 , B_2 , B_3) densitatea de stocare a biomasei de cultură a crescut cu aproximativ 1,7 ori față de ultima varianta (B_4) ce a sporit în densitate de 1,39 ori (fig. 4.15) în condițiile unei supraviețuiri de 98%. Este cunoscut faptul că între randamentul utilizării hranei exprimat prin factorul de conversie al furajului (FCR) și rata specifică de creștere (SGR) există o relație de inversă proporționalitate.

Tabelul 4.5.

Caracteristici somatice la sfârșitul experimentului

Parametrul/Varianta	W(g)	Lt (cm)
B_1	143,71±24,00 ^a	37,04±1,82 ^b
B_2	126,10±23,01 ^a	36,02±1,96 ^c
B_3	135,39±24,35 ^a	37,05±2,00 ^b
B_4	124,59±21,90 ^a	36,87±1,89 ^{db}

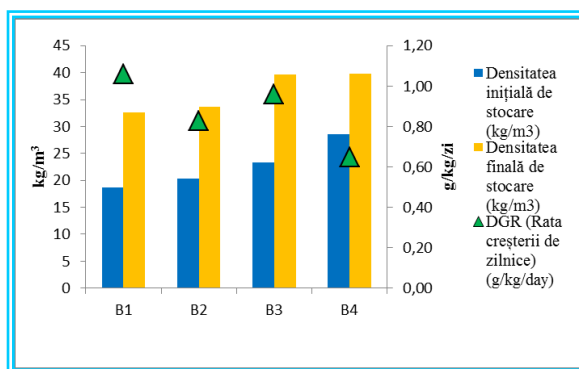


Figura 4.15. Evoluția densității de stocare și a ratei zilnice de creștere

Rata creșterii zilnice (DGR) a înregistrat doar în cazul primei variante valoare supraunitară (B_1 -1,06g/zi) ceea ce indică un ritm mai bun al creșterii în cazul unei densități de stocare inițiale de 18,69 kg/m³ și deasemenea o suprafață mai mare de hrănire ceea ce favorizează accesul materialului biologic la furaj. Fapt confirmat și de valorile mai bune ale indicatorului de eficiență a reținerii proteinei (PER) ce a înregistrat valori de 2,47 g în B_1 față de 1,31g în B_4

Tabelul 4.6.

Tabelul sintetic al indicatorilor de performanță ai creșterii

Varianta exp Indicatorii/u.c.	Unitate de măsură	18,69 kg/m ³	20,37 kg/m ³	23,33 kg/m ³	28,57 kg/m ³
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
Biomasa inițială	(g)	5612	6118	7006	8581
Densitatea de stocare inițială	(kg/m ³)	18,69	20,37	23,33	28,57
Densitatea de stocare inițială raportată la suprafața de hrănire	(kg/m ²)	6,34	6,91	7,92	9,70
Biomasa finală	(g)	9772	10086	11914	11961
Densitatea de stocare finală	(kg/m ³)	32,54	33,59	39,67	39,83
Densitatea de stocare inițială raportată la suprafața de hrănire	(kg/m ²)	11,04	11,40	13,46	13,52
Spor de creștere biomasă	(g)	4160	3968	4908	3380
Spor de densitate al biomasei	(kg/m ³)	13,85	13,21	16,34	11,26
Spor de densitate al biomasei în raport cu suprafața de hrănire	(kg/m ²)	4,70	4,49	5,54	3,82
Număr de exemplare inițial	-	70	80	90	100
Număr de exemplare final	-	68	80	88	96
Supraviețuirea	(%)	97	100	98	96
Masa medie inițială	(g/ex)	80	76	78	86
Masa medie finală	(g/ex)	144	126	135	125
Durata perioadei experimentale	zile	60	60	60	60
Ritmul zilnic de creștere (GR)	(g/zi)	1,06	0,83	0,96	0,65
Rata specifică de creștere (SGR)	(%/zi)	0,92	0,83	0,88	0,55
Spor mediu de creștere individual (IWG)	(g/ex)	64	50	58	39
Hrană administrată	(g)	3367	3670	4203	5148
Rația zilnică	(%biomasă)	1	1	1	1
Proteina brută din furaj	(%)	50	50	50	50
Factorul de conversie al hranei (FCR)	-	0,81	0,92	0,86	1,52

Factorul de conversie al proteinei (PER)	-	2,47	2,16	2,34	1,31
--	---	------	------	------	------

B. Caracterizarea alometrică a biomasei de cultură

O analiză critică a condiției fiziologice a păstrugii crescute în diferite condiții ale densității de stocare impune calcularea, pentru fiecare lot experimental a robusteții relative a materialului studiat. În acest sens s-au reprezentat grafic (figura 4.17) regresiiile lungime (Lt)-masă (W).

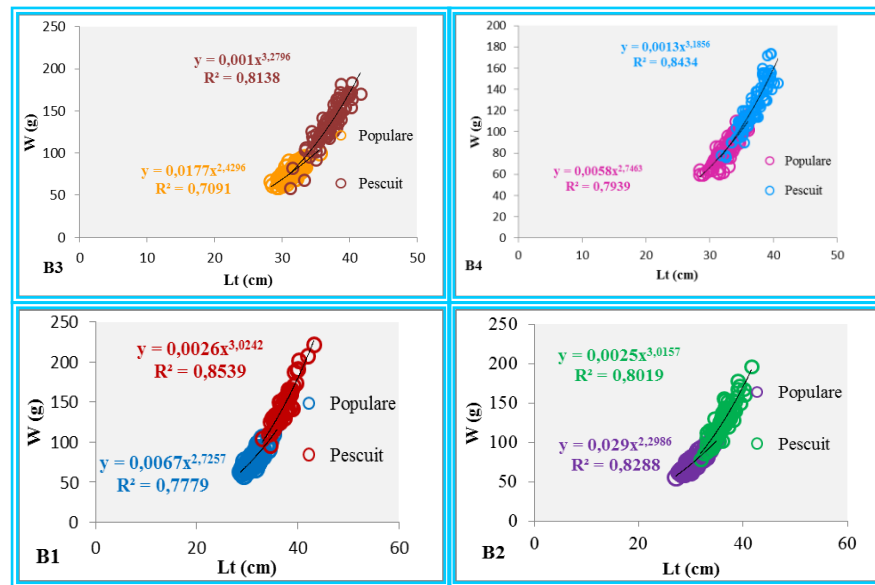


Figura 4.17. Raportul dintre lungime și masă (populare/pescuit) pentru cele patru variante experimentale

La finalul experimentului, datele obținute în urma analizei coeficientul alometric „b”, indicelui de profil și variabilității loturilor experimentale corespunde cu tendința indicatorilor de performanță a creșterii, înregistrând valori mai bune în cazul densităților de stocare mai mici.

Însă nu se poate concluziona că numai densitatea de stocare reprezintă un factor ce a indus creșterea variabilității materialului biologic aceasta fiind datorată și altori factori printre care se pot număra: structura inițială a lotului, variabilitatea genetică, dinamica parametrilor fizico-chimici de calitate a apei, hidrodinamica la nivelul bazinelor, etc .

Tabelul 4.7.

Evoluția coeficientului de variație, coeficient alometric și al coeficientului Fullton

Indicatori de condiție	Initial				Final			
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
Masa medie-W (g)	80 ^a	76 ^b	78 ^{ab}	86 ^c	144 ⁿ	126 ^m	135 ^k	125 ^m
Coeficient de variație W (%)	14,44	14,04	11,91	15,72	16,7	18,25	17,98	17,57
Lungimea totală medie (cm)	31,32 ^m	30,70 ⁿ	31,50 ^m	32,69 ^p	37,04 ^a	36,02 ^b	37,05 ^a	36,87 ^a
Coeficient de variație Lt (%)	4,47	5,48	4,13	5,15	4,92	5,42	5,41	5,13

Coefficient alometric („b”)	2,73	2,3	2,42	2,74	3,02	3,02	3,28	3,19
Indice de profil (F)	0,66 ^a	2,04 ^b	1,83 ^c	0,60 ^d	0,26 ^e	0,002 ^f	2,14 ^g	0,12 ^h
Coefficient de variație F	6,43	19,54	6,56	6,89	5,99	53,7	9,17	7,14

*Variabilele notate cu litere diferite indică diferențe semnificative între variantele experimentale sau momentul inițial/final al experimentului

Capitolul V. CERCETĂRI PRIVIND EVALUAREA TABLOULUI HEMATOLOGIC AL PUIETULUI DE PĂSTRUGĂ *A. STELLATUS* (PALLAS,1771), PRINCIPAL INDICATOR DE APRECIERE AL BUNĂSTĂRII, PENTRU DIFERITE VARIANTE DE MANAGEMENT TEHNOLOGIC

Sângele prezintă anumite caracteristici cantitative care se mențin relativ constante, variația fiind în limite reduse și asigurând adaptarea organismelor animale la condiții variate de mediu. În literatura de specialitate, valorile indicatorilor hematologici pentru sturioni variază într-un ecart larg (tabel 5.1.), indicând corelațiile cu condițiile mediale.

Tabelul nr.5.1.

Variația indicatorilor hematologici pentru sturioni conform literaturii de specialitate

Sturion/Autor	Nr. Eritrocite ($\times 10^6$)/ μL	H _t (%)	H _b (g/dL)
<i>Acipenser stellatus</i> (Ghittino, 1983)	0,8	47	11,5(g/%)
<i>Acipenser baeri</i> (Docan, 2011)	0,68	21,25	4,21
<i>Polyodon spathula</i> (Coadă, 2012)	0,805	20,57	3,89

Dacă modificările cantitative ale seriei eritrocitare se pot studia cu ajutorul indicatorilor hematologici și al constantelor eritrocitare derivate, cele de ordin calitativ ce țin de morfologia celulelor (formă, mărime, culoare) pot fi observate prin examinarea frotiurilor sanguine.

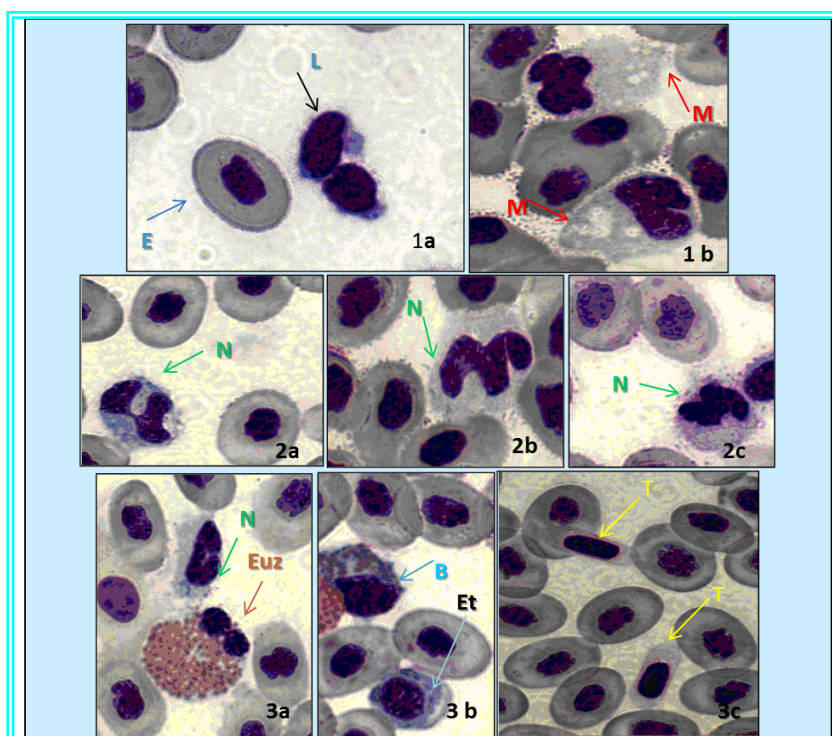


Foto 5.1. Elemente celulare din sânge la specia *Acipenser stellatus* (foto orig.)
 (1.a) L-limfocit, E –eritrocit; (1.b) M-monocite; (2.a) N-neutrofil segmentat;
 (2.b) N- neutrofil segmentat; (2.c)N- neutrofil bandă; (3.a) N- neutrofil; (3.b) B- bazofil, Et –
 eritrocite tinere; (3.c) T –trombocite.

Așadar obiectivul general al acestui capitol este acela de a observa variațiile cantitative și calitative ale tabloului hematologic pentru puietul de păstrugă crescut în condiții de management tehnologic diferit.

5.1. Influența intensității de hrănire asupra profilului hematologic al puietului de păstrugă *A. stellatus* (Pallas, 1771).

În cazul puietului de sturioni intensitatea hrănirii poate varia între 5-8% BW/zi și între 0,75-3% BW/zi pentru peștii ce se apropie de talia comercializabilă (Cristea și colab, 2002; citat de Savin, 2010).

5.1.1. Indicatorii hematologici

Indicatorii hematologici și constantele eritrocitare determinate la finalul celor 25 de zile experimentale au prezentat valori normale (tabelul 5.2) neexistând diferențe semnificative între variantele experimentale ($p \geq 0,05$, Anova).

Tabelul nr.5.2.

Variația indicatorilor hematologici și a constantelor eritrocitare pentru puietul de păstrugă de peste 50 g hrănit la diferite intensități

Varianta experimentală	Indicatori hematologici/ Constante eritrocitare					
	Media \pm SD					
	Nr. Eritrocite ($\times 10^6$)/ μ L	H _t (%)	H _b (g/dL)	VEM (μ m ³)	HEM (pg)	CHEM (g/dl)
B₁ - 2,5%BW/zi	1,03 \pm 0,05	26 \pm 0,001	6,54 \pm 0,55	252,15 \pm 12,95	63,33 \pm 2,12	25,17 \pm 2,13
B₂ - 3%BW/zi	0,97 \pm 0,10	30,0 \pm 8,49	6,58 \pm 0,14	314,83 \pm 120,44	68,07 \pm 8,62	22,76 \pm 5,97
B₃ - 3,5%BW/zi	0,77 \pm 0,09	30,5 \pm 3,54	6,93 \pm 0,001	394,79 \pm 0,60	90,36 \pm 10,31	22,89 \pm 2,65
B₄ - 4%BW/zi	1,05 \pm 0,74	20,2 \pm 3,96	7,00 \pm 2,42	425,32 \pm 152,75	81,05 \pm 3,81	20,54 \pm 8,27
p (Test Anova)	0,41	0,45	0,97	0,39	0,06	0,86

*Indicatorii hematologici și constantele eritrocitare nu au prezentat diferențe semnificative din punct de vedere statistic ($p > 0,05$) între variantele experimentale

Glucoza și proteinele serice au înregistrat valori normale nesemnificative între variantele experimentale. În ceea ce privește indicatorii biochimici ai sângelui se poate observa tendința de creștere nesemnificativă în variantele furajate cu o intensitate cuprinsă între 2,5-3% BW/zi. Însă în cazul proteinelor serice totale s-au înregistrat valori maxime pentru loturile hrănite cu o intensitate de 3,5-4% BW/zi.

Tabelul nr.5.3.

Variația indicatorilor hematologici și a constantelor eritrocitare pentru puietul de păstrugă de peste 100g/etapele experimentale.

Varianta experim.	Indicatori hematologici/ Constante eritrocitare							
	Media±SD							
	Nr. Eritrocite (x10 ⁶)/μL	Lt (%)	H _t (%)	H _b (g/dL)	VEM (μm ³)	HEM (pg)	CHEM (g/dl)	
V ₁ B ₁ 2,2 Bw/zi	i	0,97±0,11	2,56±0,09 ^b	27±1,41 ^a	6,11±0,39	282,3±45,68	63,52±2,95	22,71±2,63
	in	0,77±0,28	2,72±0,07 ^b	28,2±3,03	5,62±0,48 ^a	440,04±274,13	87,05±52,55	19,98±1,33 ^a
	f	1,07±0,27	1,88±0,13 ^b	25,00±2,00	6,99±1,86	248,68±78,77	65,85±14,44	28,08±7,36
V ₂ B ₂ 1,9Bw/zi	i	0,77±0,24	2,43±0,10 ^b	22,5±0,71 ^{ab}	5,56±0,30	308,69±105,56	76,59±27,77	24,72±0,54
	in	0,75±0,06	2,68±0,25 ^b	26,6±1,95 ^b	6,20±1,53 ^a	355,83±49,87	81,88±15,42	23,44±6,20 ^a
	f	1,06±0,29	1,79±0,06 ^b	29,80±3,70 ^b	7,58±1,40	292,60±61,19	78,38±37,67	25,77±6,11
V ₃ B ₃ 1,6Bw/zi	i	0,88±0,16	2,81±0,17 ^b	21,5±0,71 ^a	5,41±0,46	246,92±36,5	61,88±5,92	25,16±1,32
	in	0,84±0,13	2,76±0,08 ^b	24,80±1,30	5,73±1,05 ^a	299,35±43,92	68,68±12,71	23,05±3,64 ^a
	f	0,90±0,24	1,59±0,37 ^b	25±2,92	5,83±0,57	291,69±59,47	68,22±14,62	23,44±2,08
V ₄ B ₄ 1,3Bw/zi	i	0,74±0,07	2,77±0,24 ^b	19,3±0,71 ^a	4,64±0,03 ^b	211,66±27,53	49,35±4,34	18,14±0,71 ^b
	in	0,93±0,11	2,82±0,06 ^b	25,6±1,52	4,23±0,20 ^{ab}	279,29±42,08	46,27±7,64	16,58±1,07 ^{ab}
	f	0,95±0,29	1,81±0,03 ^b	26,6±2,88	6,34±1,31 ^b	298,21±78,65	71,36±22,60	23,75±3,34 ^b

"a"- diferențe semnificative între variantele experimentale pe o anumită etapă (p<0,05)

"b"- diferențe semnificative între etapele (i-inițial; in- intermediar; f- final) ale experimentului (p<0,05)

Leucocritul a înregistrat valori diferite, semnificativ din punct de vedere statistic, între etapele experimentului pentru toate cele patru intensități de hrănire.

Indicatorii biochimici ai sângelui sunt redați grafic în figura 5.2. În ceea ce privește glicemia la finalul experimentului aceasta s-a încadrat în limite normale în cazul primelor două variante (cu intensitatea hrănirii mai mare) și a crescut în cazul ultimelor variante (furajate cu o cantitate mai mică de hrană).

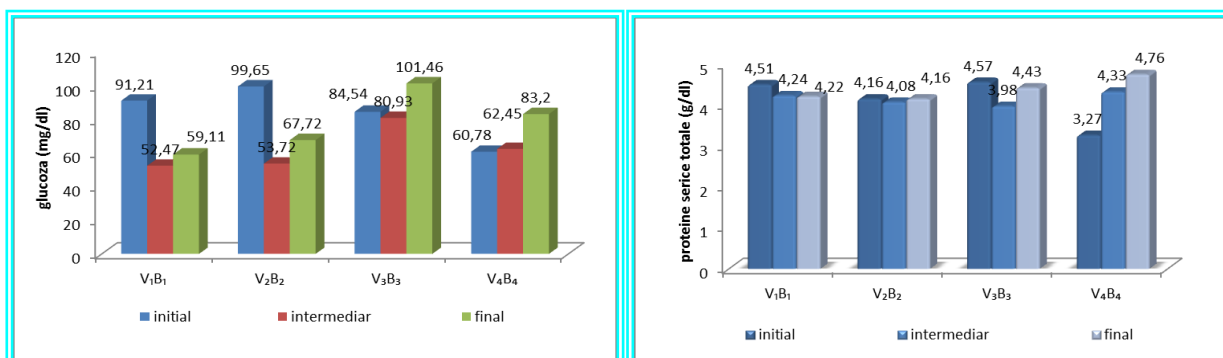


Figura 5.2. Variația mediilor valorilor indicatorilor biochimici ai sângelui pentru puietul de păstrugă furajat cu intensități ale hrănirii diferite

O concluzie generală ce se deprinde în urma analizei indicatorilor biochimici este aceea că la fel ca și în cazul seriei eritrocitare analiza indicatorii biochimici sugerează un răspuns adaptativ al materialului biologic mai ales în varianta V₄ (hrănită cu o cantitate mai mică de furaj).

5.2. Influența frecvenței de administrare a hranei asupra profilului hematologic al puietului de păstrugă *A. stellatus* (Pallas, 1771)

Asigurarea unui management operațional adecvat sub aspectul hrănirii sturionilor crescuți în sisteme intensive, de tipul celor recirculante, presupune cunoașterea în profunzime a unor detalii cum ar fi frecvența administrării furajului corelată cu etologia speciei.

5.2.1. Indicatorii hematologici

În tabelul 5.4 este prezentat sintetic tabloul hematologic al puietului de păstrugă în cadrul experimentului privind influența frecvenței de administrare a hranei.

Tabelul nr 5.4.

Variația parametrilor hematologici și a constantelor eritrocitare a puietului de păstrugă hrănit la diferite frecvențe de timp

Varianta experimentală		Indicatori hematologici/ Constante eritrocitare –Media ±SD					
		Nr. eritrocite. (x10 ⁶)/μL	H _t (%)	H _b (g/dL)	VEM (μm ³)	HEM (pg)	CHEM (g/dl)
V ₁ 2 mese/zi	B ₁	0,77±0,12	22,2±1,64	7,23±1,61	296,2±61,25	96,84±30,1	32,52±6,41
	B ₃	0,73±0,17	21,2±1,1	6,99±0,35	304,73±80,01	100,55±25,91	33,05±2,21
V ₂ 4 mese/zi	B ₂	0,77±0,13	24,4±3,05	6,76±0,66	321,81±47,25	90,66±23,18	28,29±5,86
	B ₄	1,05±0,74	20,2±3,96	6,98±0,34	271,30±149,58	102,45±71,38	35,50±6,23

*Atât indicatorii hematologici cât și constantele eritrocitare redată în tabel nu prezintă variații semnificative între cele două variante experimentale (p≥0,05).

În consecință apreciem faptul că administrarea hranei în 4 mese/zi conduce la o mai bună absorbție a nutrienților ce creează o stare fiziologică mai bună a organismului în comparație cu administrarea hranei la 2 mese/zi.

În ceea ce privește glucoza serică aceasta se menține în limite normale 30-50 mg/dl (Patriche, 2008) – figura 5.3.

De asemenea valorile proteinelor serice pentru păstrugă obținute în acest studiu sunt similare literaturii de specialitate, 2,75g/dl (Patriche,2008).

5.2.2. Reacția leucocitară

În literatura de specialitate nu există foarte multe informații cu privire la diferite aspecte citologice ale sângelui pentru sturioni.

Eritrocitele sunt majoritare pe frotiuri și nu s-au evidențiat în mod deosebit prin modificări de formă și culoare. Celulele albe ce constituie leucograma la puietul de păstrugă (figura 5.4) au fost reprezentate de limfocite ce au dominat ca număr, neutrofile, monocite; eozinofile și bazofile.

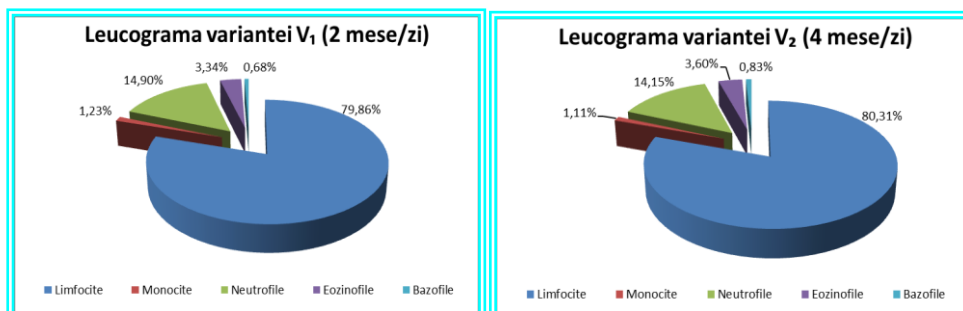


Figura 5.4. Leucogramele puietului de păstrugă hrănit la diferite frecvențe de administrare a hranei

O analiză de ansamblu a numărului relativ de leucocite evidențiază diferențe mici între cele două variante experimentale, după cum urmează:

- numărul relativ de limfocite a crescut cu aproximativ 0,56% în varianta în care s-au administrat 4 mese pe zi față de cea cu două mese pe zi;
- numărul relativ de neutrofile a scăzut însă cu 5,03% în varianta în care frecvența administrării furajului a fost superioară;
- valoarea medie procentuală a eozinofilelor a crescut cu 7,22% în varianta V₂;
- numărul relativ al monocitelor a scăzut cu 9,76% în varianta V₂;
- valoarea medie procentuală a bazofilelor a crescut cu 18,07% în varianta hrănită mai des.

Concluzia generală ce se desprinde din analiza numărului relativ al celor cinci categorii de leucocite prezente pe froțiuni este aceea că rezultatele obținute se încadrează în intervalul de normalitate al sturionilor (figura 5.4) cu diferențe sensibile între cele două variante de lucru.

După cum se poate observa în tabelul 5.5. există tendința de creștere a valorii numărului absolut pentru toate categoriile leucocite în varianta în care hrana a fost administrată în 2 mese/zi.

Tabelul nr. 5.5.

Variația numărului absolut de celule albe ($\times 10^3$ cel/ μ L sânge) pentru puietul de păstrugă furajat la perioade diferite

Varianta experimentală	Numărul absolut de celule albe și trombocite ($\times 10^3/\mu$ L sânge) - Media \pm SD						
	Leucocite	Limfocite	Monocite	Neutrofile	Eozinofile	Bazofile	Trombocite
V ₁ - 2 mese	60,04 \pm 18,27 ^a	47,85 \pm 10,30 ^a	0,78 \pm 0,74 ^a	8,55 \pm 5,44 ^a	2,10 \pm 1,19 ^a	0,52 \pm 0,58 ^a	43,99 \pm 17,27 ^a
V ₂ - 4 mese	34,68 \pm 11,10 ^b	28,22 \pm 10,30 ^b	0,38 \pm 0,30 ^a	4,63 \pm 1,89 ^a	1,16 \pm 0,45 ^b	0,28 \pm 0,25 ^a	28,55 \pm 17,67 ^b
p>0,05 (test T)	0,001	0,005	0,13	0,04	0,03	0,25	0,03

* Variabilele notate cu litere diferite (pe coloane) prezintă diferențe din punct de vedere statistic. (p<0,05)

Din tabelul 5.6 putem observa o scădere semnificativă a leucocitelor în varianta în care s-au administrat 4 mese/ zi. Însă numărul absolut de leucocite se încadrează în limitele raportate și de alți autori pentru sturioni (Knowles și colab, 2006; Docan, 2010; Coadă și colab, 2012).

Scăderea numărului de leucocite din sângele circulant a dus totodată la scăderea numărului de limfocite, monocite, neutrofile, eozinofile și bazofile, astfel:

- numărul absolut de limfocite a scăzut semnificativ cu 42,24% pentru varianta în care frecvența de administrare a hranei a fost superioară;
- în ceea ce privește numărul absolut de monocite, acestea au scăzut cu 51,28% tot în cazul variantei V₂;
- numărul absolut de neutrofile a scăzut cu 45,85% în cazul exemplarelor furajate mai des, însă valoarea acestuia este apropiată de cele raportate și de alți autori pentru sturioni (Docan, 2010). Majoritatea neutrofilelor de pe froziurile studiate sunt segmentate (2-3 lobi), cele cu nucleu bandă existând în număr mai mic, aceste aspecte au fost observate și de alți autori (Palikova, 1999 citat de Gao Zexia, 2007).
- asemenea neutrofilelor numărul absolut al eozinofilelor a scăzut cu 44,76% iar bazofilele cu 46,15%.

5.3. Influența diferitelor nivelurilor proteice asupra profilului hematologic al puietului de păstrugă *A. stellatus* (Pallas, 1771)

Studii recente indică un nivel proteic optim pentru diferite specii de sturioni (*A. transmontanus*, *A. sinensis*, *A. persicus*) ca fiind de peste 40% din conținutul dietei (Mohseni et al., 2007; Moore et al., 1988; Xiao et al., 1999).

Examenul hematologic și biochimic al sângelui pentru materialul biologic de cultură crescut în condiții intensive reprezintă parte integrantă din evaluarea stării fiziologice a peștilor. Însă, variațiile activității metabolice date de regimul alimentar diferit pot fi principali factori responsabili de schimbări ale profilului hematologic (Rehulka, 2003 citat de Khara 2013).

5.3.1. Indicatorii hematologici

Pentru caracterizarea stării fiziologice a puietului de păstrugă s-a urmărit apariția unor modificări la nivelul profilului hematologic determinate de conținutul proteic diferit.

Tabelul nr.5.6.

Variația indicatorilor hematologici și a constantelor eritrocitare pentru puietul de păstrugă hrănit cu două furaje cu nivel proteic diferit

Varianta experimentală	Indicatori hematologici/Constante eritrocitare (Media±SD)							
	Nr. eritrocite. (x10 ⁶)	Lt (%)	H _t (%)	H _b (g/dL)	VEM (μm ³)	HEM (pg)	CHEM (g/dl)	
INITIAL	0,93±0,17	2,15±0,65	27,2±4,89	7,67±1,55	294,87±46,03	84,68±24,1	28,74±7,25	
FINAL	V ₁ -50%PB	1,08±0,71	1,88±0,74	28,7±2,88	8,82±3,28	285,23±85,12	88,12±39,88	30,59±10,02
	V ₂ -41%PB	1,02±0,79	1,68±0,66	29±4,06	8,43±1,01	290,41±44,89	84,37±11,94	29,25±3,00

*Indicatorii hematologici și constantele eritrocitare nu au prezentat diferențe semnificative din punct de vedere statistic ($p>0,05$) între variantele experimentale

Din tabelul 5.6. se poate observa o scădere nesemnificativă a numărului mediu de eritrocite în cazul variantei hrănite cu furajul de 41% PB și o ușoară creștere a valorilor la sfârșitul perioadei experimentale la valori situate în limite normale pentru puietul de păstrugă.

În ceea ce privește hematocritul, din tabelul sintetic 5.6, se poate observa o creștere nesemnificativă ($p>0,05$) a hematocritului la sfârșitul experimentului dar și în cazul variantei V₂. Asemenea numărului mediu de eritrocite nu poate exista un raport clar între nivelul proteic administrat în cele două variante experimentale și variația hematocritului.

În cazul nostru, valorile indicatorilor biochimici scad, dar nu depășesc limitele normale pentru varianta furajată cu nivelul proteic mai mic (figura 5.5). Astfel, după cum se poate observa, proteinele serice au valori sensibil mai mari, mai ales în varianta hrănită cu furajul de 50% PB, față de cele raportate de alți autori pentru păstrugă (Patriche, 2008 - 2,2-3,3 g/dL; Khara,2013 - 2,21±0,04 g/dL).

Se poate observa, de asemenea, că proteinele din sânge cresc odată cu un aport mai mare al acestora în dietă. În ceea ce privește glucoza, aceasta a prezentat valori inițiale mari dar care nu depășesc valorile normale pentru materialul biologic crescut în sistem intensiv (Khara, 2013- 75,6±3,7 mg/dL).

5.3.2. Reacția leucocitară

Alături de reacția eritrocitară, evaluarea reacției leucocitare și trombocitare reprezintă un obiectiv științific important al acestui experiment.

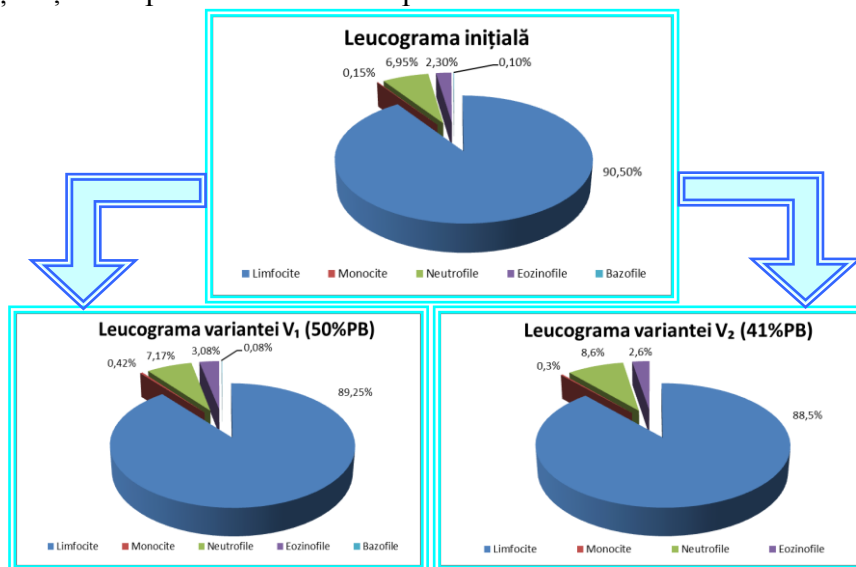


Figura 5.6. Leucogramele (inițiale și finale/variante experimentale) pentru puietul de păstrugă hrănit cu două sortimente de furaj de nivel proteic diferit

Examinarea la microscop a unui număr de 22 de frotiuri (10 inițiale și câte 6 la final pentru fiecare variantă experimentală), colorate prin metoda May Grunwald Giemsa (MGG) a permis identificarea celor două categorii de leucocite din sânge: agranulocite (limfocite și monocite) și granulocite (neutrofile, bazofile și eozinofile).

Prin corelarea numărului relativ (procentual) de leucocite din leucogramele redată grafic în figura 5.6 cu numărul absolut al acestora din tabelul 5.7 se poate observa aceeași tendință de scădere ne semnificativă a numărului de limfocite, eosinofile și bazofile în varianta V₂ (41%PB). De asemenea, din tabelul 5.7 se poate observa că numărul total de leucocite scade ne semnificativ în varianta hrănită cu furaj de 41% PB (V₂) explicat prin scăderea numărului absolut de limfocite, însoțită de o ușoară creștere (ne semnificativă din punct de vedere statistic) a monocitelor și neutrofilelor. Prin compararea valorilor leucocritului dintre cele două variante experimentale cu numărul absolut al leucocitelor de pe frotiuri se poate observa că există o corelație directă, ambii indicatori au valori ne semnificativ mai mari pentru varianta hrănită cu un furaj superior din punct de vedere proteic.

Tabelul nr. 5.7.

Variația numărului absolut de celule albe și trombocite ($\times 10^3$ celule/ μ L sânge)

Varianta experimentală	Numărul absolut de celule albe și trombocite ($\times 10^3/\mu$ L sânge) - Media \pm SD						
	Leucocite	Limfocite	Monocite	Neutrofile	Euzinofile	Bazofile	Trombocite
Inițial	29,68 \pm 12,05	27,48 \pm 12,72	0,15 \pm 0,24	1,89 \pm 0,82	0,34 \pm 0,50	0,004 \pm 0,01	21,41 \pm 13,93
Final	V ₁	40,92 \pm 9,29	36,62 \pm 8,87	0,17 \pm 0,09	2,88 \pm 1,73	0,25 \pm 0,16	0,01 \pm 0,014
	V ₂	36,14 \pm 9,09	31,93 \pm 8,00	0,30 \pm 0,27	3,11 \pm 1,74	0,19 \pm 0,12	0,00 \pm 0,00
p>0,05 (test Anova)	0,15	0,28	0,45	0,20	0,73	0,71	0,20

*Nu s-au înregistrat diferențe semnificative între numărul absolut al celulelor albe sau al trombocitelor

Analiza valorilor numărului absolut al leucocitelor indică o diminuare ne semnificativă a acestora odată cu scăderea conținutului de proteină din furaj. Astfel, în varianta hrănită cu

un furaj superior din punct de vedere proteic (V_1) s-a asigurat materialului biologic o stare fiziologică bună favorizată de stimularea organelor leucoformatoare să producă celule albe, evidențiindu-se totodată o creștere a leucocitelor cu 11,68% față de varianta (V_2).

5.4. Efectul vitaminei C asupra tabloului hematologic la puietul de păstrugă *A. stellatus* (Pallas, 1771)

Sturionii sunt pești chondostrei ce și-au conservat în timp capacitate de sinteză a vitaminei C prin prezența în rinichi a enzimei L-gulono-1,4-lactone oxidaza (GLO, EC 1.1.3.8). Dacă după unii autori, în cazul sturionilor, suplimentarea dietelor cu acid ascorbic (AA) nu reprezintă o necesitate (Dabrowski, 1994; Gy.Papp și colab., 1995; Moreau și colab., 1996, 1999), alții consideră benefică suplimentarea hranei cu AA mai ales în stadiile incipiente și în condiții de creștere stresante cum sunt cele din ferme (Pardue and Thaxton, 1985; Bains, 1996; Chen et al., 2003

5.4.1. Indicatorii hematologici

Datele obținute în urma examenului hematologic de la sfârșitul perioadei experimentale sunt prezentate sintetic în tabelul 5.8. Conform prelucrării statistice a datelor hematologice se poate observa că nu au existat diferențe semnificative între variantele experimentale.

Tabelul nr 5.8.

Variația indicatorilor hematologici și a constantelor eritrocitare pentru puietul de păstrugă hrănit cu furaj aditivat cu vitamina C

Varianta experimentală	Indicatori hematologici/ Constante eritrocitare - Media±SD					
	Nr. Eritrocite. ($\times 10^6$)/ μL	H_t (%)	H_b (g/dL)	VEM (μm^3)	HEM (pg)	CHEM (g/dl)
B₁ – 200 mgAA/kg furaj	0,87±0,21	20,6±3,05	7,82±0,84	160,01±31,68	73,92±16,65	46,09±4,05
B₂- 400 mgAA/kg furaj	0,93±0,12	23,4±2,7	6,55±1,68	152,75±9,94	60,04±6,39	39,32±3,52
B₃- 800 mgAA/kg furaj	0,76±0,51	22,8±3,19	6,13±3,01	148,56±23,21	58,80±9,33	39,99±5,76
B₄- 0 mgAA/kg furaj	0,54±0,71	21,6±2,19	6,00±2,64	162,30±31,45	72,37±22,35	43,90±6,31

*Atât indicatorii hematologici cât și constantele eritrocitare redată în tabel nu prezintă variații semnificative între variantele experimentale ($p \geq 0,05$).

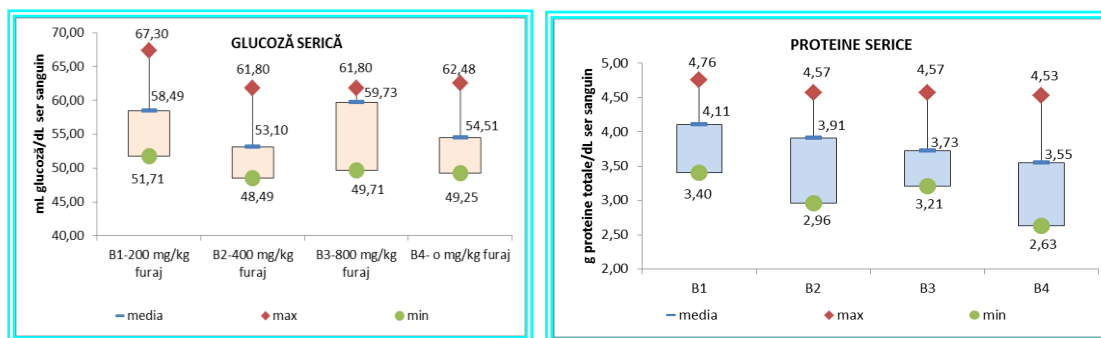


Figura 5.7. Variația indicatorilor biochimici a puietului de păstrugă hrănit cu un furaj comercial aditivat cu diferite concentrații de AA

Indicatorii biochimici au înregistrat valori normale pe toată perioada experimentală, ne semnificative din punct de vedere statistic între variantele experimentale. Se poate observa

din figura 5.7. că valorile maxime atât pentru glucoză (67,3 ml/dl s) cât și pentru proteine (4,76 g/dl) s-au înregistrat în varianta experimentală cu cea mai mică concentrație de acid ascorbic 200 mg AA/kg furaj. Valorile minime ale indicatorilor biochimici ai sângelui s-au înregistrat în varianta martor, ceea ce indică efectul benefic al adaosului de AA în furaj.

5.4.2. Reacția leucocitară

Numeroase studii au evidențiat importanța vitaminei C și de asemenea rolul ei de imunostimulator și element cheie în acvacultura modernă (Verlhac V și colab, mat DSM).

La examenul microscopic al celor 20 de frotiuri, colorate MGG, ale puietului de păstrugă hrănit cu diferite concentrații de AA s-au putut observa prezența tuturor tipurilor de leucocite: limfocite, neutrofile, eozinofile, monocite și bazofile.

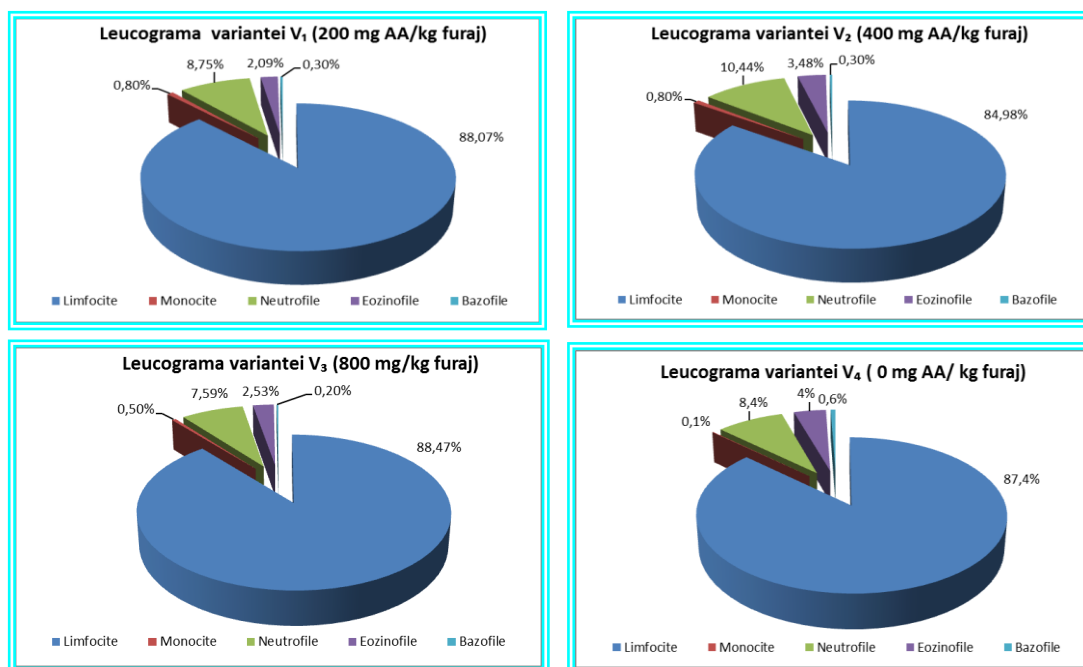


Figura 5.8. Leucogramele puietului de păstrugă hrănit cu furaje aditivate cu diferite concentrații de AA

Valorile medii procentuale a leucocitelor ce compun leucogramele puietului de păstrugă nu indică diferențe semnificative între variantele experimentale, acest aspect fiind evidențiat sugestiv în figura 5.8. Astfel, din analiza leucogramelor puietului de păstrugă se pot observa următoarele:

- Media procentuală a *limfocitelor* are valoarea cea mai scăzută în varianta în care s-a administrat 400 mgAA/kg furaj. Ponderea cea mai mare a limfocitelor fiind însă în varianta cu cea mai mare concentrație de AA administrată (800 mgAA/kg furaj);
- Valoarea medie procentuală a *neutrofilelor* s-a redus nesemnificativ în varianta V₃ (800 mgAA/kg furaj) și a crescut în varianta V₂ (400 mgAA/kg furaj);
- *Eozinofilele* au ocupat poziția a treia ca pondere după limfocite și neutrofile. Valoarea mediei procentuale a acestora scăzut nesemnificativ în varianta V₁ (400 mgAA/kg furaj) și a crescut în varianta martor.
- Valoarea medie procentuală a *monocitelor* s-a redus nesemnificativ în varianta martor și a crescut în cazul primelor două variante ale experimentului;
- Valoarea medie procentuală a *bazofilelor* a crescut nesemnificativ în cazul variantei martor și a scăzut în varianta în care s-a administrat cea mai mare concentrație de AA.

Corelarea numărului relativ (%) cu cel absolut (nr celule/ μL sânge) al celulelor albe din sânge oferă o imagine mai clară cu privire la modificările produse la nivel leucocitar. Așadar, variația numărului absolut de leucocite este redată sintetic în tabelul 5.9.

Tabelul 5.9.

Variația numărului absolut de celule albe și trombocite ($\times 10^3$ cel/ μL sânge) pentru puietul de păstrugă furajat cu diferite concentrații de AA

Varianta experimentală	Numărul absolut de celule albe și trombocite ($\times 10^3/\mu\text{L}$ sânge) – Media \pm SD						
	Leucocite	Limfocite	Monocite	Neutrofile	Eozinofile	Bazofile	Trombocite
B ₁	36,28 \pm 22,76	32,10 \pm 20,27	0,25 \pm 0,21	3,14 \pm 2,05	0,39 \pm 0,23	0,19 \pm 0,39	23,51 \pm 16,12
B ₂	50,00 \pm 9,88	42,89 \pm 11,39	0,37 \pm 0,32	4,89 \pm 2,45	0,71 \pm 0,87	0,16 \pm 0,32	23,90 \pm 12,91
B ₃	38,89 \pm 21,87	33,89 \pm 17,66	0,18 \pm 0,16	3,69 \pm 3,74	0,28 \pm 0,03	0,02 \pm 0,02	14,73 \pm 9,54
B ₄	25,89 \pm 8,93	22,80 \pm 8,56	0,03 \pm 0,07	2,22 \pm 1,69	0,31 \pm 0,25	0,05 \pm 0,09	12,74 \pm 5,92
p>0,05 (test Anova)	0,21	0,26	0,12	0,45	0,46	0,65	0,33

Conform datelor sintetizate în tabelul 5.9 se poate observa că numărul absolut de leucocite din sângele circulant este nesemnificativ mai mare în varianta în care s-a administrat o concentrație de 400 mgAA/kg furaj. De asemenea, numărul absolut al leucocitelor din sângele circulant a scăzut nesemnificativ în varianta martor unde nu s-a administrat AA.

5.5. Efectul probioticului *Beta Plus Ultra* asupra tabloului hematologic la puietul de păstrugă *A. stellatus* (Pallas, 1771) crescut într-un sistem industrial flow-trough

Deoarece bacteriile ce aparțin genului *Bacillus* secretă un număr remarcabil de exoenzime (Moriarty, 1998) au fost utilizate în mod frecvent ca potențiale probiotice. Probioticul comercial *BetaPlus®Ultra* deține un amestec bacterian de 1:1 compus din specia *Bacillus licheniformis* și *Bacillus subtilis*.

Așadar, în prezentul studiu, se urmărește determinarea influenței aditivării hranei cu probioticul comercial *BetaPlus®Ultra* asupra profilului hematologic.

5.5.1. Indicatorii hematologici

Datele obținute în urma examenului hematologic de la sfârșitul perioadei experimentale sunt prezentate sintetic în tabelul 5.9. Conform prelucrării statistice cu testul Anova se poate observa că doar hemoglobina și constanta aferentă HEM prezintă diferențe semnificative între variantele experimentale.

Tabelul 5.10.

Dinamica valorilor indicatorilor hematologici și a constantelor eritrocitare a postlarvelor de păstrugă hrănite cu furaj aditivat cu probioticul *BetaPlus®Ultra*

Varianta experimentală (CFU/kg hrană administrată)	Indicatori hematologici/ Constante eritrocitare –(Media \pm SD)					
	Nr. eritrocite. ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	H _i (%)	H _b (g/dL)	VEM (μm^3)	HEM (pg)	CHEM (g/dl)
V ₁ - 1,28 $\times 10^{13}$	0,95 \pm 0,26	24,14 \pm 2,27	6,60 \pm 0,48 ^{ab}	270,22 \pm 73,32	74,07 \pm 20,67	27,41 \pm 1,72
V ₂ - 2,56 $\times 10^{13}$	0,90 \pm 0,17	24,00 \pm 1,53	6,32 \pm 0,36 ^c	275,46 \pm 51,99	72,17 \pm 11,46 ^a	26,38 \pm 1,60

V₃ - 3,84x10¹³	1,00±0,23	23,43±2,15	5,95±0,40 ^{ad}	245,87±64,16	62,42±15,57 ^{bc}	25,53±2,08
V₄ - 5,12x10¹³	1,01±0,21	25,29±2,56	6,81±1,54	258,68±49,07	69,02±15,35	26,71±3,57
V₅ - 6,4x10¹³	0,85±0,23	26,14±1,86	7,54±0,98 ^{bcd}	331,03±109,73	93,62±26,31 ^b	28,96±4,30
V₆ - 0 (martor)	0,71±,11	23,43±2,76	6,24±0,79 ^e	333,37±54,14	88,70±13,81 ^{ac}	26,7±2,01
Valoare p (testul Anova)*	0,11	0,17	0,03	0,10	0,02	0,31

Variabilele notate cu aceeași literă indică diferențe semnificative pentru indicatorii hematologici și/sau constantele eritrocitare

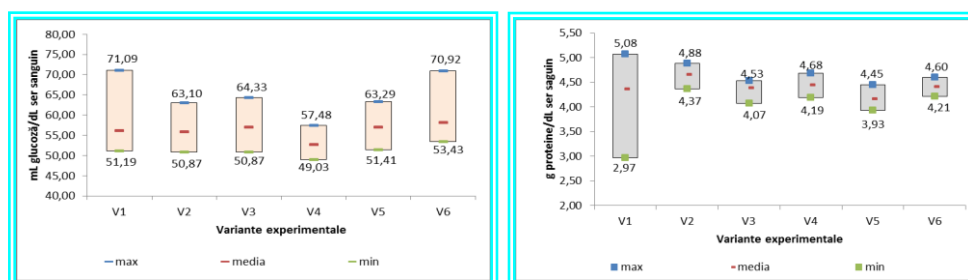


Figura 5.9. Variația indicatorilor biochimici ai sângelui pentru puietul de păstrugă hrănit cu furaj aditivat cu probioticul comercial *BetaPlus®Ultra*

Indicatorii biochimici ai sângelui nu au prezentat diferențe semnificative între variantele experimentale.

5.5.2. Reacția leucocitară

Data fiind importanța probioticelor pentru acvacultură, în ultimii ani s-au efectuat un număr considerabil de studii ce au vizat potențialul probioticelor de a stimula imunitatea peștilor teleosteeni (Nikosklainen S., 2003; Balcazar JL, 2006; Nayak, 2007; Aly SM.,2008; etc). Examinarea atentă a literaturii de specialitate indică faptul că unele tulpini probiotice pot îmbunătăți imunitatea atât local cât și la nivelul întregului sistem.

Variația valorilor medii procentuale (relative) a diferitelor categorii de leucocite pentru fiecare variantă în parte este redată sugestiv în figura 5.10.

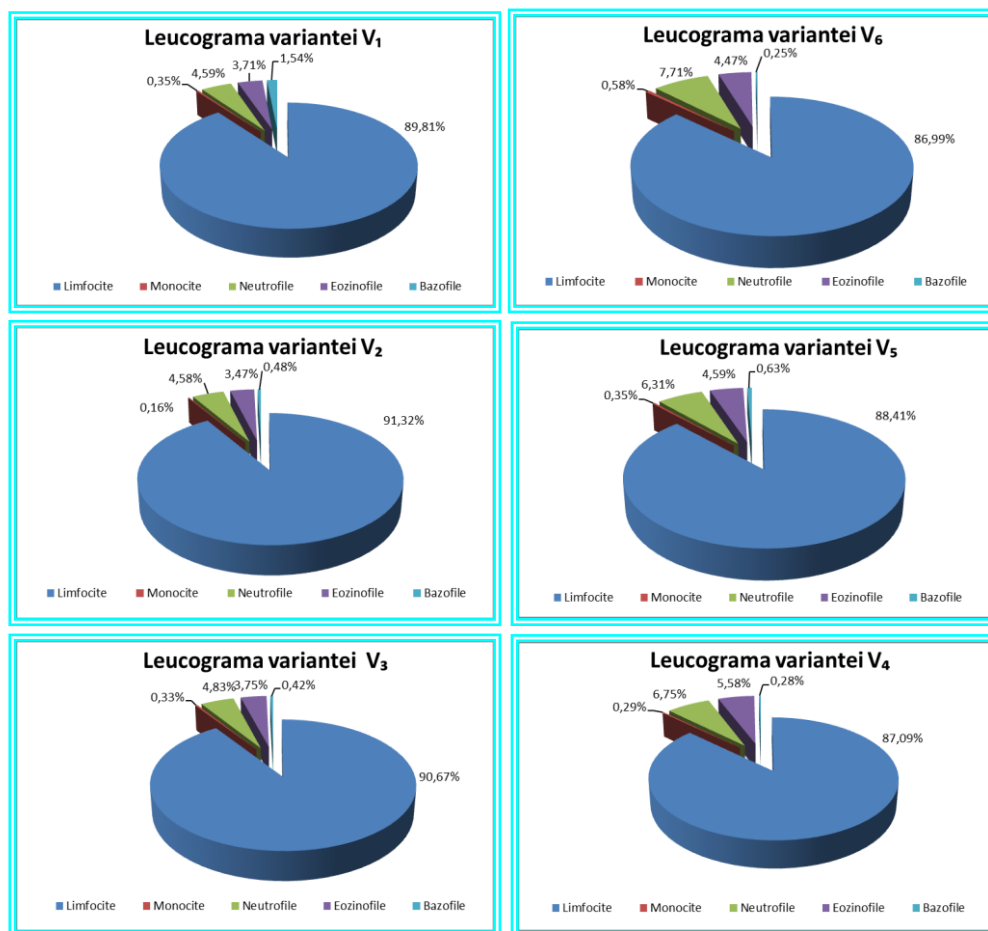


Figura 5.10. Leucogramele puietului de păstrugă hrănit cu furaj aditivat cu diferite concentrații de probiotic comercial *BetaPlus@Ultra*

Variația numărului absolut al diferitelor tipuri de leucocite redată sintetic în tabelul 5.11 indică modificări asemănătoare observate la studierea formulei leucocitare.

Tabelul 5.11. Variația numărului absolut de celule albe și trombocite ($\times 10^3$ cel/ μ L sânge) pentru puietului de păstrugă furajat cu diferite concentrații de probiotic comercial *BetaPlus@Ultra*

Varianta experimentală	Numărul absolut de celule albe și trombocite ($\times 10^3/\mu$ L sânge) - Media \pm SD						
	Leucocite	Limfocite	Monocite	Neutrofile	Eozinofile	Bazofile	Trombocite
V ₁	58,04 \pm 20,90	51,47 \pm 15,53	0,29 \pm 0,54	2,87 \pm 2,51	0,49 \pm 0,31	0,18 \pm 0,12	20,48 \pm 16,28
V ₂	59,03 \pm 16,46	53,93 \pm 15,11	0,11 \pm 0,19	2,71 \pm 1,39	0,46 \pm 0,16	0,07 \pm 0,06	22,82 \pm 11,07
V ₃	47,51 \pm 19,52	46,82 \pm 25,10	0,15 \pm 0,15	2,24 \pm 0,90	0,31 \pm 0,17	0,04 \pm 0,03	31,79 \pm 9,42
V ₄	47,20 \pm 11,92	40,73 \pm 9,13	0,15 \pm 0,25	3,28 \pm 1,28	0,61 \pm 0,53	0,03 \pm 0,03	30,65 \pm 10,09
V ₅	52,96 \pm 28,31	47,19 \pm 25,86	0,18 \pm 0,27	2,50 \pm 1,13	0,58 \pm 0,39	0,07 \pm 0,06	13,53 \pm 8,86
V ₆	38,17 \pm 7,59	33,23 \pm 6,81	0,21 \pm 0,23	2,96 \pm 1,03	0,48 \pm 0,23	0,02 \pm 0,03	9,95 \pm 2,02
Anova (p>0,05)	0,43	0,42	0,25	0,92	0,65	0,002	0,006

Așadar, se poate observa o scădere nesemnificativă a numărului de leucocite în cazul variantei martor față de celelalte variante ale experimentului. De asemenea se poate observa că cel mai mare număr absolut de leucocite a fost în V₂.

Numărul absolut de limfocite păstrează același trend ca al leucocitelor scăzând nesemnificativ în varianta martor față de celelalte variante experimentale.

5.6. Influența densității de stocare asupra profilului hematologic al puietului de păstrugă *A. stellatus* (Pallas, 1771) crescut într-un sistem industrial flow-trough.

Densitatea de stocare poate fi considerată un parametru important al producției unei ferme piscicole deoarece deține o importanță majoră în stabilirea reantabilității și sustenabilității economice.

5.6.1. Indicatorii hematologici

Pentru a pune în evidență tabloul hematologic al puietului de păstrugă la finalul perioadei experimentale s-au analizat în corelație cu indicatorii de performanță ai creșterii valorile indicatorilor hematologici și a constantelor eritrocitare (tabelul 5.12).

Tabelul nr. 5.12.

Indicatorii hematologici și constantele eritrocitare a postlarvelor de păstrugă menținute în condiții diferite ale densității de stocare

Varianta experimentală	Indicatori hematologici (Media±SD)					
	Nr. eritrocite. (x10 ⁶)/μL	H _t (%)	H _b (g/dL)	VEM (μm ³)	HEM (pg)	CHEM (g/dl)
V ₁ 2,78 kg m ⁻³	0,67±0,18 ^a	29,29±3,7 ^b	11,52±3,3 ^d	461,32±104 ^e	188,24±76,2 ^g	39,84±11,54 ^h
V ₂ 3,66 kg m ⁻³	0,70±0,10 ^a	25,75±3,7 ^b	10,12±2,4 ^d	378,69±98,5 ^e	145,94±34,7 ^g	40,24±11,28 ^h
V ₃ 4,60 kg m ⁻³	0,81±0,22 ^a	23,1±4,65 ^c	9,97±2,04 ^d	300,68 ±58,9 ^f	134,19±58,9 ^g	45,47±16,08 ^h

*Variabilele notate cu litere diferite prezintă variații semnificative din punct de vedere statistic (p<0,05)

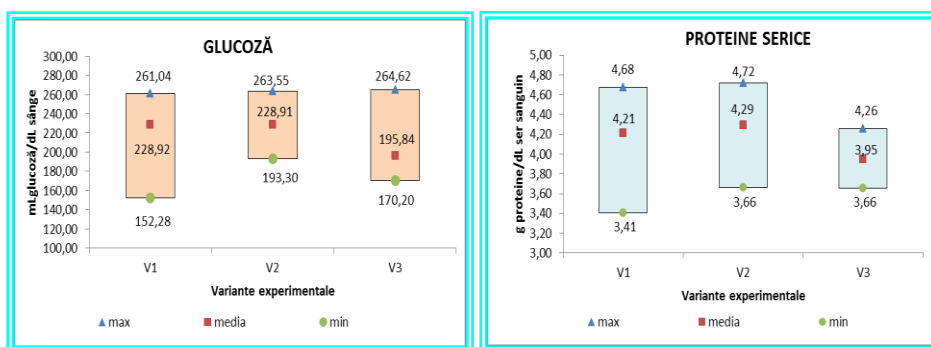


Figura 5.11. Variația indicatorilor biochimici a sângelui pentru puietul de păstrugă menținut în condiții diferite al densității de stocare (nu au existat diferențe semnificative între variantele experimentale p>0,05)

Tabelul nr 5.13.

Indicatorii hematologici și constantele eritrocitare a puietului de păstrugă menținut în diferite densități de stocare.

Varianta experimentală		Indicatori hematologici					
		Nr. eritrocite. ($\times 10^6$)/ μL	H _i (%)	H _b (g/dL)	VEM (μm^3)	HEM (pg)	CHEM (g/dl)
INITIAL		0,65 \pm 0,04 ^a	23,75 \pm 1,71 ^c	2,25 \pm 1,71 ^e	368,02 \pm 36,04 ^e	34,89 \pm 5,46 ⁱ	9,45 \pm 0,71 ^m
FINAL	B ₁ 18,7 kg m ⁻³	1,13 \pm 0,54 ^b	23,5 \pm 4,51 ^c	4,33 \pm 0,54 ^f	232,99 \pm 75,25 ^h	43,77 \pm 15,47 ^j	18,63 \pm 1,73 ^{n*}
	B ₂ 20,4 kg m ⁻³	0,80 \pm 0,40 ^b	21,00 \pm 2,55 ^c	4,04 \pm 0,21 ^f	292,35 \pm 79,34 ^h	56,86 \pm 16,05 ^j	19,37 \pm 1,68 ⁿ
	B ₃ 23,3 kg m ⁻³	0,89 \pm 0,11 ^b	23,8 \pm 2,59 ^c	4,10 \pm 0,41 ^f	270 \pm 31,1 ^h	46,4 \pm 3,9 ⁱ	17,20 \pm 0,9 ^{p*}
	B ₄ 28,6 kg m ⁻³	0,95 \pm 0,16 ^b	24 \pm 0,89 ^c	5,25 \pm 0,68 ^k	257,34 \pm 40,59 ^h	55,87 \pm 8,42 ^j	21,82 \pm 2,15 ^q

Variabilele notate cu litere diferite prezintă variații semnificative din punct de vedere statistic ($p < 0,05$)

Pentru o evidențiere cât mai clară a răspunsului fiziologic al sângelui la variația densității de stocare, s-au analizat valorile indicilor hematologici eritrocitari și leucocitari atât la finalul experimentului față de momentul inițial cât și între cele două variante finale. Principalii indicatori hematologici și constantele eritrocitare derivate sunt prezentate în tabelul 5.13.

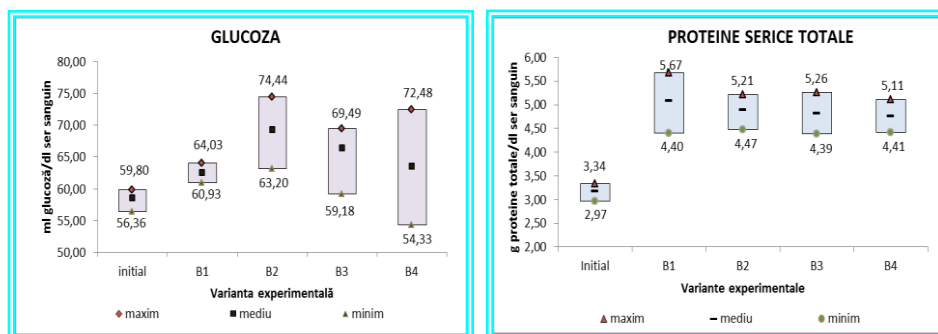


Figura 5.12. Variația indicatorilor biochimici ai sângelui pentru puietul de păstrugă menținut la diferite densități de stocare (glucoza a avut valori nesemnificative statistic $p > 0,05$; proteinele au variat semnificativ statistic $p < 0,05$)

Proteinele serice prezintă o creștere semnificativă pentru toate cele patru densități de stocare testate experimental față de valorile înregistrate inițial (fig 5.12).

Capitolul VI. CERCETĂRI PRIVIND STABILIREA MODELULUI CREȘTERII PUIETULUI DE PĂSTRUGĂ *A. STELLATUS* (PALLAS, 1771)

6.1 Considerații teoretice privind stabilirea unui model de creștere în acvacultură

În situațiile în care hrana nu este limitată calitativ și cantitativ, cei doi factori care au cea mai mare influență asupra creșterii la pești sunt temperatura și mărimea peștilor (Corey și colab., 1983). Cea mai frecventă creștere numerică utilizată este rata specifică de creștere sau instantanee (SGR):

$$\text{SGR (\%/d)} = \frac{\ln W_1 - \ln W_0}{t} \times 100,$$

Unde:

W_0 și W_1 sunt masele inițiale și finale iar t este timpul.

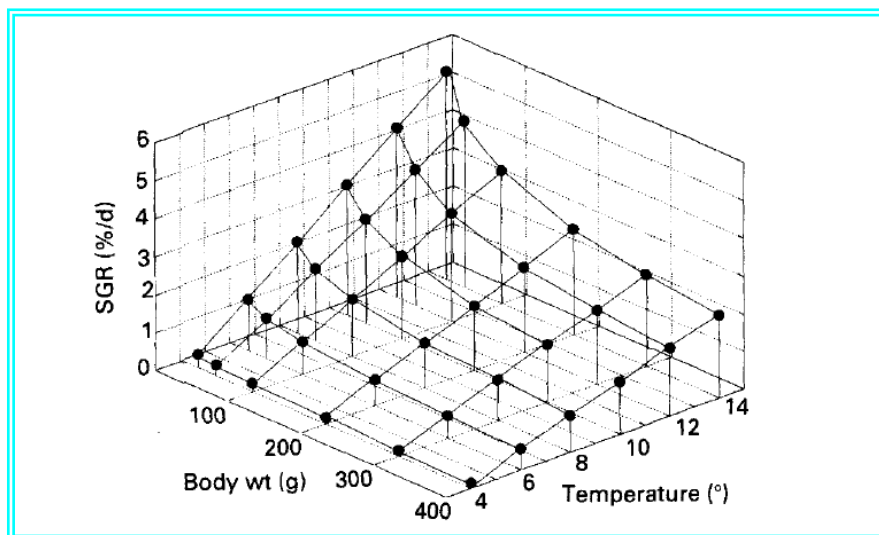


Figura 6.1. Diagrama relației dintre temperatura apei, greutatea corporală și rata specifică de creștere, pe baza algoritmului empiric dezvoltat pentru păstrăv (Jensen, 1985).

Inter-relațiile dintre temperatură, dimensiunea corpului și rata de creștere au fost descrise pentru diverse specii de pești, atât în cazul populațiilor sălbatice cât și a celor din captivitate. Jensen (1985) de exemplu, a derivat algoritmi pentru a descrie aceste relații pentru diferitele specii de păstrăv din Norvegia:

$$\text{Salmo trutta: } \ln \text{ SGR} = \ln (13.8(-0.3474 + 0.1053T) - 0.325 \ln W$$

$$\text{Salvelinus alpinus: } \ln \text{ SGR} = \ln (12.6(-0.0815 + 0.0917T) - 0.325 \ln W$$

unde

:

T este temperatura și W este masa (g).

Pentru majoritatea speciilor de pești studiați până acum, atunci când hrana nu este limitată, rata specifică de creștere crește odată cu creșterea temperaturii, în timp ce pentru orice temperatură dată SGR-ul scade odată cu creșterea greutateii corporale.

6.2 Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea FCR în funcție de vârsta, masa medie inițială, masa medie finală și intensitatea hrănirii.

Pentru elaborarea acestui model au fost selectate 4 variabile independente, denumite în continuare factori (vârsta, masa medie inițială, masa medie finală, intensitatea hrănirii)..

Modelul propus a fost elaborat utilizând instrumentul regresiei liniare multiple după o prealabilă transformare automată a variabilelor selectate cu ajutorul funcției Automatic Linear Modelling disponibilă în programul SPSS (fig.6.2). Această transformare a constat, după caz, în eliminarea valorilor extreme și/sau logaritmare.

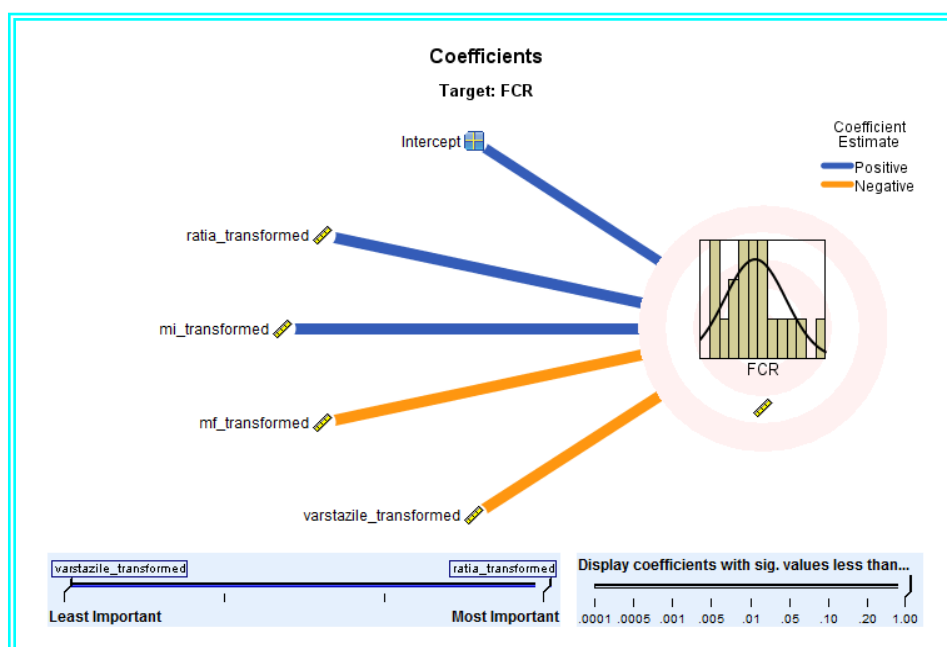


Fig.6.2. Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea FCR în funcție de o serie de predictorii

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 că există relații puternice de corelație pozitivă între FCR și intensitatea hrănirii (coeficient Pearson 0.55) și FCR și vârstă (coeficient Pearson 0.57).

Tabelul 6.2.

Matrice de corelații (Pearson)

Indicatori		FCR	Intensitatea hrănirii (%BW)	Masa medie inițială	Masa medie finală	Vârsta (zile)
Coeficient Pearson	FCR	1.00	0.55	0.37	0.30	0.57
	Intensitatea hrănirii (%BW)	0.55	1.00	-0.41	-0.43	-0.06

Semnificatia statistică ($\alpha=0.05$)	Masa medie initiala	0.37	-0.41	1.00	0.98	0.90
	Masa medie finala	0.30	-0.43	0.98	1.00	0.83
	Varsta (zile)	0.57	-0.06	0.90	0.83	1.00
	FCR	.	0.01	0.05	0.10	0.00
	Intensitatea hranirii (%BW)	0.01	.	0.04	0.03	0.40
	Masa medie initiala	0.05	0.04	.	0.00	0.00
	Masa medie finala	0.10	0.03	0.00	.	0.00
	Varsta (zile)	0.00	0.40	0.00	0.00	.

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
0.973 ^a	0.946	0.926	0.164	1.684

Valoarea lui R, coeficientul de corelație multiplă, poate fi considerată a fi o măsură a calității de predicție a variabilei dependente, în acest caz, FCR. O valoare de 0.973, obținută în cazul de față, indică un înalt nivel de predicție. Valoarea R^2 (coeficientul de determinare) reflectă proporția de variație a variabilei dependente 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 0.926 evidențiază faptul că 94,6% din variabilitatea variabilei dependente FCR este explicată de variabilele independente incluse în model.

Forma generală a ecuației ce permite predictarea FCR pe baza valorilor variabilelor independente - I (intensitatea hranirii), Mi (masa medie inițială), Mf (masa medie finală) și V (vârsta), în condițiile eperimentale descrise în capitolele anterioare, este:

$$\text{FCR} = 3.144 + 0.916 I + 0.045M_i - 0.022M_f - 0.23 V$$

6.3. Model de regresie liniară multiplă pentru estimarea FCR în funcție de vârstă și RGR

În capitolul de față, se prezintă un model de estimare a FCR pe baza ratei relative de creștere și vârstei (conceput pentru păstrugă) care poate fi folosit ca o metodă de calcul pentru un model predictiv aplicat în studiile de fezabilitate economică, în condițiile operării sistemului recirculant astfel încât parametrii de calitate a apei să fie menținuți în ecartul optim pentru specia de cultură.

Pe baza datelor obținute în perioada creșterii de la 0 la 300 g se poate observa o creștere a FCR și o scădere proporțională a ratei relative de creștere (RGR), această relație putând fi descrisă cu ajutorul unui model de regresie liniară (Fig. 6.5).

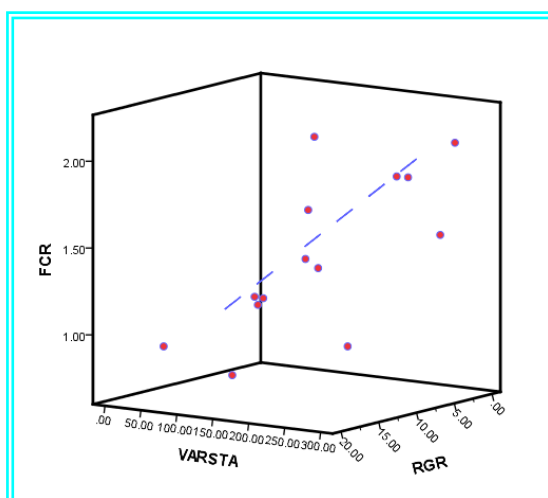


Figura 6.5. Diagramă 3D privind relația FCR, RGR și vârstă

Pentru a putea fi utilizate în model, variabilele au fost supuse unor transformări automate ce a permis satisfacerea condiției de normalitate a distribuției valorilor (K-S, $p > 0.05$). 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 6.6).

Se poate observa astfel, că există strânse relații de corelație negativă între FCR și RGR (coeficient Pearson - 0.676) și pozitivă între FCR și vârstă (coeficient Pearson 0.665).

Tabelul 6.6.

Matrice de corelații (Pearson) pentru FCR, RGR și vârstă

Indicatori		FCR	Vârsta (zile)	RGR
Coeficient Pearson	FCR	1.000	0.665	-0.676
	VARSTA	0.665	1.000	-0.757
	RGR	-0.676	-0.757	1.000
Semnificatia statistică ($\alpha=0.05$)	FCR	.	0.005	0.004
	VARSTA	0.005	.	0.001
	RGR	0.004	0.001	.

În tabelul 6.7 sunt redate valorile coeficienților modelului de regresie, anume: $R = 0.715$ (coeficient de corelație multiplă), $R^2 = 0.512$ (coeficient de determinare), R^2 ajustat = 0.423, eroarea standard a estimării = 0.33 și coeficientul D-W = 2.78.

Tabelul 6.7.

Tablou sintetic privind indicatorii statistici ai modelului^b

R	R^2	R^2 ajustat	Eroarea standard	Durbin-Watson
0.715 ^a	0.512	0.423	0.335	2.785

a. Predictorii: (Constant), RGR, Varsta

b. Variabila dependentă: FCR

În cazul de față valoarea lui R, coeficientul de corelație multiplă, indică un nivel de predicție apreciabil, valoarea lui R^2 (coeficientul de determinare) evidențiind faptul că numai 51,2% din variabilitatea variabilei dependente (FCR) este explicată de variabilele independente incluse în model.

Forma generală a ecuației ce permite estimarea FCR pe baza valorilor variabilelor independente - RGR (Rata Relativă de Creștere) și V (Vârsta), în condițiile experimentale descrise în capitolele anterioare, este:

$$\text{FCR} = 1.309 + 0.002 V - 0.041 \text{RGR}$$

6.4. Model de regresie pentru estimarea FCR în funcție de vârstă

Pentru elaborarea unui model de estimare a FCR (variabila dependentă) în funcție de vârstă (variabila independentă), în condițiile de hrănire date și în condițiile menținerii parametrilor de calitate a apei în ecartul optim pentru păstrugă, s-a utilizat funcția *Curve estimation* din programul SPSS. Această funcție permite identificarea celui mai potrivit model de regresie non-liniară cu ajutorul căruia se poate explica variația variabilelor incluse în model.

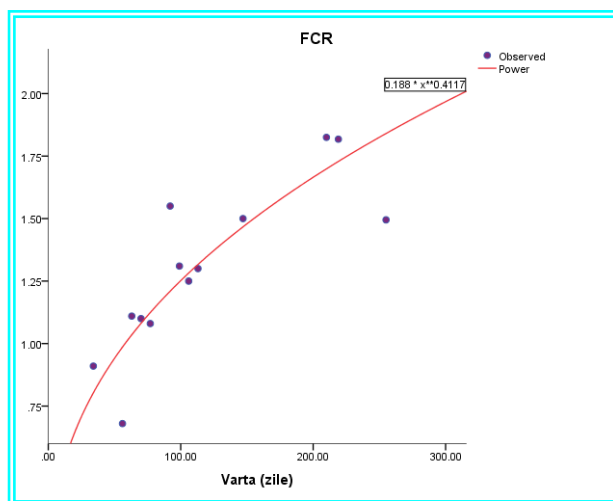


Figura 6.6. Model de regresie tip putere pentru caracterizarea relației FCR - vârstă

Pentru elaborarea unui model care să redea cât mai fidel relația dintre cele două variabile analizate, datele au fost transformate prin logaritmare. S-au obținut astfel indicatori statistici care indică un nivel înalt de predicție ($R=0.867$), 75,2% (R^2) din variabilitatea variabilei dependente (FCR) fiind explicată de variabila dependentă inclusă în model (tabel 6.10).

Forma generală a ecuației ce permite estimarea FCR pe baza valorilor variabilei independente V (Vârsta), în condițiile experimentale descrise în capitolele anterioare, este:

$$\text{Ln FCR} = 0.189 * V^{0.412}$$

6.5. Model de regresie pentru estimarea RGR în funcție de vârstă

Principalul scop al activității de acvacultură este reprezentat de creșterea speciilor de interes economic și optimizarea producției (Hefer și Pruginin, 1981). Pentru determinarea perioadei de timp necesară pentru a ajunge la dimensiunea de comercializare (de exemplu masă) cea mai simplă procedură constă în estimarea ratei de creștere, exprimată uzual ca RGR (g/g/zi). Pentru analiza dinamicii creșterii peștilor sunt disponibile diverse modele sofisticate (Ricker, 1975). Orice model însă, trebuie să ia în considerare modul în care rata de creștere a peștilor încetinește odată creșterea în vârstă și greutate (Pitcher și Hart, 1982).

În cazul de față s-a optat pentru descrierea unui model de regresie tip putere, acesta fiind cel mai reprezentativ model de descriere a datelor obținute experimental (Figura 6.7.).

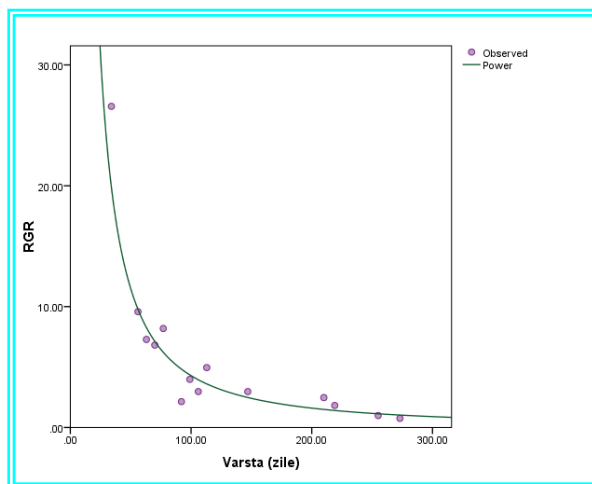


Figura 6.7. Model de regresie tip putere pentru caracterizarea relației RGR - vârstă

După cum se poate observa în tabelul 6.13 coeficientul de corelație multiplă are o valoare de 0.929, aceasta indicând un înalt nivel de predicție. Valoarea R^2 (coeficientul de determinare), în cazul de față, este de 0.862 ceea ce indică faptul că 86,2% din variabilitatea variabilei dependente RGR este explicată de variabila independentă inclusă în model.

Tabelul 6.13.

Tablou sintetic privind indicatorii statistici ai modelului^b

R	R^2	R^2 ajustat	Eroarea standard
0.929	0.862	0.853	0.338

^bVariabila independentă este Vârsta.

În acest caz, forma generală a ecuației ce permite estimarea RGR pe baza valorilor variabilei independente V (Vârsta), în condițiile experimentale descrise în capitolele anterioare, este:

$$RGR = 13.76 * V^{-0.010}$$

6.6. Model de regresie pentru estimarea SGR în funcție de masă

Așa cum s-a precizat anterior, atunci când hrana nu este limitată și temperatura este menținută la valori constante pe perioada creșterii, SGR înregistrează, în mod normal, un declin odată cu creșterea masei corporale, această relație fiind descrisă de o funcția alometrică $SGR=aW^b$.

În cazul de față s-a putut descrie un astfel de model pentru puietul de păstrugă crescut până la talia de 60 grame (Fig. 6.8.).

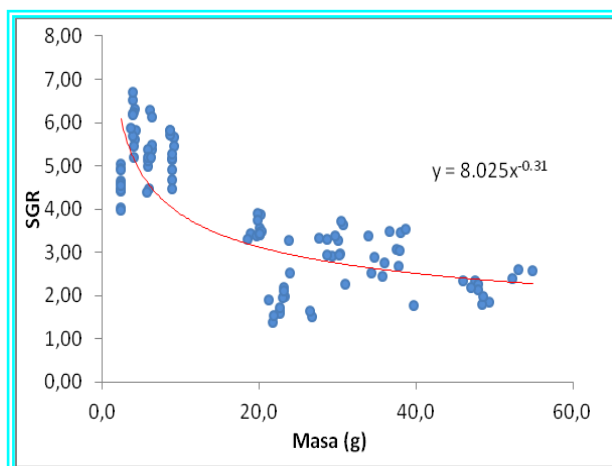


Figura 6.8. Model de regresie tip putere pentru caracterizarea relației SGR – masă

Pentru această perioadă ecuația de regresie este de forma:

$$\text{SGR} = 8.025 W^{-0.31}$$

În acest caz 61,6 % din variabilitatea variabilei dependente SGR este explicată de variabila independentă (masă) inclusă în model. Testarea Anova validează modelul ($p=0.000$), coeficienții fiind, de asemenea, considerați potriviți pentru descrierea ecuației de regresie (Testul T, $p<0,05$).

Tabelul 6.16.

Tablou sintetic privind indicatorii statistici ai modelului:^b

R	R ²	R ² ajustat	Eroarea standard
0.785	0.616	0.612	0.947

^bVariabila dependenta: SGR

Prin intermediul acestui tip de model se poate face și o estimare a masei individuale medii în funcție de valoarea SGR. În cazul de față, valoarea masei estimate reflectă îndeaproape valoarea masei reale, măsurate în intervalul precizat (**Figura 6.9.**).

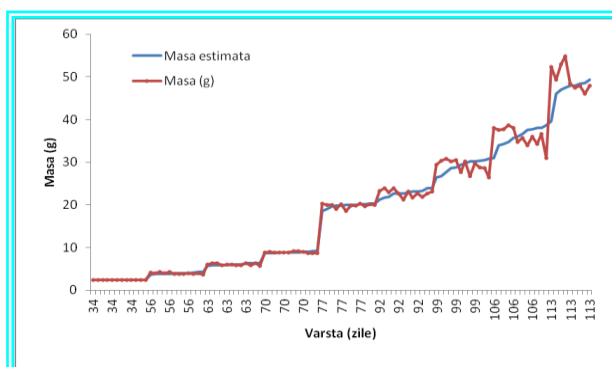


Figura 6.9. Dinamica masei individuale estimate versus masa reală

Capitolul VII. CONCLUZII GENERALE, CONTRIBUȚII PERSONALE, DIRECȚII ULTERIOARE DE CERCETARE

Acvacultura intensivă practică în sisteme recirculante cu un ridicat grad de control a calității mediului de cultură a devenit, în ultimii ani o industrie cu caracter multinațional, preconizându-se ca până în anul 2030 rata medie anuală de creștere a acestui sector să nu scadă sub 4%.

Dezvoltarea acvaculturii sturionilor în sisteme recirculante, prezintă un potențial remarcabil de dezvoltare presupune, între altele, rezolvarea unei multitudini de probleme de profitabilitate, menținere a integrității mediului înconjurător și calitate a produselor.

Aceste probleme, necesită, în primul rând, optimizarea managementului tehnologic în privința folosirii unor instrumente precise de predicție a dinamicii creșterii biomasei de cultură și a unor procedee performante de control a calității apei

În acest sens, cercetarea abordată în cadrul prezentei teze are ca principal deziderat elaborarea unui prim model de creștere a puietului de păstrugă în condițiile creșterii în sisteme performante de acvacultură industrială, recirculante și flow-through.

Cunoscut fiind faptul că dinamica creșterii unei biomase de cultură depinde primordial de trei factori, anume calitatea mediului, performanța productivă a speciei și calitatea hranei, un model complex al creșterii presupune o integrare sinergică a unui număr însemnat de variabile legate de cei trei factori amintiți.

În contextul actual al cunoașterii și în baza unei evaluări critice a oportunităților oferite de infrastructura de cercetare disponibilă, studiile și cercetările întreprinse în cadrul tezei de doctorat au avut drept scop elaborarea unui model al creșterii puietului de păstrugă în raport cu un principal/controlabil/cuantificabil parametru tehnologic, anume intensitatea hrănirii.

În strânsă legătură cu obiectivul principal al tezei, au fost abordate și o serie de experimente complementare acestuia care au furnizat o multitudine de informații în baza cărora modelul de creștere elaborat poate fi aplicat în diferite contexte tehnologice.

În urma cercetărilor efectuate, s-au desprins concluzii importante, cu caracter aplicativ, în legătură cu potențialul de creștere a puietului de păstrugă *Acipenser stellatus*, (Pallas, 1771) în condiții unor sisteme industriale. Astfel, în capitolul III s-a prezentat evoluția indicatorilor de performanță a creșterii puietului de păstrugă pentru diferite strategii de management nutrițional după cum urmează: intensitatea de hrănire; frecvența de administrare a hranei, niveluri proteice diferite, concentrații diferite de vitamina C și probiotic comercial Betaplus®Ultra.

În ceea ce privește performanța creșterii în cazul aplicării diferitelor **intensități de hrănire** la anumite stadii de dezvoltare a puietului de păstrugă s-au putut observa următoarele:

pentru puietul cu o vârstă de 5 luni de la eclozare intensificarea hrănirii de la 1,1%BW/zi la 2,2% BW/zi conduce la o creștere, pe măsură, a sporului de creștere, aspect notabil în condițiile în care și randamentul conversiei hranei este superior. De asemenea, indicatorii superiori de performanță ai creșterii exprimă o plasticitate tehnologică ridicată a puietului de păstrugă obținut prin reproducere artificială a unui lot de reproducători obținut prin activitate de acvacultură, nu prin capturare din mediul natural.

Rezultatele experimentale obținute au o valoare aplicativă aparte, cunoscută fiind importanța stării de condiție/robusteții relative, a vigurozității puietului în dezvoltarea sa ulterioară, până la atingerea taliei comercializabile, în condiții de asigurare a eficienței economice.

Așadar, rezultatele obținute în acest studiu se alinează altor cercetări ce au în vedere faptul că hrănirea sub un nivel optim, în oricare etapă de creștere, influențează negativ nivelul de sațietate, conducând la o concurență mai mare la hrană ceea ce presupune un consum

energetic ridicat, acesta finalizandu-se cu diferențe în valorificarea furajului și totodată cu creșterea heterogenității biomasei de cultură.

▶ pentru puietul cu o vârstă de 7 luni de la eclozare o concluzie, cu o importantă conotație aplicativă, se referă la un sugestiv parametru de performanță a creșterii, anume sporul zilnic de creștere (SGR). Rezultatul experimentului nostru indică, în această privință, faptul că la o intensitate a hrănirii de 2,5-3% BW/zi creșterea biomasei de cultură performează în ceea ce privește SGR-ul. Și în ceea ce privește randamentul conversiei hranei, respectiv al reținerii proteinei o intensitate a hrănirii cuprinsă în ecartul 2,5-3% BW/zi s-a dovedit a fi superioară celorlalte intensități de hrănire experimentate.

Caracterizarea alometrică a loturilor experimentale a evidențiat o îmbunătățire a robusteții relative pentru lotul furajat cu o intensitate a hrănirii de 2,5% BW/zi.

În ceea ce privește variabilitatea loturilor se poate afirma, că o intensitate mai mare a hrănirii se constituie într-un important factor stresor indirect ce favorizează creșterea heterogenității.

Concluzia generală a experimentului privind evaluarea influenței intensității hrănirii asupra dinamicii creșterii puietului de sturion în vârstă de 7 luni este aceea că atât în ceea ce privește parametrii de performanță cât și pe cei referitori la heterogenitate sau starea de condiție, este aceea că intensitatea hrănirii de 2,5- 3% BW/zi s-a dovedit a fi cea mai performantă.

▶ pentru puietul cu o vârstă de 9 luni de la eclozare în cazul indicatorilor de performanță a creșterii (IWG, GR și SGR), s-a evidențiat o directă proporționalitate între intensitatea hrănirii și aceștia, pe când, în ceea ce privește, indicatorilor de eficiență a hrănirii și reținere a proteinei (FCR și PER) se poate observa o relație de indirectă proporționalitate între valorile indicatorilor și intensitatea de hrănire.

Conform reprezentării grafice a raportului lungime- masă s-a putut desprinde ideea că în toate cele patru variante experimentale masa individuală a sporit mai mult decât lungimea totală.

Deși rezultatele indică o creștere a heterogenității lotului hrănit la o intensitate de 1,6% BW/zi, la finalul acestui experiment nu se poate iniția ideea că a existat o influență a intensității de hrănire asupra variabilității loturilor experimentale, deoarece această scădere a heterogenității nu s-a manifestat și în cazul scăderii intensității de furajare la 1,3% BW/zi.

În cazul experimentului ce are ca variabilă **frecvența administrării hranei**, conform datelor obținute în ceea ce privește parametri de performanță a creșterii se poate iniția concluzia generală că între un program de hrănire cu 2 mese/ zi (V_1) și unul cu 4 mese/zi (V_2) nu se observă o diferență apreciabilă a indicatorilor de performanță a creșterii. Cu toate acestea, s-au putut observa valori sensibil mai mari în cazul administrării a 4 mese/zi.

Așadar, în urma acestui experiment putem conchide că frecvența hrănirii nu influențează în mod evident indicatori biotehnologici de creștere. De asemenea, sporul de creștere are valori apropiate pentru ambele variante, dar structura biomasei de cultură diferă conform factorului dintre lungime și masă, în sensul că robustețe relativă a fost sensibil mai bună în cazul materialului biologic hrănit mai rar – 2 mese/zi ceea ce indică o sporire a masei individuale față de lungime.

În ceea ce privește performanța creșterii, în cazul celor două experimente în care s-au testat variate **niveluri proteice** în cazul a două stadii de vârstă diferite se pot afirma următoarele:

▶ pentru puietul cu o vârstă de 3 luni de la eclozare, conform prezentului experiment cu caracter preliminar putem concluziona că materialul biologic hrănit cu furajul cu un conținut proteic mai ridicat (64% PB) prezintă valori sensibil egale ale ratei de creștere (SGR, GR) cu cel căruia i s-a administrat un furaj cu un conținut proteic mai redus (41% PB), și prin urmare o mai slabă utilizarea a proteinelor din hrană; afirmație susținută totodată de valorile indicatorului PER, semnificativ mai mare în varianta cu 41%PB în comparație cu varianta în

care PB a fost de 64%. De asemenea, randamentul conversiei hranei exprimat prin parametrul FCR, este sensibil egal în ambele variante experimentale.

În ceea ce privește condiția/robustețea relativă a materialului biologic se poate concluziona că rezultatele obținute sunt similare celor de la performanța creșterii; astfel, cele două loturi experimentale prezintă o condiție/ robustețe relativă asemănătoare.

Coroborând concluziile desprinse în urma analizei datelor obținute în urma acestui experiment cu caracter preliminar se poate formula recomandarea că furajele cu proteină mare utilizate pentru puietul de sturioni în ferme trebuie să fie evaluate din perspectivă economică, pentru ca astfel de situații, unde maximizarea nivelului proteic nu conduce la performanțe de creștere, să nu se reflecte la nivel industrial.

În cazul puietului de păstrugă cu o vârstă de 9 luni cea mai importantă concluzie, ce este generată în urma analizei datelor obținute din acest experiment este aceea că în condițiile unei supraviețuiri maxime, dinamica biomasei de cultură înregistrată pentru cele două variante experimentale, ce diferă prin nivelul proteic din furajele administrate, indică o creștere mai bună în varianta cu un conținut proteic mai mare (50% PB). De asemenea, rata specifică de creștere și indicatorii de eficiență și reținere a hranei au înregistrat valori superioare în cazul variantei unde s-a administrat furaj cu un conținut proteic de 50 % PB.

O altă concluzie importantă ce indică o evoluție apreciabilă a lotului experimental hrănit cu un furaj cu nivel proteic de 50%PB se referă la evaluarea loturilor experimentale din punct de vedere al variației claselor de masă individuală.

Și în ceea ce privește caracterizarea alometrică a biomasei de cultură s-a putut aprecia o condiție/robustețe relativă favorabilă în cazul materialului biologic hrănit cu un furaj cu un conținut proteic superior (50%).

Așadar, dacă pentru puietul de păstrugă în experimentul precedent un furaj de 64% nu părea a fi fezabil față de cel de 41%, în urma prezentului experiment putem spune că un nivel proteic de 50% nu este excedentar din punct de vedere al creșterii.

În cazul *influenței concentrațiilor diferite de vitamina C* asupra indicatorilor biotehnologici rezultatele obținute pentru puietul de păstrugă în vârstă de 9 luni crescută într-un sistem recirculant au arătat că o concentrație de până la 400 mg AA/ kg furaj are implicații la nivelul indicatorilor tehnologici de performanță a creșterii. Astfel, s-a observat o relație de inversă proporționalitate între indicatorii de performanță ai creșterii și conținutul de AA din furaj. Similar, concentrațiile de AA au reprezentat un factor decisiv în variația indicatorilor de eficiență a hrănirii și reținere a proteinei prezentând și în cazul acestora tot o relație de inversă proporționalitate.

Caracterizarea alometrică a puietului de păstrugă, nu este influențată în mod evident de concentrația diferită a AA. Însă un alt criteriu de apreciere a condiției biomasei de cultură a indicat accentuarea heterogenității lotului furajat cu un conținut mai ridicat de AA dar și a lotului martor ce a fost hrănit cu furaj fără AA.

Concentrațiile mai mici de AA (200-400mg/kg furaj) au influențat pozitiv creșterea materialului biologic de cultură, drept urmare conform acestui experiment pot fi considerate ca fiind adecvate puietului de păstrugă, cercetări viitoare ar putea evalua concentrații mai scăzute ce ar putea fi considerate optime. De asemenea pentru majoritatea speciilor de pești concentrațiile recomandate de unii autori (Viviane Verlhac,2005) de AA se regăsesc în ecartul 150-250 mg AA/ kg furaj iar conform Consiliului de cercetare din Belgia, 1993 concentrațiile optime pentru puietul de pește variază între 25-50 mg AA/ kg furaj(Merchie, 1997

Dinamica creșterii biomasei de cultură în cazul experimentului, în care s-a studiat *influența concentrațiilor diferite de probiotic comercial Betaplus®Ultra*, respectă aceleași tendințe în cazul majorității indicatorilor de performanță indicând cele mai bune valori în cea de-a doua variantă experimentală ($2,56 \times 10^{13}$ CFU/kg furaj). Deasemenea cele mai diminuate valori în ceea ce privește indicatorii de performanță ai creșterii s-au înregistrat în varianta V₆, unde nu s-a administrat probiotic.

O privire de ansamblu a dinamicii biomasei de cultură în timp a arătat că aceasta a crescut mai bine în primele etape ale experimentului în comparație cu etapele finale, dat fiind și ritmul de creștere mai alert al stadiilor mai mici de viață.

Indicatorii ce exprimă creșterea IWG și SGR nu au prezentat diferențe semnificative între variante, înregistrând valori sensibil mai mari în V_2 .

Sporul individual de creștere IWG a înregistrat valori nesemnificativ mai mari în ultimele etape ale experimentului, însă rata specifică de creștere SGR a avut valori sensibil mai mari în primele etape ale experimentului.

În ceea ce privește eficiența hrănirii, exprimată prin FCR și reținerea proteinelor, indicată de PER se poate observa aceeași creștere nesemnificativă ($p > 0,05$) în ce de-a doua variantă a experimentului și scădere nesemnificativă în cazul variantei unde nu s-a administrat probiotic. Astfel conform dezideratului anterior se pot confirma indicațiile producătorului cu privire la rolul pozitiv al substanței probiotice de a sporii eficiența hrănirii și reținerea proteinei.

În cazul mortalităților concluzia generală arată că diferitele concentrații de probiotic nu influențează mortalitatea și că administrarea de probiotic favorizează supraviețuirea.

Prin urmare, conform acestui experiment o concentrație de $2,56 \times 10^{13}$ CFU/kg a probioticului comercial **BetaPlus® Ultra** reprezintă o valoare optimă pentru favorizarea creșterii, eficienței la hrănire și reținerii de proteine a postlarvelor de păstrugă mai mari de un gram.

Cel de al IV-lea capitol al prezentei lucrări tratează aspecte cu privire la influența densității de stocare asupra puietului de păstrugă crescut într-un sistem industrial flow-through. În acest capitol au fost prezentate două experimente ce diferă din punct de vedere al vârstei puietului de păstrugă dar și al designului experimental.

În cazul primului experiment, conform analizei datelor de performanță a creșterii, **puietului de păstrugă în vârstă de 2 luni de la eclozare menținut în condiții diferite ale densității de stocare** putem afirma că sistemul industrial flow-trough deține un bun potențial bioproductiv de creștere al sturionilor. Totodată, s-a mai evidențiat faptul că parametrii de calitate ai apei din sistem nu au fost afectați de creșterea densității de stocare.

De asemenea, cu ajutorul indicatorilor de performanță putem consolida ideea că sturionii sunt pești ce dețin capacitatea de a converti hrana în mod eficient. Astfel, ca argument evident în cazul prezentului experiment au fost valorile subunitare ale FCR-ului mai ales în varianta cu densitate de stocare mai mică și în primele etape ale experimentului. Deși nu au existat diferențe semnificative din punct de vedere statistic, între variantele experimentului, atât în privința creșterii cât și în cea a eficienței hrănirii și a reținerii nutrienților s-au putut observa valori mai bune în cazul variantei V_1 (cu densitatea de stocare mai mică).

În ceea ce privește analiza indicatorilor de performanță a creșterii prin prisma etapelor experimentale impuse de managementul nutrițional se poate spune că densitatea de stocare influențează creșterea materialului biologic în timp. Deși mortalitatea nu a avut valori mari de-a lungul perioadei experimentale au existat diferențe semnificative atât între variante cât și între etapele experimentale. Astfel se poate spune că pentru puietul de păstrugă o creștere a densității de stocare poate duce la creșterea mortalităților în timp. Respectând tendința indicatorilor de performanță ai creșterii valorile coeficienților ce caracterizează starea de condiție/robustețe relativă a lotului experimental nu au prezentat diferențe semnificative între variantele experimentale.

Al doilea experiment vizează aspecte cu privire la **influența densității de stocare asupra performanței de creștere a puietului păstrugă în vârstă de 7 luni de la eclozare**.

Rezultatele obținute în urma acestui experiment arată că diferențele mici dintre densitățile de stocare testate nu influențează creșterea materialului biologic de cultură. Astfel, s-au observat diferențe nesemnificative între indicatorii de creștere pentru primele trei loturi experimentale (B_1 -18,69 kg m⁻³, B_2 -20,37 kg m⁻³, B_3 -23,33 kg m⁻³). Însă, în ceea ce privește,

performanța de creșteri s-a observat o diminuare a acesteia pentru lotul experimental B₄ - 28,57 kg m⁻³ tendință păstrată și de robustețea relativă a peștilor.

Prin urmare în concordanță cu literatura de specialitate (Steffens et al. 1990; Ronayi et al. 1990) densități de până la 25 kg m⁻³ sunt densități de stocare acceptabile pentru sturioni în condițiile unui sistem industrial de creștere.

Instalarea unei ușoare heterogenități a loturilor experimentale nu reprezintă întocmai un efect al densității de stocare aceasta fiind datorată și altori factori printre care se pot număra: structura inițială a lotului, variabilitatea genetică, dinamica parametrilor fizico-chimici de calitate a apei, hidrodinamica la nivelul bazinelor, etc.

Din punct de vedere al calității apei, în cazul de față, date fiind caracteristicile sistemului industrial flow-trough și contrar literaturii de specialitate densitatea de stocare nu a influențat în mod evident parametrii fizico-chimici monitorizați.

Pentru aprecierea bunăstării puietului de păstrugă în capitolul al V-lea al prezentei lucrări s-au cuantificat și interpretat indicatorii hematologici, biochimici ai sângelui și după caz s-au studiat frotiurile sanguine din cadrul diferitelor experimente tehnologice.

În cazul experimentelor de *intensitate a administrării hranei*, majoritatea indicatorilor seriei eritrocitare nu s-au corelat, printr-o tendință evidentă de creștere sau scădere.

Însă, hemoglobina, important indicator al integrității fiziologice a peștilor, a prezentat, pentru ambele experimente, o tendință de scădere în cazul variantelor hrănite la o intensitate mai mică, situație confirmată de valorile găsite în literatura de specialitate ce subliniază variația hemoglobinei odată cu regimul alimentar aplicat.

Prin urmare o concluzie generală ce se desprinde în cazul variației intensității de hrănire este aceea că examenul hematologic al exemplarelor de *Acipenser stellatus* a evidențiat un răspuns adaptativ al materialului biologic atât în cazul unui excedent de furaj cât și în cazul unei cantități mai mici de hrană.

De asemenea, starea fiziologică se corelează cu performanța creșterii materialului biologic de cultură care a prezentat atât o creștere cât și o eficiență mai bună la hrănire pentru intensitățile de 2,5-3%BW/zi în cazul puietului de păstrugă cu vârsta de 7 luni de la eclozare, respectiv o eficiență tehnologică superioară la intensitatea de 1,9-2,2%BW/zi pentru puietul cu vârsta de 9 luni de la eclozare.

Corelarea datelor obținute în urma analizei indicatorii tehnologici de performanță a creșterii, reacției eritrocitare și leucocitare a puietului de păstrugă *hrănit la diferite frecvențe* indică atât o creștere și implicit o stare fiziologică mai bună a exemplarelor furajate mai des (de 4 ori pe zi).

Atât valorile indicatorilor hematologici cât și cele ale constantele eritrocitare pentru puietul de păstrugă hrănit la diferite perioade de timp s-au încadrat în limitele normale pentru sturioni, fără să indice diferențe semnificative între cele două variante.

Dintre indicatorii biochimici ai sângelui evaluați, glucoza a crescut semnificativ în varianta experimentală în care s-au administrat doar două mese pe zi, însă valorile medii obținute se încadrează în intervalul normal pentru păstrugă.

Leucogramele obținute pentru puietul de păstrugă hrănit la diferite frecvențe de administrare a hranei nu au indicat variații mari între cele două variante de lucru și sunt comparabile cu cele raportate și de alți autori pentru sturioni. Tendința numărului absolut al celulelor albe este în mare parte de creștere semnificativă în varianta hrănită mai rar, ceea ce ne indică faptul că valorile crescute ale limfocitelor monocitelor, neutrofilelor, eozinofilelor și bazofilelor reprezintă răspunsul adaptativ al puietului de păstrugă la o distribuție mai rară a unei cantități mai mari de hrană. În aceeași măsură, reacția trombocitară respectă tendința reacției eritrocitare indicând de asemenea răspunsul adaptativ al puietului de păstrugă la frecvența diferită de hrănire.

Deși ne semnificative din punct de vedere statistic, datele obținute în urma analizei indicatorilor hematologici și a reacției eritrocitare, a puietului de păstrugă hrănit cu *furaje cu*

un conținut proteic diferit (50%PB și 41%PB), indică o stare fiziologică sensibil mai bună pentru varianta hrănită cu furajul superior din punct de vedere proteic, ceea ce se corelează cu indicatorii de performanță a creșterii și cu cei de eficiență a hrănirii.

Indicatorii hematologici și constantele eritrocitare arată o stare fiziologică normală și în cazul materialului biologic hrănit cu furajul de 41% proteine, ceea ce indică asigurarea sănătății metabolice în cazul ambelor furaje admistrate.

Astfel, apreciem faptul că intervalul proteic cuprins între 41-50% satisface cerințele nutriționale ale puietului de păstrugă de peste 100 g (în vârstă de 9 luni de la eclozare) atât din punct de vedere al performanței de creștere cât și al menținerii sănătății metabolice.

În ceea ce privește *influența vitaminei C asupra stării fiziologice a puietului de păstrugă*, datele examenului hematologic se corelează cu cele de performanță a creșterii deoarece atât indicatorii hematologici cât și cei de performanță a creșterii au valori superioare în variantele experimentale unde s-a administrat acid ascorbic în furaje. Așadar, indicatorii hematologici și constantele eritrocitare au înregistrat valori ce au indicat o ușoară îmbunătățire a stării fiziologice a materialului biologic hrănit cu furaje aditivate cu acid ascorbic. Contrar, însă în varianta martor, s-a putut observa o scădere a numărului de eritrocite, a hematocritului și a hemoglobinei aproape de limită ceea ce poate indica instalarea unei ușoare anemii provocată de lipsa vitaminei C din alimentație.

Indicatorii biochimici ai sângelui au înregistrat valori sensibil mai mari în varianta V₁ unde s-a administrat o concentrație de 200 mg AA/kg furaj ceea ce indică o stare fiziologică mai bună a materialului de cultură.

Leucogramele finale ale experimentului indică o creștere a valorii mediei procentuale a granulocitelor (neutrofile, eozinofile și bazofie) în varianta martor ceea ce arată un răspuns adaptativ al apărării nespecifice a puietului de păstrugă care a fost privat de vitamina C.

Analiza numărului absolut a limfocitelor precum și a diferitelor tipuri de leucocite din sângele circulant a evidențiat valori mai scăzute pentru varianta martor față de variantele experimentale unde hrana a fost aditivată cu AA și valori maxime în cazul V₂ unde concentrația de acid ascorbic a fost de 400 mg AA/kg furaj.

Așadar, în urma evaluării aspectelor fiziologice ale sângelui s-a putut confirma datele obținute la analiza indicatorilor de creștere și eficiență a hrănirii care au evidențiat rezultate mai bune în cazul puietului de păstrugă hrănit cu furaj aditivat cu o doză de 200 - 400 mg AA/kg furaj.

În cazul prezentului experiment rolul esențial al vitaminei C în hrana puietului de păstrugă este dat de: creșterea eficienței la hrănire ceea ce indică o activare a funcțiilor metabolice și de îmbunătățire a indicatorilor hematologici ceea ce arată o stare fiziologică superioară.

La modul general, conform datelor obținute în urma examenului hematologic al puietului de păstrugă de o lună se poate spune că *aditivarea furajelor cu probioticul comercial BetaPlus®Ultra* a îmbunătățit starea fiziologică a materialului biologic de cultură.

Așadar, la finalul perioadei experimentale indicatorii eritrocitari au avut o tendință de creștere în limite normale, ceea ce sugerează o îmbunătățire a stării fiziologice a materialului biologic de cultură cărui i s-a administrat probiotic. De asemenea, variația constantelor eritrocitare a indicat o corelație bună a indicatorilor hematologici.

Indicatorii biochimici nu au prezentat variații semnificative între variantele experimentului, având valori normale, ceea ce arată un statut nutrițional superior al materialului biologic de cultură.

Dinamica numărului relativ al leucocitelor a indicat o creștere nesemnificativă a limfocitelor și eozinofilelor în variantele de lucru unde s-a administrat probiotic. Variația numărului absolut a celulelor albe evidențiază o creștere nesemnificativă a tuturor leucocitelor ce conduce la creșterea: limfocitelor, neutrofilelor, eozinofilelor și monocitelor în cazul variantelor experimentale unde s-a administrat probiotice. Modificările tabloului leucocitar și mai cu seamă creșterea numărului de fagocite mono și polimorfonucleate

reprezintă efectul administrării probioticelor. Reacția trombocitară păstrează tendința reacției eritrocitare și leucocitare indicând o creștere a numărului absolut de trombocite în variantele unde s-a administrat probiotic.

De punctat este faptul că în cazul numărului absolut al trombocitelor a existat o creștere semnificativă ceea ce indică stimularea imunității nespecifice a puietului de păstrugă în vârstă de o lună de la eclozare.

În concluzie, utilizarea probioticului **BetaPlus®Ultra** în primele etape ale dezvoltării larvare conduce la stimularea imunității nespecifice a păstrugii. Ca și în cazul indicatorilor de creștere și eficiență a hrănirii tabloul hematologic indică, în ansamblu, valori favorabile primelor două concentrații de probiotic comercial **BetaPlus®Ultra**

În cazul ambelor experimente în care variabila testată a reprezentat *densitatea de stocare* nu s-au observat nici în cazul indicatorilor de performanță a creșterii dar nici a celor hematologici o relație clară de interdependență a densităților de stocare cu creșterea și implicit cu starea fiziologică a materialului de cultură.

Așadar numărul mediu de eritrocite se corelează în cazul ambelor experimente având aceeași tendință de creștere la densități de stocare superioare.

Valorile hematocritului pentru cele două experimente evidențiază o situație incertă deoarece în primul experiment (al puietului de două 2 de la eclozare) prezintă tendința de scădere semnificativă odată cu creșterea densității de stocare pe când în cel de al doilea (al puietului de păstrugă cu vârsta de 7 luni de la eclozare) Ht înregistrează cea mai mare valoare în cazul densității de stocare superioare.

Hemoglobina, în general crește odată cu densitatea de stocare atunci când datorită aglomerării materialului biologic scade conținutul de oxigen și poate să scadă în cazul stresului și al îmbolnăvirilor. Așadar în cazul primului experiment hemoglobina a scăzut odată cu creșterea densității de stocare înregistrând valori mari pentru sturioni, ceea ce indică cel mai probabil existența unui stres fizic, produs ca urmare a manipulării materialului biologic. În experimentul cu puiet de păstrugă în vârstă de 7 luni de la eclozare, hemoglobina crește nesemnificativ odată cu creșterea densității de stocare.

Constantele eritocitare derivate din indicatorii hematologici indică existența unei corelații între numărul de eritrocite, hemoglobină și hematocrit.

În primul experiment, volumul eritocitar mediu scade semnificativ în cazul variantei cu o densitate de populare superioară. VEM pentru cel de al doilea experiment prezintă o variație semnificativă între momentul inițial și valorile finale și nesemnificativă între valorile finale, înregistrează totodată valori maxime la demararea experimentului și pentru varianta V₂.

Hemoglobina eritocitară medie prezintă o tendință clară de scădere nesemnificativă în cazul primului experiment, iar pentru al doilea experiment putem spune că se poate observă tot o tendință de scădere. Variația HEM indică o reacție de compensare a numărului mai mic de eritrocite prin creșterea cantității de hemoglobină corespunzătoare fiecărei celule.

Concentrația de hemoglobină medie prezintă o tendință de creștere odată cu densitatea de stocare pentru ambele variante, ceea ce arată că răspunsul fiziologic al organismului peștilor la stresorul tehnologic reprezentat de densitatea de stocare este concretizat prin favorizarea încărcării eritrocitelor cu hemoglobină.

Indicatorii biochimici ai sângelui au prezentat variații ce nu au s-au putut corela, în mod evident, cu diferitele densități de stocare testate în cadrul celor două experimente. Glucoza a înregistrat valori anormal de mari în cazul primului experiment datorate cel mai posibil manipulării. În experimentul al doilea glucoza serică a crescut odată cu densitatea de stocare. Proteinele serice totale au scăzut nesemnificativ în cazul primului experiment și semnificativ pentru cel de al doilea la densitățile de stocare superioare.

În capitolul al VI-lea s-au prelucrat statistic o parte din datele de performanță a creșterii pentru obținerea a două modele de regresie liniară multiplă a FCR-ului în funcție câteva variabile independente (vârstă, masă medie inițială/finală și intensitate a hrănirii) și trei

ecuații pentru estimare a FCR-ului, RGR-ului și SGR-ului în funcție de vârstă sau masă. Aceste modele de predicție a indicatorilor de performanță a creșterii sau masei finale pot oferi specialiștilor dar și potențialilor investitori un grad ridicat de precizie în realizarea previziunilor de creștere a puietului de păstrugă în cadrul unui sistem industrial (recirculant sau flow-through).

Așadar, cu ajutorul ecuațiilor generate în acest capitol se va putea prevedea cu un grad de precizie ridicat viitoarele producții de puiet de păstrugă și/ sau informații importante cu privire la eficiența hrănirii pentru anumite intensități aplicate materialului biologic de cultură.

În contextul celor menționate până acum, considerăm că cercetările privind elaborarea modelului creșterii păstrugii *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771), necesită continuitate având în vedere importanța dezvoltării sturioniculturii în sisteme de creștere industriale, de tipul celor recirculante, pentru acvacultura din România.

Dintre direcțiile de cercetare pe care le întrevădem a fi necesare de continuat, putem menționa:

- ✚ stabilirea unor modele similare pentru următoarele etape de creștere ;
- ✚ crearea unor soft-uri ce ar putea avea la bază ecuațiile generate de modelele elaborate până acum;
- ✚ fundamentarea capacității portante a sistemelor recirculante din acvacultura industrială;
- ✚ dezvoltarea unor tehnici avansate de control pentru optimizarea managementului tehnologic și operațional al sistemelor recirculante de acvacultură industrială
- ✚ evaluarea efectului probioticelor comerciale asupra microbiotei puietului de păstrugă și a calității produsului de cultură;
- ✚ evaluarea efectului fitobioticelor și a altor substanțe cu rol în îmbunătățirea confortului tehnologic, a stării de sănătate și performanței de creștere a sturionilor ;
- ✚ evaluarea fezabilității economice a sistemelor recirculante pentru diferite specii de sturioni.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. **Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Khattab, Y.A.E., Shalaby, A.M.E.,** 2010. Effect of dietary protein level, initial bodyweight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture* **298**, 267–274.
2. **Adams, S.M.,** 2002, Biological indicators of aquatic ecosystem stress: Bethesda, MD, American Fisheries Society
3. **Aderolu A. Z., Seriki B. M., Apatira A.L., Ajaegbo C.U.,** 2010: Effect of feeding frequency on growth, feed efficiency and economic viability of rearing African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerlings and juveniles, *African Journal of Food Science*, 4(5), p 286-290.
4. **Al-Dohail MA, Hashim R, Aliyu-Paiko M.,** 2009, Effects of the probiotic, *Lactobacillus acidophilus*, on the growth performance, haematology parameters and immunoglobulin concentration in African Catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerling. *Aquac Res* 2009;40:1642-1652.
5. **Anbarasu, K., Chandran, M.R.,** 2001. Effects of ascorbic acid on the immuneresponses of the catfish *Mystus gulio* (Hamilton), to different bacterions of *Aeromonas hydrophila*. *Fish Shellfish Immunol.* 11, 347–355.
6. **Asdell, A. ,1946,** Comparative chronological age in man and other animals. *Journal of Gerontology* 1,224-226;
7. **Aly S.M., Y.A. Ahmed A.A., Ghareeb and M.F. Mohamed,** 2008 Studies on *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus*, as a potential probiotics, on the immune response and resistance of tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) to challenge infections. *Fish Shellfish Immunol.*,25: 128-136
8. **S.O. Ayoola, E.K. Ajani and O.F. Fashae,** 2013, Effect of Probiotics (*Lactobacillus* and *Bifidobacterium*) on Growth Performance and Hematological Profile of *Clarias gariepinus* Juveniles, *World Journal of Fish and Marine Sciences*, Volume 5 Number (1).
9. **Balcazar JL, de Blas I, Ruiz-Zarzuola I, Cunningham D, Vendrell D, Muzquiz JL.,** 2006 The role of probiotics in aquaculture. *Vet Microbiol* 114:173-186
10. **Bains, B.S.,** 1996. The role of vitamin C in stress management. *Misset World Poultry*. 12, 38–41.

11. **Bancu Ionica**, 2012 Cercetări privind evaluarea plasticității tehnologice a puietului de crap , *Cyprinus carpio* (Linnaeus,1758), în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrială, Teză de doctorat
12. **Barton, B.A.**, 2002. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integr. Comp. Biol.* 42,517–525.
13. **Bogut, I., Milakovic, Z., Bukvic, Z., Brkic, S. & Zimmer, R.**, 1998, Influence of probiotic *Streptococcus faecium* M74 on growth and content of intestinal microflora in carp *Cyprinus carpio*. *Czech J. Anim. Sci.*, 43, 231–235
14. **Balcazar, J. L., I. de Blas, I. Ruiz-Zarzuola, D.Vendrell, A. C. Calvo, I. Marquez and J. L.Girones**, 2007. Changes in intestinal microbiota and humoral immune response following probiotic administration in brown trout (*Salmo trutta*). *British J. Nut.*, **97**: 522-527.
15. **Bascinar N., Okumus I., Bascinar N.S., Saglam H.E.**, 2001: The influence of daily feeding frequency on growth and feed consumption of rainbow trout fingerlings (*Oncorhynchus mykiss*) reared at 18,5-22,5 °C, *Bamidgeh* 53, p 80-83.
16. **Bădălan C.**, 2012 Cercetări privind evaluarea plasticității tehnologice a speciei *Acipenser ruthenus* (Linne,1758), în condițiile unui sistem recirculant de acvacultură industrial-Teză de doctorat;
17. **Bârză, H.**, 1985, Ghid de hematologie a animalelor în creșterea intensivă, Ed. Ceres, 143 p;
18. **Barbosa, M.C., A. Jatobá, F.d.N. Vieira, B.C. Silva, J.L.P. Mourino, E.R. Andreatta, W.Q. Seiffert and V.R. Cerqueira**, 2011. Cultivation of juvenile fat snook (*Centropomus parallelus* Poey, 1860) fed probiotic in laboratory conditions. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 54(4): 795-801.
19. **Blancheton J.P., E. Roque d'Orbcastel, Verreth J.A.J.**, 2010, New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering* Vol. 43, Nr. 3, p: 83-93;
20. **Blancheton J.P.**,2000 – Development in recirculation systems for Mediterranean fish species – *Aquacultural Engineering*, **22**: 17-31.
21. **Borzenko, M.P.** 1942. Caspian stellate sturgeon (systematics, biology and fisheries). *Izvestia Azerbajankaya Nauchno-Issledovatel`skaya Stantsyya*, 7:3–114.
22. **Broom, D.M.**, 1997. Welfare evaluation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54, 21–23.
23. **Broom, D.M.**, 1988, The concept of stress and welfare. *Recueil De Medecine Veterinaire* 164, 715–721

24. **Billard, R. & Lecointre, G.** 2002. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 355–392.
25. **Buddington R.K, Doroshov S.I.**, 1984. Feeding trials with hatchery produced white sturgeon (*Acipenser trasmontanus*) *Aquaculture* 36: 237-243 **Buchtíková S, Vetešníková Šimková A, Rohlenová K, Flajšhans M, Lojek A, Esa-Matti Lilius, Hyršl P**, 2011, The seasonal changes in innate immunity of the common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* **318**:169-175;
26. **Buchtíková S, Vetešníková Šimková A, Rohlenová K, Flajšhans M, Lojek A, Esa-Matti Lilius, Hyršl P**, 2011, The seasonal changes in innate immunity of the common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* **318**:169-175;
27. **Blaxhall P. C., Daisley K. W.**, 1973 Routine haematological methods for use fish blood. *J Fish Biol* 5(6), p 771-781
28. **Bronzi P., Rosenthal H., Gessner J.**: Global sturgeon aquaculture production: an overview, *Journal of Applied Ichthyology* **27**, 2011, p.169-175.
29. **Brunt, J. and Austin, B., 2005**, Use of a probiotic to control lactococcosis and streptococcosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J Fish Dis* **28**, 693–702.
30. **Carnevali, O.D., Sulpizio, L., Gioacchini, R., Olivotto, I.G. & Silvi, S.** (2006) Growth improvement by probiotic in European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*, L.), with particular attention to IGF-1, myostatin and cortisol gene expression. *Aquaculture*, 258, 430–438
31. **Cristea Victor, Grecu Iulia, Ceapă Cornel**,2002 *Ingineria sistemelor recirculante*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
32. **Cristea V., Grecu I., Ceapă C., Cristea V., Talpeș M., Roșu A.**, 2003. Research about *Acipenser stellatus* growth in super intensive system with aquarium units, *International Symposium „Euro-food”*, p.815-834.
33. **Carmona R., Domezian A., Garsia-Gallego M., Hernando J.A., Rodriguez F.&Ruiz-Rejon M.**, 2009: *Biology, Conservation and Development of Sturgeons*, Springer Press, Berlin, Germany, 467pp.
34. **Ceapă C.**, 2008, Sturgeon meat market –key issue for sturgeon aquaculture success, 2nd Annual Conference on Sturgeon Farming / 2008 -Warsaw, Poland
35. **Chebanov, M.S. & Billard, R.** 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquatic Living Resources*, 14: 375–381.

36. **Chen, S., Ning, Z., Malone, R. F.**, 1996. Aquaculture sludge treatment using an anaerobic and facultative lagoon system. International conference on recirculation technology, Roanoke, Virginia, Virginia-Tech.
37. **Chen, R., Lochmann, R., Goodwin, A., Praveen, K., Dabrowski, K., Lee, K.**, 2003. Alternative complement activity and resistance to heat stress in golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) are increased by dietary Vitamin C levels in excess of requirements for prevention of deficiency signs. *J. Nutr.* 133, 2281–2286.
38. **Chugunov, N.L. and N.I. Chugunova**, 1964. Comparative commercial and biological characteristics of sturgeons of the Azov Sea. *Trudy VNIRO* 52:87-182.
39. **Cui Y., Hung S.S.O., Deng D.F. and Yang Y.** 1997: Growth performance of juvenile white sturgeon as affected by feeding regimen, *The Progressive Fish-Culturist*, 59, p 31-35.
40. **Chen, S., Stechey, D., Malone, R. F.**, 1997. Suspended solids control in recirculating aquaculture systems. *Aquaculture water reuse systems: Engineering design and management*. M. B. Timmons and T. M. Losordo. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier. 27: 61-100.
41. **Chen, R., Lochmann, R., Goodwin, A., Praveen, K., Dabrowski, K., Lee, K.**, 2003. Alternative complement activity and resistance to heat stress in golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) are increased by dietary Vitamin C levels in excess of requirements for prevention of deficiency signs. *J. Nutr.* 133, 2281–2286.
42. **Chua T.E., Teng S.K.**, 1978: Effect of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, *Epinephelus tauvina* (Forsskal, 1775) cultured in floating net-cages, *Aquaculture*, 14, p 31-37.
43. **Clark, C. W.** 1976, *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*. Wiley-Interscience, New York. 352 pp.
44. **Cross ML**, 2002 Microbes versus microbes: immune signals generated by probiotic lactobacilli and their role in protection against microbial pathogens. *FEMS Immunol Med Microbiol* 34:245-253
45. **Cvancara, V. A.**, 1992. *Current References in Fish Research*, 17, 1-183.
46. **Dalmin, G., Kathiresan, K., Purushothaman, A.**, 2001. Effect of probiotics on bacterial population and health status of shrimp in culture pond ecosystem. *Indian J. Exp. Biol.* 39, 939–942.
47. **Davis, M.W., Olla, B.L.**, 1987. Aggression and variation in growth of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) juveniles in seawater: effects of limited rations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44, 192– 197.

-
- 48. Dediu L., Cristea V., Mocanu M., Dicu D., Docan A., Grecu I., 2011:** The effect of feeding frequency on growth performance of rainbow trout fingerlings reared in recirculating system, *AAFL Bioflux* 4(2), p 141-145.
- 49. De Silva S.S., Anderson, T.A., 1995:** Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall, London, UK, p. 334.
- 50. Davies O. A., Inko M.B., Tariah D. Amachree, 2006,** Growth response and survival of *Heterobranchus longifilis* fingerlings fed at different feeding frequencies. *African Journal of Biotechnology*, 5, p. 778-780
- 51. Davidson, J., Good, C., Welsh, C., Brazil, B., Summerfelt, S., 2009.** Heavy metal and waste metabolite accumulation and their potential effect on rainbow trout performance in a replicated water reuse system operated at low or high system flushing rates *Aquacult. Eng.* 41, 136-145
- 52. Dawkins, M.S., 1998.** Evolution and animal welfare. *Q. Rev. Biol.* 73, 305–328.
- 53. Derzhavin, A.N. 1922.** Stellate sturgeon. A biological essay. *Izvestiya Bakinskoi Ikhtiologicheskoi Laboratorii*, 1: 1–393.
- 54. Docan, A., Cristea, V., Dediu, L., 2011** Effect of feeding with different dietary protein level on hematological indices of juvenile Siberian sturgeon, *Acipenser baeri* reared under recirculating systems condition, *AAFL Bioflux* 4(2), p. 180-186;
- 55. Ebeling J., Jensen G., Losordo T., Masser M., McMullen J., Pfeiffer L., Rakocy J., Sette M., 1995.** Model Aquaculture Recirculation System (MARS), Department of Agricultural Education and Studies Iowa State University, Ames, Iowa 50011-1050, Preliminary Edition, pag 7
- 56. Eding, E.H., Kamstra, A., Verreth, J.A.J., Huisman, E.A., Klapwijk, A., 2006.** Design and operation of nitrifying trickling filters in recirculating aquaculture: A review. *Aquacult. Eng.* 34, 234-260.
- 57. Eding, E., Verdegem, M., Martins, C., Schlaman, G., Heinsbroek, L., Laarhoven, B., Ende, S., Verreth, J., Aartsen, F., Bierbooms, V., 2009.** Tilapia farming using Recirculating Aquaculture Systems (RAS) - Case study in the Netherlands, in a handbook for sustainable Aquaculture, Project N°: COLL-CT-2006-030384, <http://www.sustainaqua.org/>
- 58. Eicher, S. D., C. A. McKee, J. A. Carroll and E. A. Pajor, 2006.** Supplementation vitamin C and yeast cell wall β -glucan as growth enhancers in newborn pigs

and as immunomodulators after an endotoxin challenge after weaning. *J. Anim. Sci.*, **84**: 2352-2360.

59. El-Dakar AY, Shalaby SM, Saoud IP., 2007, Assessing the use of dietary probiotic/prebiotic as an enhancer of spinefoot rabbitfish *Siganus rivulatus* survival and growth. *Aquac Nutr* 2007;13:407-412

60. Ellis, A.E., 1977, The leucocytes of fish, a review. *J. Fish Biol.*, 11, 453-491

61. Ellis T, North B, Scott AP, Bromage NR, Porter M, Gadd D., 2002, The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *J Fish Biol* 61:493–531.

62. Falahatkar, B., M. Soltani, B. Abtahi, M. R.Kalbassi and M. Pourkazemi, 2006. Effects of dietary vitamin C supplementation on performance, tissue chemical composition and alkaline phosphatase activity in great sturgeon (*Huso huso*). *J. Appl. Ich.*, **22**: 283-286

63. Fajfer S, 1999, Growth of juvenile lake sturgeon reared in tanks at three densities, *N. Am. J. Aquacult.*, 61, 331-335

64. Moein Faramarzi, Hojatollah Jafaryan, Rahman Patimar, Farnaz Iranshahi, Mohammad Lashkar Boloki, Amin Farahi, Saeed Kiaalvandi, Mehdi Ghamsary and Noor Mohammad Makhtoumi and Farnaz Iranshahi, 2012, The effects of different concentrations of probiotic *Bacillus* spp. and different bioencapsulation times on growth performance and survival rate of persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae, *World Journal of Fish and Marine Sciences* 3 (2): 145-150

65. Gao Zexia, Wang Weimin, Yi Yang, K. Abbas and J. S. Diana, 2007. Morphological studies of peripheral blood cells of the Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis*. *Fish Physiology and Biochemistry*, **33** (3): 213-222

66. Gomes L.C., Baldisserotto B., Senhorini J.A., 2000, Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds, *Aquaculture* 183 (1–2): 73–81.

67. Gisbert, E. & Williot, P. 2002b. Advances in the larval rearing of Siberian sturgeon. *Journal of Fish Biology*, 60: 1071–1092.

68. Giberson A.V., Litvak M.K., 2003: Effect of feeding frequency on growth, food conversion efficiency, and meal size of juvenile Atlantic sturgeon and shortnose sturgeon, *North American Journal of Aquaculture*, 65, p 99-105.

69. Goddard, S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman & Hall, New York, N.Y. 194 pp.

-
70. **Ghosh, K., Sen, S.K. & Ray, A.K.**, 2003, Supplementation of an isolated fish gut bacterium, *Bacillus circulans*, in formulated diets for rohu, *Labeo rohita*, fingerlings. *Israeli J. Aquacult.*, 55, 13–21
71. **Gut, L., Plaza, E., Trela, J., Hultman, B., Bosander, J.**, 2006. Combined partial nitrification/Anammox system for treatment of digester supernatant. *Water Sci. Technol.* 53, 149-159.
72. **Gy. Papp, Zs., Jeney, Zs., Jeney, G.**, 1995. Comparative studies on the effect of vitamin C feeding of European catfish (*Silurus glanis* L.) and sturgeon hybrid (*Acipenser ruthenus*×*Acipenser. baerii* L.). *J. Appl. Ichthyol.* 11,372–374
73. **Gy. Papp, Zs., Saroglia, M., Jeney, Zs., Jeney, G., Terova, G.**, 1999. Effects of vitamin C on collagen content status of sturgeon hybrid (*Acipenser ruthenus*×*Acipenser. baerii* Brandt.). *J. Appl. Ichthyol.* 15, 258–260.
74. **Ghergariu S., Pop A., Kadar L.**, 1985 [Veterinary Clinical Laboratory Guide], p.82-90
75. **Gershanovich, A.D., Taufik, L.R.**, 1992, Feeding dynamics of sturgeon fingerlings *Acipenseridae*. Depending on food concentration and stocking density, *Journal of Fish Biology*, 41: 425-434.
76. **Gildberg, A., Mikkelsen, H.**, 1998. Effect of supplementing the feed of Atlantic cod (*Gadus morhua*) fry with lactic acid bacteria and immunostimulating peptides during a challenge trial with *Vibrio anguillarum*. *Aquaculture* 167, 103–113.
77. **Hardie, L.J., M.J. Marsden, T.C. Fletcher, C.J. Secombes**, 1983. *In vitro* addition of vitamin C affects rainbow trout lymphocyte responses. *Fish Shellfish Immunol.*, 3: 207-219
78. **Hefer, B., and Pruginin**, 1981, *Commercial Fish Farming: with special reference to fish culture in Israel*, Wiley and Sons, New York.
79. **Holm, J.C., T. Refstie and S.Bo**, 1990, The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, 89, 225-232
80. **Hung, S.S.O., Deng, D.F.**, 2002. Sturgeon, *Acipenser* spp. In: Webster, C.D., Lim, C. (Eds.),
81. *Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 344–357
82. **Hung, S.S.O. and Lutes, P.B.**, 1987. Optimum feeding rate of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*): at 20°C. *Aquaculture*, 65: 307-317.

83. **Hung S.S.O., Lutes, B.P.**, 1987 Optimum feeding rate of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20°C, *Aquaculture* 65:307-317.
84. **Hung, S.S.O., Lutes, P.B., Shqueir, A.A., Conte, F.S.**, 1993. Effect of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture* 115, 297 -303
85. **Hung, S.S.O., Conte F. S., Lutes B.P.**, 1995 Optimum feeding rate of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) yearlings under commercial production conditions, *Journal of Applied Aquaculture* 5:45-51;
86. **Jenkins, J.A.**, 2003, Pallid Sturgeon in the Lower Mississippi Region: Hematology and Genome Information. USGS Open File Report 03-406, 32 p;
87. **Jensen, J. W.** ,1985, The potential growth of salmonids. *Aquaculture* 48,223-231;
88. **Jobling, M. & Baardvik, B. M.** ,1991. Patterns of growth of maturing and immature Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, in a hatchery population. *Aquaculture* 94,343-354;
89. **Jobling, M., Baardvik, B.M.**, 1994. The influence of environmental manipulations on inter-and intra-individual variation in food acquisition and growth performance of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *J. Fish Biol.* 44, 1069–1087;
90. **Jordun, W.A.** 2004 Growth and feed conversion of sub-yearling Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus*, at three feeding rates, *Journal of Applied Aquaculture* 15:141-150;
91. **Juell, J-E., F. Oppedal, K. Boxaspen and G. L. Taranger**, Submerged light increases swimming depth and reduces fish density of Atlantic salmon *Salmo salar* L. in production cages., *Aquaculture Research*, 2003, 34, 469-477;
92. **Jørgensen EH, Christiansen JS, Jobling M**, 1993, Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture*, **110**(2): 191-204;
93. **Kaushik, S.J., Luquet, P. Blanc, D., Pabo, A.**, 1989 Studies on the nutrition of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) *Aquaculture* 76:97-107;
94. **Kaushik, S. J., J. Breque, and D. Blanc**, 1991. Requirements for protein and essential amino acids and their utilization by Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). P 25-39 in P. Williot editor. *Acipenser. Actes du premier colloque international sur l' esturgeon*. Cemagref, Bordeaux, France;
95. **Hossein Khara, Bahram Falahatkar, Bahman Meknatkhah, Mohaddeseh Ahmadnezhad, Iraj Efatpanah, Samane Poursaeid and Mina Rahbar**,

2013, Effect of dietary estradiol 17 on growth, hematology and biochemistry of stellate sturgeon *Acipenser stellatus*, World Journal of Fish and Marine Sciences 5 (2): 113-120;

96. Irianto, A. and Austin, B. 2002. Probiotics in aquaculture: Review. Journal of Fish Diseases, 25: 633–642;

97. Irianto, A. and Austin, B. 2003. A short communication: use of dead probiotic cells to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). J. of Fish Diseases, 26: 59–62;

98. Kesarcodi-Watson, A., Kaspar, H., Lategan, M.J. & Gibson, L. 2008, Probiotics in aquaculture: the need, principles and mechanisms of action and screening process. Aquaculture, 274, 1–14;

99. Kelly J.L., Arnold D.E., 1999 Effects of ration and temperature on growth of age-0 Atlantic sturgeon, North American Journal of Aquaculture 61:51-57;

100. Klas, S., Mozes, N., Lahav, O., 2006. Development of a single-sludge denitrification method for nitrate removal from RAS effluents: Lab-scale results vs. model prediction. Aquaculture 259, 342-353;

101. Mathew D. Kpundeh¹, Pao Xu¹, Hong Yang, Jun Qiang and Jie He, 2013, Stocking densities and chronic zero culture water exchange stress' effects on biological performances, hematological and serum biochemical indices of gift tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*), J Aquac Res Development vol 4:5;

102. S. E. LaPatra, J. M. Groff, T. L. Patterson, W. D. Shewmaker, M. Casten, J. Siple A. K. Hauck, 1996, Preliminary evidence of sturgeon density and other stressors on manifestation of white sturgeon iridovirus disease, Journal of Applied Aquaculture, 6(3):51-58;

103. Lee, S.M., Kim, K.D., Park, C.S., Kim, C.H., Hong, K.E., 2001, Protein requirement of juvenile Manchurian trout *Brachymystax lenok*. Fisheries Science 67, 45–61;

104. Leonard, J. B. K. & McCormick, S. D., 1999, Effects of migration distance on whole-body and tissue-specific energy use in American shad (*Alosa sapidissima*). Canadian

105. Martínez-Álvarez, R.M., Hidalgo, M.C., Domezain, A., Morales, A.E., García-Gallego, M., Sanz, A., 2002. Physiological changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. J. Exp. Biol. 205, 3699–3706;

106. Martins, C.I.M., Pistrin, M.G., Ende, S.S.W., Eding, E.H., Verreth, J.A.J., 2009. The accumulation of substances in Recirculating Aquaculture Systems (RAS)

affects embryonic and larval development in common carp *Cyprinus carpio*. *Aquaculture* 291, 65-73;

107. Martins C.I.M., Eding E.H., Verdegem M.C.J., Heinsbroek L.T.N., Schneider O., Metaxa, E., Deviller, G., Pagand, P., Alliaume, C., Casellas, C., Blancheton, J.P., 2006. High rate algal pond treatment for water reuse in a marine fish recirculation system: Water purification and fish health. *Aquaculture*. 252, 92-101;

108. Merchie, G., Lavens, P., Dhert, Ph., Dehasque, M., Nelis, H., De Leenheer, A., Sorgeloos P., 1995 Variation of ascorbic acid content in different live food organisms. *Aquaculture* 134, 325-337;

109. Mohler, J.W., 2000, Early culture of the American Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus* Mitchell, 1815 and preliminary stocking trials. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 16(1-4): 203-208;

110. Monentcham, S.E., Pouomigne, V., Kestemont, P., 2009, Influence of dietary protein levels on growth performance and body composition of African bonytongue fingerlings *Heteriostis niloticus* (Cuvier, 1829). *Aquaculture Nutrition* **16**, 144–152;

111. Moreau, R., Kaushik, S.J., Dabrowski, K., 1996. Ascorbic acid status as affected by dietary treatment in the Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt): tissue concentration, mobilization and L-gulonolactone oxidase activity. *Fish Physiol. Biochem.* 15, 431–438;

112. Moreau, R., K. Dabrowski, S. Czesny and F. Cihla, 1999. Vitamin C-vitamin E interaction in juvenile lake sturgeon (*Acipenser fulvescens* R.), a fish able to synthesize ascorbic acid. *J. Appl. Ichthyol.*, 15: 250-257;

113. Moriarty, D., 1998. Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. *Aquaculture* 164, 351–358;

114. Muangkeow, B., Ikejima, K., Powtongsook, S., Yi, Y., 2007. Effects of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), and Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., stocking density on growth, nutrient conversion rate and economic return in integrated closed recirculation system. *Aquaculture* 269, 363-376;

115. Moore, B. J., S. S. O. Hung, and J. F. Medrano. 1988. Protein requirement of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture* no 71:p 235–245;

116. Montero, D., Marrero, M., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Vergara, J.M., Tort, L., 1999. Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. *Aquaculture* 171, 269–278;

-
- 117. Mims, S. D. A. Lazur, W. L. Shelton, B. Gomelsky, and Frank Chapman**, 2002. Species profile: Production of Sturgeon. Southern Regional Aquaculture Center, Publication No. 7200;
- 118. McCarthy, I.D., Carter, C.G., Houlihan, D.F.**, 1992. The effect of feeding hierarchy on individual variability in daily feeding of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *J. Fish Biol.* 41, 257–263;
- 119. Navarre, O. and Halver, J.E.**, 1989, Disease resistance and humoral antibody production in rainbow trout fed high levels of vitamin C. *Aquaculture*, 79: 207-221;
- 120. Nayak, S. K., P. Swain and S. C. Mukherjee**, 2007. Effect of dietary supplementation of probiotic and vitamin C on the immune response of Indian major carp, *Labeo rohita* (Ham.). *Fish Shell. Immunol.*, **23**: 892-896;
- 121. Palikova M., Mares J., Jirasek J.**, 1999: Characteristics of leukocytes and thrombocytes of selected sturgeon species from intensive breeding. *Acta Vet Brno* **68**: 259-264;
- 122. Pardue, S.L., J.P. Thaxton, J. Brake**, 1985. Role of ascorbic acid in chicks exposed to high environmental temperature. *J. Appl. Physiol.*, 58: 1511-1516;
- 123. Parker RB.**, 1974, Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Anim Nutr Health*; 29:4 -8;
- 124. Paraschiv, M.**, 2011. Cercetări privind migrația puietului de sturioni în Dunărea Inferioară, teză de doctorat- Teză de doctorat;
- 125. Patriche N.**, 2001 Sevruga, biology and artificial reproduction. Ceres, Bucharest, ISBN 973-40-0521-9. Romania;
- 126. Patriche T., Patriche N., Bocioc E.**, 2011, Determination of some normal serum parameters in juvenile Sevruga sturgeons *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771), *Archiva Zootechnica*, 14(1), p.49-54;
- 127. Papoutsoglou SE, Karakatsouli N, Pizzonia G, Dalla C, Polissidis A, Papadopoulou-Daifoti Z.**, 2006. Effects of rearing density on growth, brain neurotransmitters and liver fatty acid composition of juvenile white sea bream *Diplodus sargus* L. *Aquac Res* 37:87–95;
- 128. Piper, R. G., I.B. McElwain, L.E. Orme, J.P. McCraren, L.G. Fowler, and J.R. Leonard** Fish hatchery management, 1982 U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, D.C;
- 129. Pitcher, T.J.& Hart, P.J.B.**, 1982: Fisheries ecology-Croom, Helm, London;

- 130. Ruohonena K., Vielma J., Grovec D. J.,**1998: Effect of feeding frequency on growth and food utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low fat herring or dry pellets, *Aquaculture*, 163(3-4), p 275-283;
- 131. Robertson, P., O ' Dowd, C., Burrells, C., Williams, P., Austin, B.,** 2000. Use of *Carnobacterium sp.* as a probiotic for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) *Aquaculture* 185, 235–243;
- 132. Refstie, T.,** 1977, Effect of density on growth and survival of rainbow trout, *Aquaculture*, , 11, 329– 334;
- 133. Ross R.M., Watten B.J.,** 1998, Importance of rearing-unit design and stocking density to the behavior, growth and metabolism of lake trout (*Salvelinus namaycush*), *Aquacultural Engineering* **19** (1): 41–56;
- 134. Ronayi , A. si Peteri, A.,** 1990, Comparision of growth rate of Sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) and hybrid of Sterlet x Lena river's sturgeon (*Acipenser ruthenus* L. x *Acipenser baeri stenorhynchus* Nikolsky). *Aquaculture Hungarica*. VI: 185-192;
- 135. Rehulka, J.,** 2003, Haematological analyses in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss* affected by haemoorrhagic septicemia. *Dis. Aquat. Organ.* **56** (3), 185-193;
- 136. Romano, M., Sironi, M., Toniatti, C., Polentarutti, N., Fruscella, P., Ghezzi, P., Faggioni, R., Van Luini, W.H.V., Sozzani, S., Bussolino, F., Poli, V., Ciliberto, G., Mantovani, A.,** 1997 Role of IL-6 and its soluble receptor in induction of chemokines and leukocyte recruitment. *Immunity*, **6**, 315–325;
- 137. Ruchin AB,** 2007, . Effect of Photoperiod on Growth, Physiological and Hematological Indices of Juvenile Siberian Sturgeon *Acipenser baerii*. *Biol. Bull.* 34(6): 583-589;
- 138. Sakai, M., Kobayashi, M., Kawauchi, H.,** 1995. Enhancement of chemiluminescent responses of phagocytic cells from rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, by injection of growth hormone. *Fish Shell@sh Immunol.*(5) 375- 379;
- 139. Santos GA, Schramaa JW, Mamauaga REP, Romboutb JHWM, Verretha JAJ** (2010). Chronic stress impairs performance, energy metabolism and welfare indicators in European seabass (*Dicentrarchus labrax*): The combined effects of fish crowding and water quality deterioration. *Aquaculture* **299**(1-4): 73-80;
- 140. Saenz de Rodriguez MA, Diaz-Rosales P, Chabrillon M, Smidt H, Arijó S, Leon-Rubio JM, et al.,** 2009, Effect of dietary administration of probiotics on growth and intestine functionality of juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup 1858). *Aquac Nutr* 15:177-185;