

Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați
Școala doctorală de Inginerie Mecanică și Industrială



TEZĂ DE DOCTORAT

**Reproducerea și creșterea șalăului (*Sander lucioperca*,
L., 1758) în sisteme industriale de acvacultură**

Rezumat

Doctorand,
Ing. DOBROTĂ GHEORGHE

Conducător științific

Prof. univ. Emerit dr. ing. CRISTEA VICTOR

Membru corespondent al Academiei de Științe Agricole și Silvice

Secția I 4: Inginerie Industrială nr. 87
Galați 2022

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



TEZĂ DE DOCTORAT

**Reproducerea și creșterea șalăului (*Sander lucioperca*,
L., 1758) în sisteme industriale de acvacultură**

Rezumat

Doctorand,
Ing. DOBROTĂ Gheorghe

Președinte:

Prof. univ. dr. ing. Gabriela BHRIM
Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați,

Conducător științific:

Prof. univ. Emerit. dr. ing. Victor CRISTEA
Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați, Membru
correspondent al Academiei de Științe Agricole și
Silvice „Gheorghe Ionescu-Șișești”

Referenți oficiali:

Cercet. Șt. Gr. II dr. ing. Mioara COSTACHE
Director Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru
Piscicultură, Nucet

Conf. dr. ing. Luiza FLOREA
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

Prof. univ. dr. habil. ing. György DEÁK
Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru
Protecția Mediului, București

**Secția I 4: Inginerie Industrială nr. 87
Galați 2022**

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

Domeniul fundamental ȘTIINȚE INGINEREȘTI

- Seria I 1: **Biotehnologii**
- Seria I 2: **Calculatoare și tehnologia informației**
- Seria I 3: **Inginerie electrică**
- Seria I 4: **Inginerie industrială**
- Seria I 5: **Ingineria materialelor**
- Seria I 6: **Inginerie mecanică**
- Seria I 7: **Ingineria produselor alimentare**
- Seria I 8: **Ingineria sistemelor**
- Seria I 9: **Inginerie și management în agricultură și dezvoltare rurală**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE SOCIALE

- Seria E 1: **Economie**
- Seria E 2: **Management**
- Seria SSEF: **Știința sportului și educației fizice**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE UMANISTE ȘI ARTE

- Seria U 1: **Filologie- Engleză**
- Seria U 2: **Filologie - Română**
- Seria U 3: **Istorie**
- Seria U 4: **Filologie- Franceză**

Domeniul fundamental MATEMATICĂ ȘI ȘTIINȚE ALE NATURII

- Seria C: **Chimie**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE BIOLOGICE ȘI BIOMEDICALE

- Seria M: **Medicină**

MULȚUMIRI

Prezenta lucrare a fost dusă la bun sfârșit cu ajutorul și încurajarea multor persoane cărora, pe această cale, doresc să le adresez cele mai sincere mulțumiri.

Doresc să aduc mulțumiri speciale coordonatorului științific al acestei lucrări domnului **Prof. Univ. Emerit Dr. Ing. Victor CRISTEA**, pentru sprijinul necondiționat și încrederea acordată, cu multă competență și tact didactic. Subliniez faptul că, datorită înțelepciunii și cunoașterii vaste, m-a îndrumat în bunul demers al cercetărilor și în finalizarea acestora prin lucrarea de față.

Mulțumesc referenților acestei teze de doctorat, pentru acceptul și bunăvoința de a recenza această lucrare: doamnei **CS I Dr. Ing. Mioara COSTACHE**, din cadrul S.C.D.P. Nucet, doamnei **Conf. Univ. Dr. Ing. Luiza FLOREA**, din cadrul U.D.J. Galați, domnului **Ph. D. Habil. CS I Ing. György DEÁK**, din cadrul I.N.C.D.P.M. București și nu în ultimul rând, doamnei **Prof. Dr. Ing. Gabriela Elena BHRIM** pentru onoarea de a prezida această comisie.

Deosebită grațitudine datorez **membrilor comisiei de îndrumare**, în special doamnei **Dr. Ing. Ira-Adeline SIMIONOV**, doamnei **Dr. Ing. Ecolog. Alina MOGODAN** și domnului **Dr. Ing. Ec. Ștefan-Mihai PETREA**, pentru sfaturile științifice valoroase și timpul prețios acordat.

Doresc să-i mulțumesc domnului **Prof. Dr. Ing. Lucian OPREA**, primul conducător științific al lucrării, care mi-a acordat încrederea și îndrumarea necesară în perioada inițială de pregătire doctorală.

De asemenea, doresc să mulțumesc **colectivului de cadre didactice al Catedrei de Pescuit și Acvacultură**, din cadrul U.D.J. Galați, pentru încrederea și căldura cu care am fost primit de fiecare dată la catedră, dar mai ales pentru încurajările și sprijinul acordat pe parcursul realizării lucrărilor.

Pe această cale doresc să le mulțumesc **colegilor de la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet** și în mod special doamnei director **CS I Dr. Ing. Mioara COSTACHE**, pentru generozitatea de a-mi împărtăși din cunoștințele dobândite în decursul întregii cariere de cercetare și de constantul sprijin moral și științific oferit în perioada desfășurării activității experimentale aferente acestei teze de doctorat.

În final, dar nu în ultimul rând, recunoștință, dragoste și respect deosebit familiei mele, pentru suportul moral și înțelegerea acordată pe întreaga durată de pregătire și elaborare a tezei.

**Cu deosebit respect,
Drd. ing. Gheorghe Dobrotă**

Cuprins

PARTEA I. ANALIZA DATELOR DE SPECIALITATE

Introducere, oportunitatea temei abordate	1
CAPITOLUL 1 - Stadiul actual privind dezvoltarea acvaculturii	3
CAPITOLUL 2 – Baza materială, metodele și tehnicile de lucru	3
PARTEA a-II-a. ACTIVITATEA EXPERIMENTALĂ	
CAPITOLUL 3 - Lucrări experimentale privind elaborarea tehnologiei de reproducere natural-dirijată a șalăului în sisteme industriale de acvacultură	4
3.1. Obiectivul	4
3.2. Desig experimental	4
3.2.1. Stabilirea variantelor experimentale	5
3.2.2. Instalarea saltelor și lansarea reproducătorilor	5
3.2.3. Stabilirea dozelor de hormoni	6
3.2.4. Programarea și administrarea injecțiilor hormonale	6
3.3. Rezultate și discutii	7
3.3.1. Determinarea prolificității și introducerea reproducătorilor în bazinele de reproducere	7
3.3.2. Monitorizarea parametrilor fizico-chimici ai apei în bazinele de reproducere	8
3.3.3. Observații privind reproducerea dirijată a șalăului	9
3.3.4. Incubarea icrelor de șalău	10
3.3.5. Monitorizarea parametrilor fizico-chimici ai apei în perioada incubației	10
3.3.6. Dezvoltarea embrionară	10
3.3.7. Indicatorii biotehnologici realizați	12
CAPITOLUL 4 - Elaborarea tehnologiei de creștere și dezvoltare a șalăului (<i>Sander lucioperca</i>, Linneaus, 1758), în spații controlate, în perioada de alevinaj	15
4.1. Obiectivul perioadei de alevinaj	15
4.2. Baza tehnico-materială	15
4.3. Stabilirea variantelor experimentale	16
4.4. Lucrări experimentale de creștere și dezvoltare în sistem intensiv a șalăului (<i>Sander lucioperca</i> , L., 1758), în perioada de alevinaj, în densități diferite	16
4.4.1. Obiectivul	16
4.4.2. Design experimental	16
4.4.3. Rezultate și discuții	17
4.4.3.1. Monitorizarea condițiilor de mediu ale apei din sursă și din modulele de creștere	17
4.4.3.2. Cantitatea și modul de administrare al hranei	17
4.4.3.3. Evaluarea performanței de creștere a alevinilor de șalău	18
4.5. Lucrări experimentale de creștere și dezvoltare a speciei șalău (<i>Sander lucioperca</i> , L., 1758), în sistem intensiv, în perioada de alevinaj, în care factorul	23

variabil a fost tipul de hrană administrat	
4.5.1. Obiectivul	23
4.5.2. Design experimental	23
4.5.3. Rezultate și discuții	24
4.5.3.1. Monitorizarea condițiilor de mediu ale apei din sursă și din modulele de creștere	24
4.5.3.2. Cantitatea și modul de administrare al hranei	24
4.5.3.3. Evaluarea performanței de creștere a alevinilor de șalău	25
CAPITOLUL 5 - Lucrări experimentale privind elaborarea tehnologiei de creștere a speciei șalău (<i>Sander lucioperca</i> - L., 1758) în vara I, în bazine de pământ	31
5.1. Obiectivul lucrărilor experimentale	31
5.2. Design experimental	31
5.2.1. Stabilirea variantelor experimentale	32
5.2.2. Pregătirea bazinelor în vederea populării	32
5.2.3. Popularea materialului piscicol	32
5.2.4. Asigurarea necesarului de hrană	34
5.3. Rezultate și discuții	35
5.3.1. Monitorizarea condițiilor de mediu ale apei din sursă și din bazinele de creștere	35
5.4. Rezultate obținute	36
6. CAPITOLUL 6 - Concluzii generale și contribuții personale	40
Bibliografie selectivă	48

INTRODUCERE, OPORTUNITATEA TEMEI ABORDATE

Acvacultura, este domeniul ce are ca scop creșterea de animale și plante acvatice în vederea comercializării și care a înregistrat în ultimile trei decenii, cea mai rapidă evoluție pe plan mondial dintre toate ramurile zootehniei. Tendința actuală a acvaculturii la nivel mondial este de mărire a ponderii producției de pește obținut, precum și de diversificare a produselor acvatice.

Având în vedere că în ultimii ani nivelul capturilor piscicole din mediul natural înregistrează o stagnare, multe specii fiind afectate datorită suprapescuitului sau poluării habitatelor naturale, s-a impus dezvoltarea și introducerea în cultură de noi specii cu valoare economică ridicată (sturioni, specii răpitoare etc).

Deoarece la nivel național România are ca infrastructură heleștee de pământ, se impune o orientare către practicarea acvaculturii în aceste tipuri de bazine existente în majoritatea fermelor piscicole. Astfel se pot aplica tehnologii noi, fără a mai fi necesare investiții de infrastructură, care au un procent de cheltuieli din total investiție de peste 60%.

Actualmente există o tendință de creștere a consumului de produse de acvacultură și o reorientare a consumatorilor către specii cu valoare economică ridicată, precum sturioni, păstrăv, șalău etc. Consumul acestor specii și nu numai, nu este acoperit de producția autohtonă.

Prin tematica stabilită, teza de doctorat contribuie la dezvoltarea cunoașterii, fiind prima cercetare din România ce abordează reproducerea natural-dirijată, alevinajul și creșterea în vara I, pentru specia șalău. În acest context, caracterul de noutate al tezei de doctorat este elaborarea unui model de obținere a puilor de șalău, prezentând astfel acvaculturilor tehnologii ușor de realizat și aplicat, în condițiile fermelor din România.

Scopul acestei teze de doctorat, este elaborarea tehnologiei de reproducere natural-dirijată, tehnologiei de creștere și dezvoltare în perioada de alevinaj și tehnologiei de creștere în vara I, a șalăului (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758), în sisteme industriale de acvacultură.

Obiectivul a fost obținerea de material biologic, care poate fi populat fără riscuri în ape naturale, heleștee, iazuri, bălți pentru creștere, sau în bazine pentru pescuit recreativ-sportiv. Tema aleasă întrunește caracteristicile unei cercetări aplicative, care poate să rezolve probleme observate în decursul timpului în urma aplicării reproducerii și creșterii șalăului în perioada de alevinaj și vara I, pentru obținerea de material de populare. Plecând de la aceste premize, obiectivul principal al acestei lucrări a fost acela de a obține date utile cu privire la etapele cu cel mai mare grad de complexitate din procesul de producție a șalăului (reproducere natural-dirijată, alevinaj și creștere în vara I), cu posibilitatea transferului tehnologic la condițiile fermelor din România. Clarificarea tehnologiei de reproducere natural-dirijată, dezvoltarea postembrionară și creșterea puietului, va permite îmbunătățirea managementului tehnologic și operațional din unitățile de producție, care doresc să crească această specie. Pentru a afirma că sunt cunoscute coordonatele tehnologice de obținere a unui material biologic valoros, atât din punct de vedere calitativ cât și cantitativ, tehnologia de reproducere natural-dirijată, de dezvoltare în perioada de alevinaj și de creștere în vara I a șalăului, trebuie să fie riguros fundamentată.

Lucrarea este structurată în șase capitole principale, după cum urmează:

↳ Primul capitol abordează ”**Date generale privind acvacultura**”, stadiul actual al acvaculturii la nivel mondial și național, date generale despre evoluția cantităților de produse acvatice comercializate, precum și proveniența acestora din pescuit sau din fermele de profil.

↳ Cel de-al doilea capitol abordează ”**Baza materială, metodele și tehnicile de lucru**” care au fost utilizate pe parcursul desfășurării experimentelor, descrierea aparaturii și

↳ modul de calcul prin care s-a ajuns la rezultatele obținute în această teză de doctorat.

Partea experimentală a acestei teze este împărțită în trei mari etape, prezentate de capitolele trei, patru și cinci.

↳ Capitolul trei al prezentei teze de doctorat ”**Lucrări experimentale privind elaborarea tehnologiei de reproducere natural-dirijată a șalăului (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758)**”, descrie realizarea reproducerii natural-dirijate la șalău fără și cu stimularea hormonală a femelelor, cu două tipuri de hormon: natural prin utilizarea de hipofiză de crap și sintetic prin utilizarea de Nerestin 5A.

↳ Capitolul patru al tezei ”**Elaborarea tehnologiei de creștere și dezvoltare a șalăului (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758), în sistem intensiv, în perioada de alevinaj**” a fost canalizat pe două direcții, anume: influența densității de stocare și influența tipului de hrană administrat. Experimentele s-au realizat în trei sezoane de creștere aferente anilor 2018, 2019 și 2020, în bazine de tip „Evos” în spații controlate, în triplicat, pentru obținerea de rezultate cât mai concludente.

Obiectivul principal al acestei etape la constituit ”Elaborarea tehnologiei de creștere și dezvoltare a șalăului în perioada de alevinaj”, iar ca și obiective secundare au fost:

1. determinarea unei densități optime stocare și dezvoltare la șalău în perioada postembrionară, în spații controlate, astfel încât la final această densitate să aibe indicii de performanță superiori în ceea ce privește rata creșterii, eficiența valorificării hranei, procentul de supraviețuire, omogenitatea populațiilor etc.

2. identificarea de hrană adecvată pentru această specie răpitoare în această etapă, astfel încât să se realizeze o corelație pozitivă între rata creșterii și valorificarea hranei administrate, precum și obținerea de indicii de performanță superiori.

↳ Capitolul cinci al tezei prezintă ”**Lucrări experimentale privind elaborarea tehnologiei de creștere a speciei *Sander lucioperca* - L., 1758 în vara I, în bazine de pământ**” realizate în cadrul Bazei experimentale Nucet de la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet și au avut drept obiectiv elaborarea tehnologiei de creștere a șalăului (*Sander lucioperca*, L. 1758), în vara I, în bazine de pământ, în monocultură, cu scopul obținerii de material de populare de o vară, cu talie corespunzătoare la care specia nu mai este țintă majoră pentru prădători și este capabilă de obținerea cu ușurință a hranei, în vederea refacerii populațiilor naturale și introducerii și extinderii în acvacultură.

↳ Ultimul capitol al tezei are în componență ”**Concluziile finale și contribuțiile personale**” elaborate după realizarea tehnologiei de reproducere natural-dirijată, creștere și dezvoltare în perioada de alevinaj și creștere în vara I, a speciei șalău (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758), cu prezentarea obiectivelor atinse ale tezei, precum și a celor care nu au putut fi îndeplinite în totalitate.

Prin rezultatele obținute, cercetările fundamentale și experimentale vor contribui la cunoașterea aprofundată a biologiei speciei *Sander lucioperca* în general și a tehnologiilor de reproducere, alevinaj și creștere în vara I, în special. Prin realizarea activităților propuse, se vor

obține rezultate științifice de o reală importanță, atât la nivel fundamental (elaborarea modelelor de reproducere natural-dirijată, alevinaj și creștere vara I, elucidarea aspectelor privind declanșarea canibalismului, evidențierea mecanismelor fiziologice ale hrănirii asupra stresului), cât și la nivel tehnologic (elaborarea tehnologiilor de reproducere natural-dirijată, alevinaj și creștere vara I a șalăului), ce vor contribui la dezvoltarea cunoștințelor în domeniu pe plan național, unde, până în prezent nu au fost abordate cercetări similare.

Sintetizând informațiile bibliografice referitoare la situația actuală și principalele direcții strategice în care se îndreaptă creșterea percidelor în general și a șalăului în special, putem concluziona că, această specie este una cu potențial ridicat în viitor, iar performanțele de creștere obținute în prezent, cât și cele preconizate pentru viitor, confirmă interesul care i se acordă la nivel național și mondial.

CAPITOLUL I. DATE GENERALE PRIVIND ACVACULTURA

Țara noastră are acum cel mai mic consum de pește pe cap de locuitor din Uniunea Europeană (5 kg pește/cap locuitor/an). Prin comparație, în Portugalia se consumă 76 kg pește/cap locuitor/an, în Belgia –25 kg în Croația 20 kg, în Cehia –9,5 kg, în Franța –35 kg, în Germania –14 kg, în Grecia –20 kg, Italia –25 kg, Polonia –12 kg, Spania –60 kg și Marea Britanie –19 kg. Cantitatea cea mai mare de pește din Europa pe cap de locuitor îl consumă islandezii, 90 kg/an, iar Japonia consumă peste 130 kg/an, fiind firesc acest consum în Japonia, pentru că este o zonă peninsulară, acesta fiind pe primul loc în lume.

România are potențial și resurse pentru a crește producția de pește din acvacultură, în condițiile în care se va crea un mediu economic compatibil cu cel din țările UE. Valorificarea potențialului de excepție al acvaculturii în contextul european, armonizată cu un cadru juridic și instituțional adecvat, va determina creșterea competitivității acvaculturii românești.

CAPITOLUL II. INFRASTRUCTURA DE CERCETARE

Întreaga activitatea de cercetare experimentală s-a realizat la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet și s-a desfășurat pe parcursul celor trei ani de studiu (2018, 2019, 2020) din cadrul programului de doctorat, în Baza experimentală nr. 1 Nucet, în dotarea căreia sunt: stații pilot pentru reproducerea, incubarea și dezvoltarea postembrionară a peștilor, bazine de creștere, prematurare, maturare, iernare și reproducere natural-dirijată și laboratoare de: monitorizare a condițiilor de mediu, de bunăstare animală și de genetică și ameliorare a peștilor (figura 1a-b).



Figura 1 (a-b). a) Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet (foto original)
b) Stație pilot pentru reproducerea speciilor de pești (foto original)

CAPITOLUL III. REPRODUCEREA NATURAL-DIRIJATĂ A SPECIEI ȘALĂU

3.1. Obiectivul

Lucrările experimentale privind elaborarea tehnologiei de reproducere a șalăului (*Sander lucioperca*, Linneaus-1758) au plecat de la realitatea existentă, creată de noul context din România, de influența sa asupra sectorului piscicol și de modificările vizibile apărute în clima din România, cu tendințe de încălzire și temperaturi ridicate, chiar în perioada de reproducere a peștilor răpitori, inclusiv a șalăului.

Obiectivul principal al acestui experiment a constat în realizarea reproducerii natural-dirijate la șalău, precum și stabilirea tipului de hormon, care să aibe efectul maxim pentru realizarea ovulației în condiții de heleșteu, cu pierderi numerice minime.

Două au fost direcțiile în care s-au desfășurat lucrările experimentale și anume:

- reproducerea natural-dirijată a șalăului fără stimularea hormonală a femelelor;
- reproducerea natural-dirijată a șalăului cu stimularea maturării și ovulației prin folosirea de preparate hormonale.

Pentru inducerea maturării și ovulației în cele două variante de reproducere natural-dirijată a speciei șalău (*Sander lucioperca*, Linneaus-1758), în experimentele realizate s-au folosit următoarele produse hormonale: hipofiză de crap și Nerestin 5A.

Nerestin 5A este un preparat hormonal de tip LHRH și face parte dintr-o gamă mai largă de preparate destinate exclusiv peștilor, iar varianta 5A este utilizată în general pentru sturioni. Produsul se prezintă sub formă lichidă, în flacoane de 20 ml, care conțin 100 doze (0,2 ml/kg corp).

3.2. Design experimental

Șalăul este o specie la care reproducerea artificială este foarte dificilă, din cauza sensibilității deosebite la manipulari și traumatisme, având drept consecință directă înregistrarea unor procente de mortalitate a reproducătorilor de până la 50%. În vederea minimalizării acestor pierderi, s-a recurs la reproducerea natural-dirijată, reproducere care implică manipulari mai puține, ceea ce conduce la un stres mai redus al reproducătorilor și la o supraviețuire mai ridicată.

Reproducerea natural-dirijată a șalăului se realizează astfel: reproducătorii în stadiul avansat de maturare sunt introduși în bazine de reproducere pentru depunerea produselor sexuale pe saltele, după care acestea sunt recoltate și incubate în stații de reproducere, în incubatoare tip „Nucet”. Prezintă avantajul că reproducătorii nu sunt manipulați și traumatizați, în momentul recoltării produselor sexuale, pierderile de reproducători sunt minime.

Heleșteele în care are loc reproducerea natural-dirijată a șalăului trebuie să aibă suprafața de maximum 1000 m², adâncimea de 1,5-2,0 m și să fie complet lipsite de vegetație. Deoarece șalăul este foarte sensibil la manipulare și transport, are nevoie de o perioadă mai mare de adaptare la un nou habitat și manipularea neglijentă la popularea bazinelor de reproducere poate conduce la inhibarea lor, nedepunerea pontei sau chiar la pierderea reproducătorilor. De aceea, este recomandabil ca, iernarea reproducătorilor de șalău, să fie făcută în apropierea heleșteelor destinate reproducerii. Depunerea icrelor și fecundarea lor are loc pe saltele speciale din mustăți de rădăcini de salcie. Norma de populare a heleșteului de reproducere este de o familie la 40-50 m² și pentru fiecare familie se montează câte o saltea. O familie este formată dintr-o femelă și 1 sau 2 masculi. Saltelele se montează în heleștee la temperatura apei de 12-14°C și se controlează zilnic. Cuiburile cu icre embrionate se transferă

în incubatoare alimentate cu un debit de apă de 3-4 l/min. După eclozare, larvele rămân în incubator 4-5 zile după care pot fi transferate în juvelnice, în bazine de parcare, unde sunt hrănite cu alge și rotiferi. La vârsta de 7-9 zile larvele sunt apte pentru ambalare (în saci de polietilenă, cu apă și oxigen sub presiune) și transportate la destinație

3.2.1. Stabilirea variantelor experimentale

Variantele stabilite pentru lucrările experimentale de reproducere natural-dirijată a șalăului (*Sander lucioperca*, Linneaus-1758) au fost:

- reproducerea fără stimularea hormonală a femelelor (varianta martor);
- reproducerea cu stimulare hormonală a femelelor cu hipofiză liofilizată de crap;
- reproducerea cu stimularea hormonală a femelelor cu Nerestin 5A.

Masculii nu au fost stimulați hormonal. Perioada de desfășurare a lucrărilor experimentale a fost în anii 2018-2019-2020.

3.2.2. Instalarea saltelelor și lansarea reproducătorilor

Înainte de introducerea reproducătorilor de șalău pentru reproducere, în cele nouă bazine s-au instalat saltelele cu rădăcini fasciculate de salcie („mustăți” - *Salix babylonica*), pentru depunerea elementelor seminale, 5 saltele/bazin. Instalarea saltelelor s-a făcut la o distanță față de mal de aproximativ 2,5 m (figura 2 a-b), cu o distanță între ele de 8-10 m, câte 5 saltele/bazin de reproducere, ținând cont că, pentru 1,0 ha bazin de reproducere norma de populare este relativă, se pot introduce 50 familii/ha.



Figura 2 (a-b). Instalarea saltelelor de reproducere dirijată a șalăului (foto original)

După instalarea saltelelor schema de lucru stabilită a fost următoarea:

- pescuirea reproducătorilor de șalău din bazinele de prematurare și parcare temporară în bazine de maturare;
- evaluarea stării reproductive a femelelor;
- introducerea acestora în bazinele de reproducere astfel:
 - femele fără stimulare hormonală în bazinele B1, B2 și B3;
 - femele cu stimulare hormonală prin injectare cu hipofiză liofilizată de crap (doza de 3,5 mg/kg corp) în bazinul B4, B5 și B6;
 - femele cu stimulare hormonală cu Nerestin 5A (doza de 0,15 ml/kg corp) în bazinul B7, B8 și B9;
- pescuitul, injectarea și introducerea în bazinele de reproducere s-a realizat dimineața în intervalul de timp 6⁰⁰- 8⁰⁰, iar temperatura apei a avut valori cuprinse între 12,0-14,0°C în cei trei ani de studiu.

După evaluarea stării reproductive, au fost selecționate pentru reproducere femelele care sunt în stadiul avansat de maturare (gradul IV). De asemenea, s-au lansat în bazinele de

reproducere și masculii care la o masare ușoară a abdomenului au apărut câteva picături de spermă. Un alt criteriu de alegere al reproducătorilor, pe lângă cel al gradului de maturare, a fost și omogenitatea lotului din punct de vedere al taliei.

3.2.3. Stabilirea dozelor de hormoni

Pentru stimularea maturării și ovulației la șalău s-au utilizat hormoni precum: hipofiză de crap și Nerestin 5A, acest din urmă preparat fiind folosit pentru sturionul nord american *Polyodon spathula*. Am selectat acești hormoni, deoarece s-a avut în vedere factorul determinant, anume temperatura de reproducere care este foarte apropiată la cele două specii

În funcție de considerentele menționate, dozele de hormoni exogeni care au fost folosite în lucrările experimentale de reproducere a șalăului (*Sander lucioperca*, Linneaus-1758) au fost:

➤ hipofiza liofilizată de crap: doza totală 3,5 mg/kg corp femelă (2 doze la interval de 12 ore, 0,35 mg/kg corp doza pregătitoare și 3,15 mg/kg corp doza decisivă);

➤ Nerestin 5A: doza totală 0,15 ml/kg corp femelă (2 doze la interval de 12 ore, 0,015 ml/kg corp doza pregătitoare și 0,135 ml/kg corp doza decisivă);

Doze de hormoni exogeni folosiți la reproducerea natural-dirijată a șalăului (*Sander lucioperca*, L., 1758) în anii 2018-2019-2020 sunt prezentate în tabelul nr. 1.

Tabelul nr. 1. Doze de hormoni exogeni folosiți în lucrările experimentale de reproducere natural-dirijată a speciei (*Sander lucioperca*, L. 1758)

Hormon utilizat	Femele doză totală	
	Recomandat	Utilizat
Hipofiza de crap (mg/kg corp)	2,0 – 5,0	3,5
Nerestin 5A (ml/kg corp)	0,12 – 0,3	0,15

Înainte de tratamentul hormonal pentru fiecare exemplar de șalău reproducător (♀ + ♂) au fost efectuate măsurători biometrice (figura 3 a-b), stabilindu-se cantitatea de substanță hormonală care trebuie injectată.

3.2.4. Programarea și administrarea injecțiilor hormonale

Tehnologia reproducerii, la pești în general și la șalău în special, a presupus efectuarea de regulă a două injecții pentru femele cu preparatul hormonal ales.

Injecția inițială (*pregătitoare*) este detașată de cea de-a doua doză (*decisivă*) printr-un interval cuprins de 12-24 ore în funcție de specie și temperatura apei.

În lucrările experimentale programarea injecțiilor s-a realizat în funcție de stadiul de maturare, starea fiziologică și starea de sănătate a reproducătorilor. Pentru femele doza I (*pregătitoare*) a reprezentat 10% din total doză, iar doza a II-a (*decisivă*) diferența de 90%.

Schema de injectare a femelelor de șalău a fost următoarea:

- ora 20⁰⁰: pescuit și selecție femele din bazine de prematurare (parcare) cu aplicarea dozei I (*pregătitoare*) și introducerea în bazinele de maturare;
- ora 20⁰⁰: pescuit și selecție masculi din bazine de prematurare (parcare) și introducerea în bazinele de maturare (toate exemplarele într-un singur bazin);
- după 12 ore (ora 8⁰⁰), pescuit femele din bazinele de maturare, aplicarea injecției hormonale, doza a II-a (*decisivă*) și reintroducerea în bazinele de reproducere. În perioada de maturare temperatura apei a oscilat într-un ecart cuprins între 11-14°C, iar cantitatea de oxigen dizolvat nu a scăzut sub 6-8 mg/l.



Figura 3 (a-b). Măsurări biometrice la șalău (foto original)

În cadrul experimentelor realizate, ținând cont de experiența acumulată de-a lungul timpului în lucrările de reproducere la crap, ciprinide asiatice, sturioni (*Polyodon spathula*), ca metodă de lucru pentru stimularea hormonală a reproducătorilor de șalău s-a practicat injectarea subacvatică, reproducătorii fiind introduși în timpul injectării în tărgi din prelată cu apă. Injectția s-a făcut după a doua înotătoare dorsală (figura 4). Pentru o cât mai corectă aplicare a injectării, acul seringii a fost introdus sub un unghi de 45°, iar la retragerea acestuia operatorul a apăsat cu degetul locul înțepăturii timp de câteva secunde, pentru a preveni fenomenul de contrapresiune, care ar fi putut duce la eliminarea soluției injectate, după care, ca o măsură în plus la locul injectării s-a aplicat un masaj ușor.



Figura 4. Aplicarea injectției pentru stimularea hormonală la femelele de șalău (foto original)

Odată cu prima doză la femele, masculi au fost pescuiți și selectați din bazinele de prematurare (parcare) și introduși în bazinele de maturare (toate exemplarele într-un singur bazin). După aplicarea celei de-a doua doze la femele, masculii au fost pescuiți din bazinele de maturare și introduși în bazinele de reproducere natural-dirijată

3.3. Rezultate și discuții

3.3.1. Determinarea prolificității și introducerea reproducătorilor în bazinele de reproducere

Pentru determinarea prolificității medii a femelelor de șalău, selecționate în vederea realizării lucrărilor experimentale de reproducere natural-dirijate, s-au executat măsurători biometrice privind greutatea individuală, lungimea totală, circumferința etc. Pentru fiecare variantă experimentală, la femele s-a calculat raportul gonado-somatic (RGS); media acestuia a fost de 10% din masa corporală.

După (Bucur C. și colab., 2006) și conform determinărilor proprii făcute în cei trei ani de desfășurare a lucrărilor experimentale, numărul de icre/g a fost stabilit la 1200-1320 icre/g. Pentru calculul prolificității femelelor introduse la reproducere s-a avut în vedere media celor două valori de 1260 icre/g.

Pentru lucrările experimentale s-au selecționat un număr de 90 reproducători, din care 45 femele și 45 masculi. Cele 45 femele au fost împărțite în trei loturi de câte 15 femele/lot, iar înainte de parcare provizorie în bazine de prematurare s-au executat următoarele lucrări:

- un lot de 15 femele fără a fi stimulate hormonal pentru bazinele de reproducere B1, B2 și B3;
- un lot de 15 femele a fost stimulat hormonal cu hipofiză de crap în doză totală de 3,5 mg/kg corp pentru bazinele de reproducere B4, B5 și B6;
- un lot de 15 femele a fost stimulat hormonal cu Nerestin 5 în doză totală de 0,15 ml/kg corp femelă pentru bazinele de reproducere B7, B8 și B9.

Înainte de reproducere, cele trei loturi de femele (15 ex/lot) au fost parcate separat, în bazine de maturare. Masculii au fost parcați toți într-un bazin de maturare fără a fi stimulați hormonal. Repartizarea în aceste bazine s-a făcut seara, în intervalul orar 19⁰⁰-21⁰⁰, la temperatura apei de 11-16°C. În ziua următoare femelele din variantele 2 și 3 au fost injectate cu prima doză de hormoni hipofizar/sintetic, iar cea de-a doua doză s-a injectat la 12-14 ore. Concomitent cu cea de-a doua doză reproducătorii au fost introduși în bazinele de reproducere (5 ♀+5 ♂ /bazin, figura 5 (a-b)). Raportul dintre sexe a fost 1/1.



Figura 5 (a-b). Reproducător femelă de șalău pescuit din bazinele de prematurare (parcare) introdusă în bazinul de reproducere (foto original)

3.3.2. Monitorizarea parametrilor fizico-chimici ai apei în bazinele de reproducere

La momentul introducerii materialului biologic pentru reproducere s-au făcut determinări ale temperaturii și oxigenului solvit din apă, înregistrări continuate pe toată durata reproducerii.

Pe parcursul reproducerii nu au intervenit schimbări bruște ale condițiilor de mediu sub aspectul variațiilor mari ale temperaturii și conținutului în oxigen al apei tehnologice care să influențeze reproducerea, în sensul inhibării, accelerării sau încetării duratei de depunere a pondei în cuiburi.

3.3.3. Observații privind reproducerea dirijată a șalăului

Din observațiile făcute de pe mal în zona bazinelor de reproducere s-a constatat că, după 12-24 ore s-au format perechile de reproducători în bazin, prin prezența lor deasupra saltelelor acest lucru fiind un indiciu că, se apropie momentul depunerii pontei.

De regulă, depunerea pontei a avut loc în primele ore ale dimineții. Observațiile fiind făcute odată cu parcurgerea de pe mal a perimetrului bazinelor de reproducere, au permis identificarea saltelelor pe care a fost depusă pona prin urmărirea perechilor de reproducători care stăteau deasupra cuiburilor de pe saltele, cuiburile pe care au fost depuse icrele fiind ușor de identificat, datorită transparenței apei și adâncimii de 70-80 cm la care au fost instalate, dar și situării acestora în apropierea de malului.

După depunerea pontelor pe saltele (figura 6 a-b) cuiburile cu icre fecundate au fost recoltate prin desprinderea cu atenție cu ajutorul unui cuțit de pe plasa de nyal a saltelei, introduse în târgi cu apă și transportate în stația pentru incubație.

Tabelul nr. 2. Rezultatele obținute în reproducerea natural-dirijată a șalăului privind numărul de cuiburi cu icre fecundate de șalău recoltate în cele trei variante experimentale/an

Nr. crt.	Bazinul	Număr saltele instalate	Număr familii	Varianta	Nr. cuiburi recoltate	Femele mature	Procent maturare (%)
1	Total V1	45	45	V1	31	31	68,9
2	Total V2	45	45	V2	35	35	77,8
3	Total V3	45	45	V3	43	43	95,6

unde: V1 - fără stimulare hormonală; V2 - stimulare hormonală cu hipofiză de crap; V3 - stimulare hormonală cu Nerestin 5A.



Figura 6 (a-b). Desprinderea cuiburilor cu icre fecundate de șalău și cuib de icre fecundate înainte de a fi introduse în incubatoarele Nucet (foto original)

Deoarece depunerea pontei nu s-a făcut odată de către toate femelele, după depunere, cuiburile cu icre au fost scoase cât mai repede posibil, astfel încât să se evite infectarea cu ciuperci și alți dăunători din bazine. De asemenea, operația de scoatere din apă a saltelelor, desprinderea cuiburilor și transportul lor în stație în vederea introducerii în incubatoare, s-a realizat în liniște și cu mare atenție (icrele de șalău sunt foarte sensibile), evitându-se stresarea reproducătorilor care nu au depus pona.

În tabelul nr. 2 sunt prezentate rezultatele obținute la reproducerea natural-dirijată a șalăului privind numărul de cuiburi cu icre fecundate, recoltate în cele trei variante experimentale/an, precum și procentul de matuare al femelelor.

3.3.4. Incubarea icrelor de șalău

După recoltarea cuiburilor cu icre fecundate din bazinele de reproducere, acestea au fost introduse cu foarte mare atenție în juvelnicele de nytal din incubatoarele Nucet (figura 7 a-b), unde s-a asigurat alimentarea permanentă cu apă, la un debit de 8 l/min. Capacitatea incubatorului Nucet este de 140 litri, alimentare de suprafață și golire de fund, ceea ce creează un curent circular de apă pe verticală, asigurând icrelor continuu apă proaspătă, bine oxigenată.

Alimentarea cu apă tehnologică a stației de reproducere se realizează gravitațional, cu apă de heleşteu, dintr-un bazin decantor, filtrată prin filtre de nytal de 0,05 mm.

Durata incubației a fost de 6-8 zile funcție de temperatura apei.

3.3.5. Monitorizarea parametrilor fizico-chimici ai apei în perioada incubației

Pe parcursul dezvoltării embrionare și larvare nu au intervenit schimbări bruște ale condițiilor de mediu, sub aspectul variațiilor mari ale temperaturii și conținutului în oxigen al apei tehnologice, care să influențeze dezvoltarea normală a embrionului în sensul accelesării sau încetării duratei embrionării sau să declanșeze mortalități în perioada larvară.



Figura 7 (a-b). Cuiburi cu icre fecundate de șalău în incubatorul Nucet (foto original)

În perioada dezvoltării embrionare și larvare a șalăului s-au monitorizat condițiile de mediu prin recoltarea de probe la intervale de 3-4 zile, s-a determinat temperatura apei la trei ore (orele 3⁰⁰, 6⁰⁰, 9⁰⁰, 12⁰⁰, 15⁰⁰, 18⁰⁰, 21⁰⁰ și 24⁰⁰) și concentrația oxigenului solvit zilnic sau ori de câte ori a fost nevoie, acționându-se prin măsuri de intervenție precum curent de apă, astfel încât valoarea acestui parametru nu a scăzut sub limita de 5-6 mg/l.

3.3.6. Dezvoltarea embrionară

Din datele de specialitate și din observațiile realizate s-a constatat faptul că, durata procesului de dezvoltare embrionară la șalău depinde în mod direct de temperatura apei tehnologice la care are loc dezvoltarea embrionară. În tabelul nr. 6 este redată durata acestui proces la șalău în funcție de temperatura apei.

În variantele experimentale de reproducere natural-dirijată a șalăului din anii 2018-2019-2020, dezvoltarea embrionară a avut loc la temperaturi ale apei de 12,0-15,0°C, durata medie a acestui proces fiind 167 ore, respectiv 7 zile (2019), durata minimă 144 ore/6 zile (2020), maxim 187 ore/7-8 zile (2018).

Din observațiile macro/microscopice s-a putut constata că, la puțin timp după fecundare (1-2 ore), diametrul icrei variază între 1,2 și 1,4 mm. După 48-50 ore, în condițiile dezvoltării embrionare la temperaturi ale apei de 12-14°C, embrionul se află în stadiu de gastrulă.

După 70-72 de ore s-a observat formarea corpului embrionului (la care se disting 21 de miomere) și care înconjoară pe jumătate sacul vitelin. Ochii sunt puțin pigmentați, se observă inima și circulația sanguină.

După 4-5 zile, a devenit vizibilă cu ochiul liber o creștere vizibilă a embrionului al cărui corp înconjoară aproape o dată și jumătate sacul vitelin, microscopic sunt vizibile circa 34 de miomere. Ochii embrionului sunt pigmentați și au culoarea cafenie. Se disting primordiile orificiului nazal, inima și circulația sanguină, iar în interiorul icrei sunt ușor de observat mișcările gen zvârcolire ale embrionului, semn că momentul eclozării este apropiat.

După ziua a 7-a la momentul eclozării s-a observat că, embrionul înconjoară sacul vitelin și ochii sunt puternic pigmentați. La binocular au fost vizibile în zona capului, pe sacul vitelin și mai puțin pe restul corpului mici cromatofori cafenii, distingându-se totodată tubul digestiv, inima și sângele de culoare roz și cuta înotoătoare. În figura 8 este prezentată larva de șalău înainte de momentul eclozării.

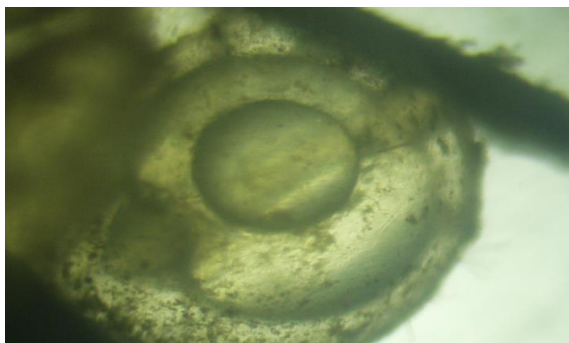


Figura 8. Larvă de șalău înainte momentul eclozării (foto original)

Un aspect de mare importanță care s-a realizat în timpul incubației, a fost prevenirea apariției și infectării cu fungi. Pe perioada incubației s-a realizat îmbăierea icrelor cu o soluție de formaldehidă 37% (concentrație 1,0-1,8 ml formaldehidă /1 litru apă) pentru prevenirea apariției și infectării cu fungi. Primul tratament a fost administrat la 24 de ore după introducerea icrelor la incubat. Timpul de expunere a fost în funcție de temperatura apei (10 min la temperatura apei de 10-12°C sau 15 min la temperatura apei de 13-15°C). Procesul a fost repetat la fiecare 12 ore, până când embrionul a înconjurat întregul sac vitelin, caudala a ajuns în dreptul ochilor, pigmentația este accentuată, mișcările embrionului au devenit mai intense și s-au observat pulsațiile inimii.

Durata incubației a fost de 6-8 zile la temperatura medie zilnică a apei de 12-15°C.

După eclozare, resturile de rădăcini de salcie au fost scoase din incubatoarele Nucet, larvele de șalău au fost menținute în incubatoare, funcție de temperatura apei, până la vârsta de 7-8 zile, interval de timp în care debitul de alimentare al incubatoarelor a fost redus la 4-5 l/minut. Având în vedere faptul că, larvele de șalău sunt sensibile și înoată greoi, au fost introduse în incubatoare 2-3 rame de nytal pentru ca acestea să se sprijine și să se odihnească.

Datele privind analiza comparativă a valorilor totale și medii ale principalilor indicatori tehnologici realizați în lucrările experimentale de reproducere natural-dirijată a șalăului pentru fiecare variantă în perioada 2018-2019-2020 sunt prezentate în tabelul nr. 3.

Tabelul nr. 3. Valorile totale/medii ale indicatorilor tehnologici/varianțe experimentale de reproducere natural-dirijată la șalău în anii 2018-2019-2020

Nr. crt.	Indicatori biotehnologici	UM	Total medie pe variante experimentale		
			V1	V2	V3
1.	Număr familii	ex	45	45	45
2.	Raport între sexe	♀/♂	1,1	1,1	1,1
3.	Femele	ex/kg	45/97,9	45/96,4	45/97,8
4.	Femele mature	ex/kg	36/77,3	38/81,6	36/78,3
5.	Procent maturare	%	71,1	77,7	95,5
6.	Prolificitate medie	icre/♀ matură	265230	278320	274820
7.	Icre pentru incubatie	mil.	2,8287	3,2481	3,9379
8.	Procent fecundare	%	90	90,6	91,3
9.	Nr. icre fecundate	mil.	2,548	2,942	3,596
10.	Procent de eclozare	%	73,5	73,9	76,4
11.	Larve de eclozat	mil.	1,8712	2,1739	2,7472
12.	Larve 7- 8 zile	mil.	1,7825	2,0635	2,6489
13.	Larve 7-8 zile / ♀ matură	mil	0,1672	0,1767	0,1848
14.	Larve 7-8 zile kg/♀ matură	mil.	0,0794	0,08	0,0847
15.	Procent supraviețuire icre fecundate/larve 7 - 8 zile	%	63	63,5	67,2

unde: V1 - fără stimulare hormonală; V2 - stimulare hormonală cu hipofiză de crap;
V3 - stimulare hormonală cu Nerestin 5A.

3.3.7. Indicatorii biotehnologici realizați

Procentul de maturare a reproducătorilor (figura 9 a)

- procentul de maturare cel mai ridicat a fost obținut în anul 2019 în V3 (100%), iar cel mai scăzut a fost obținut în anul 2018 în V1 (66,7%);
- în anul 2018 procentul de maturare cel mai ridicat este obținut în V3 (93,3%) și cel mai scăzut în V1 (66,7%), respectiv 80% în V2;
- în anul 2019 procentul de maturare cel mai ridicat a fost obținut în V3 (100%) și cel mai scăzut în V1 (66,7%), respectiv 80% în V2;
- în anul 2020 procentul de maturare cel mai ridicat a fost obținut în V3 (93,3%) și cel mai scăzut în V1, respectiv V2 (73,3%).

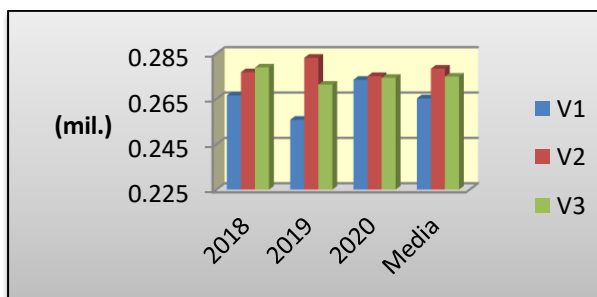
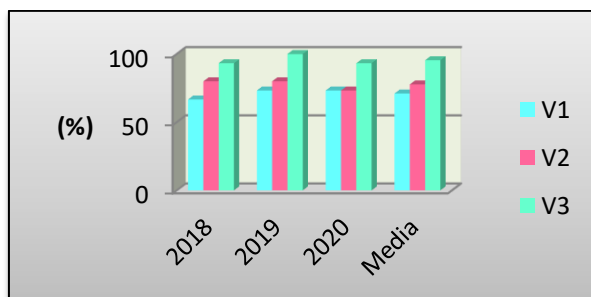


Figura 9 (a-b). a) Variația procentului de maturare la femelele de șalău – b) Variația prolificității (număr icre/femelă)

Numărul total de icre obținute (figura 9b)

- numărul de icre obținut în anul 2019 în V3 a fost superior (4,0692 mil.), față de numărul de icre obținut în anul 2018 în V1 (2,6649 mil.);
- în anul 2018 numărul de icre obținut în V3 a fost superior (3,9043 mil.), față de numărul de icre obținut în V1 (2,6649 mil.), respectiv 3,3214 mil. în V2;
- în anul 2019 numărul de icre obținut în V3 a fost superior (4,0692 mil.), față de numărul de icre obținut în V1 (2,8136 mil.), respectiv 3,3975 mil. în V2;
- în anul 2020 numărul de icre obținut în V3 a fost superior (3,8402 mil.), față de numărul de icre obținut în V1 (3,0076 mil.), respectiv 3,0256 mil. în V2.

Procentul de fecundare a icrelor (figura 10a)

- procentul de fecundare cel mai ridicat a fost obținut în anul 2019 în V2 (92,1%), iar cel mai scăzut procent a fost obținut în anul 2018 în V1 (88,1%);
- în anul 2018 cel mai ridicat procent de fecundare a fost obținut în V3 (92,0%), iar cel mai scăzut în V1 (88,1%), respectiv 89,4% în V2;
- în anul 2019 cel mai ridicat procent de fecundare a fost obținut în V2 (92,1%), iar cel mai scăzut în V1 (90,6%), respectiv 91,8% în V3;
- în anul 2020 cel mai ridicat procent de fecundare a fost obținut în V1 (91,3%), iar cel mai scăzut în V3 (90,1%), respectiv 90,2% în V2.

Procentul de eclozare a icrelor (figura 10b)

- cel mai ridicat procent de eclozare a fost obținut în anul 2018 în V3 (77,8 %), iar cel mai scăzut procent a fost obținut în anul 2020 în V1 (71,1 %);
- în anul 2018, cel mai ridicat procent de eclozare a fost obținut în V3 (77,8 %), iar cel mai scăzut în V1 (74,3%), respectiv 74,8% în V2;
- în anul 2019, cel mai ridicat procent de eclozare a fost obținut în V3 (76,9 %), iar cel mai scăzut în V2 (73,6%), respectiv 75,2% în V1;
- în anul 2020, cel mai ridicat procent de eclozare a fost obținut în V3 (74,4 %), iar cel mai scăzut în V1 (71,1%), respectiv 73,2% în V2.

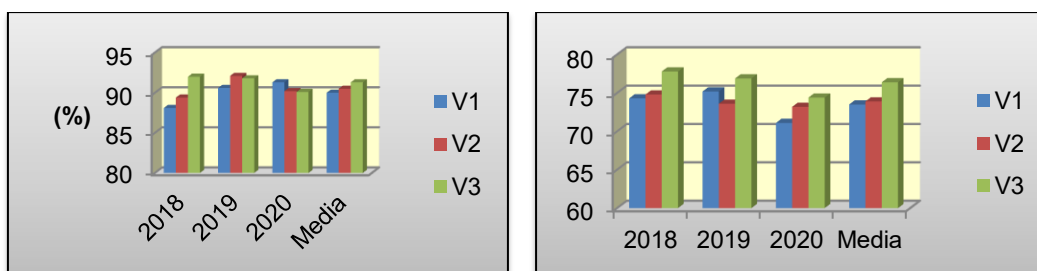


Figura 10 (a-b). a) Variația procentului de fecundare - b) Variația procentului de eclozare

Numărul total de larve de 7-8 zile obținute (figura 11a)

- cel mai mare număr de larve de 7-8 zile a fost obținut în anul 2019 în V3 (2,7519 mil.), iar cel mai mic număr de larve de 7-8 zile a fost obținut în anul 2018 în V1 (1,6851 mil.);
- în anul 2018, cel mai mare număr de larve de 7-8 zile a fost obținut în V3 (2,7415 mil.), iar cel mai mic număr de larve de 7-8 zile a fost obținut în V1 (1,6851 mil.), respectiv 2,1100 mil. în V2;

➤ în anul 2019, cel mai mare număr de larve de 7-8 zile a fost obținut în V3 (2,7519 mil.), iar cel mai mic număr de larve de 7-8 zile a fost obținut în V1 (1,8038 mil.), respectiv 2,1948 mil. în V2;

➤ în anul 2020 cel mai mare număr de larve de 7-8 zile a fost obținut în V3 (2,4533 mil.), iar cel mai mic număr de larve de 7-8 zile a fost obținut în V1 (1,8587 mil.), respectiv 1,8858 mil. în V2.

Numărul de larve de 7-8 zile /kg femelă matură (figura 11b)

➤ cel mai mare număr de larve de 7-8 zile /kg femelă matură a fost obținut în anul 2019 în V3 (0,0852 mil.), iar cel mai mic număr de larve de 7-8 zile /kg femelă matură a fost obținut în anul 2020 V1 (0,0779 mil.);

➤ în anul 2018, cel mai mare număr de larve de 7-8 zile /kg femelă matură a fost obținut în V3 (0,0885 mil.), iar cel mai mic număr a fost obținut în V1 (0,0797 mil), respectiv 0,0800 mil. în V2;

➤ în anul 2019, cel mai mare număr de larve de 7-8 zile /kg femelă matură a fost obținut în V3 (0,0852 mil.), iar cel mai mic număr a fost obținut în V1 (0,0810 mil), respectiv 0,0814 mil. în V 2;

➤ în anul 2020, cel mai mare număr de larve de 7-8 zile /kg femelă matură a fost obținut în V3 (0,0805 mil.), iar cel mai mic număr a fost obținut în V1 (0,0779 mil), respectiv 0,0785 mil. în V2.

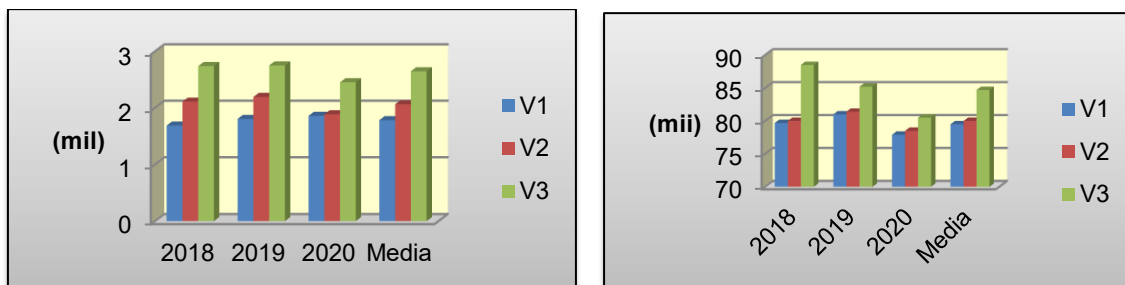


Figura 11 (a-b). a) Variația numărului de larve de 7-8 zile/kg femelă matură pe ani și variante experimentale; b) Larve de 7-8 zile pe kg femelă matură

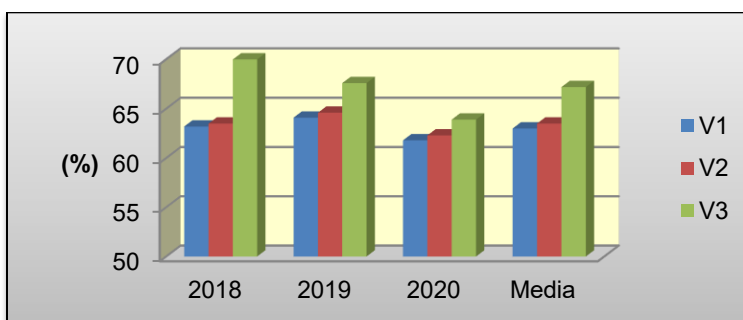


Figura 12. Variația procentului de supraviețuire de la icră fecundată la larve 7-8 zile pe ani și variante experimentale

Procentul de supraviețuire de la stadiul de icră fecundată la larve de 7-8 zile (figura 12)

➤ cel mai ridicat procent de supraviețuire a fost obținut în anul 2018 în V3 (70,2%), iar cel mai scăzut procent a fost obținut în anul 2020 în V1 (61,8%);

- în anul 2018, cel mai ridicat procent de supraviețuire a fost obținut în V3 (70,2%), iar cel mai scăzut procent a fost obținut în V1 (63,2%), respectiv 63,5% în V2;
- în anul 2019, cel mai ridicat procent de supraviețuire a fost obținut în V3 (67,6%), iar cel mai scăzut procent a fost obținut în V1 (64,1%), respectiv 64,6% în V2;
- în anul 2020, cel mai ridicat procent de supraviețuire a fost obținut în V 3 (63,9%), iar cel mai scăzut procent a fost obținut în V1 (61,8%), respectiv 62,3% în V2.

CAPITOLUL IV. ELABORAREA TEHNOLOGIEI DE DEZVOLTARE POSTEMBRIONARĂ LA ȘALĂU

4.1. Obiectivul perioadei de alevinaj

Obiectivul perioadei de alevinaj a fost elaborarea tehnologiei de dezvoltare postembrionară a șalăului (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) în monocultură, în sistem intensiv, în spații controlate. Aceasta vizează obținerea de material de populare în vara I, cu greutatea medii și dimensiuni la care specia nu mai este ținta majoră pentru prădători și este capabilă de a obține cu ușurință hrana, în vederea refacerii populațiilor naturale și introducerii și extinderii ei în acvacultură.

Lucrările experimentale privind creșterea și dezvoltarea șalăului în perioada de alevinaj s-au desfășurat pe o perioadă de 3 ani 2018-2019-2020, în triplicate, timp de 40 respectiv 42 zile, în unități de creștere adecvate speciei, căzi de tip „Evos”.

Principalii indicatorii biotehnologici urmăriți au fost:

- ✓ densitatea de stocare (ex/m³);
- ✓ perioada de creștere (zile);
- ✓ parametrii de creștere: masa medie (g/ex); lungimea medie TL (mm/ex);
- ✓ procent de supraviețuire (%);
- ✓ coeficientul de conversie al hranei (FCR).

4.2. Baza tehnico-materială

Cultura intensivă în spații controlate prezintă avantajul că, mediul de creștere poate fi controlat din punct de vedere al parametrilor hidrochimici ai apei, iar hrana administrată indiferent de tip (hrană vie/furaje suplimentare) este disponibilă pe toată perioada respectivă, administrarea este ușoară și poate fi automatizată, se pot introduce medicamente și biostimulatori. De asemenea se pot controla din punct de vedere al stării sanitare.



Figura 13. Instalație pilot (căzi „Evos”) pentru creșterea și dezvoltarea larvelor de șalău în perioada de alevinaj (foto original)

Lucrările experimentale de creștere și dezvoltare a larvelor de șalău în perioada de alevinaj, s-au realizat în stația pilot de creștere în căzi din fibră de sticlă (căzi „Evos”), cu un volum util de 1000 litri. Căzile „Evos” sunt de formă rotundă sau pătrată cu pereții rotunjiți și sunt alimentate printr-o conductă comună din PVC. Căderea apei este liberă de la aproximativ 25 cm, facilitând astfel oxigenarea, iar evacuarea se realizează central, cu crearea unui curent circular. Înălțimea optimă a stratului de apă este de 0,40-0,60 m. Debitul de alimentare cu apă a căzilor a fost de 7-15 l/minut, în funcție de temperatură. Căzile “Evos” au avut culoarea albastru și verde (figura 13), culori care reduc stresul șalăului în sisteme intensive de creștere (Grozea, 2016).

4.3. Stabilirea variantelor experimentale

Lucrările experimentale de creștere și dezvoltare în sistem intensiv a șalăului în perioada de alevinaj, au fost realizate pe două modele, unde factorul variabil a fost:

- I. **densitatea de stocare;**
- II. **tipul de hrană.**

Pentru a obține rezultate cât mai concludente, cele două modele experimentale de dezvoltare postembrionară au fost realizate în aceeași incintă, anume stația pilot nr. 1 din cadrul Bazei experimentale Nucet.

4.4. Lucrări experimentale de creștere și dezvoltare în sistem intensiv a șalăului (*Sander lucioperca*, L., 1758), în perioada de alevinaj, în densități diferite

4.4.1. Obiectivul

Scopul etapei de alevinaj este ca la finalul ei, biomasa obținută să poată fi populată în mediul natural sau în bazine antropice, la o talie adecvată pentru ca aceștia să poată înfrunta riscurile climatice, alimentare și prădătorii. În consecință, gestionarea acestei etape este dependentă într-o anumită măsură de cea a dezvoltării embrionare, deoarece este absolut necesar ca larvele să fie populate în zilele care urmează după eclozare, într-un mediu bogat în plancton de talie adecvată și lipsit de prădători.

Obiectivul principal al acestui experiment a constat în determinarea unei densități optime de creștere și dezvoltare la șalău în perioada postembrionară, în spații controlate, astfel încât să existe o corelație pozitivă între rata creșterii și eficiența valorificării hranei, precum și un procent de supraviețuire ridicat. Sintetizând datele prezentate din literatura de specialitate, s-a conturat ipoteza experimentului anume că, densitățile ridicate de creștere influențează performanța creșterii și produce stres asupra biomasei piscicole.

4.4.2. Design experimental

Căzile „Evos” au fost spălate și dezinfectate cu soluție de clorură de var, după care din nou spălate cu apa tehnologică și uscate, iar înainte cu 12 ore de momentul populării cu larve, au fost alimentate cu apă până la nivelul 0,25-0,30 m. Pe parcursul desfășurării experimentului a fost crescut nivelul apei tehnologice, ajungând în cea de a 20 zi de alevinaj la 0,5-0,55 m.

Densitatea de stocare este un parametru tehnologic deosebit de important pentru creșterea peștelui, în toate etapele de dezvoltare și este specifică speciei, vârstei și tehnologiei aplicate.

La stabilirea densității de stocare s-a ținut cont de mai mulți factori, precum:

- temperatura și regimul oxigenului din apă;

- caracteristicile comportamentale ale speciei de cultură;
- de talia care se urmărește a fi atinsă la sfârșitul perioadei de alevinaj;
- de cantitatea și calitatea hranei administrate.

Metodologia de lucru a avut în vedere următoarele aspecte:

- au fost stabilite 3 variante experimentale din punct de vedere al densității de stocare;
- bazine de tip „Evos” / variantă experimentală: 3;
- grad de repetabilitate: 3;
- tip de hrană, în 3 etape: hrană naturală în stare vie în etapa I; mixtă (hrană vie/furaje) în etapa II și cu furaje în etapa III;
- mod de administrare: „ad- libitum”, numai ziua (12 ore), cu controlul permanent al consumului de hrană și monitorizarea principalilor parametri fizico-chimici ai apei tehnologice (temperatură, conținut de oxigen, pH, substanță organică, ș.a.);
- durata perioadei de alevinaj: 40 zile.

Tabelul nr. 4. Popularea căzilor „Evos” cu larve de șalău de 7 – 8 zile

Nr. crt.	Varianta experimentală	Volum bazin (l)	Ex. / bazin	Nr. bazine	Ex. totale/an	Nr. ani
1	V 1	1000	1000	3	3000	3
2	V 2	1000	2000	3	6000	3
3	V 3	1000	3000	3	9000	3

Variantele experimentale privind densitatea de populare au fost (tabelul nr. 4):

- varianta 1 notată cu V1: 1000 ex/bazin;
- varianta 2 notată cu V2: 2000 ex/bazin;
- varianta 3 notată cu V3: 3000 ex/bazin.

4.4.3. Rezultate și discuții

4.4.3.1. Monitorizarea condițiilor de mediu ale apei din sursă și din modulele de creștere (căzi „Evos”)

În perioada de creștere și dezvoltare a alevinilor de șalău în căzile „Evos” s-au monitorizat condițiile de mediu prin prelevarea de probe la intervale de 3-4 zile, iar zilnic s-a determinat temperatura apei și concentrația oxigenului solvit acționându-se astfel încât, valoarea acestui parametru nu a scăzut sub limita de 5-6 mg/l, prin măsuri de intervenție precum: curent de apă, igienizarea căzilor prin îndepărtarea resturilor de hrană neconsumată și a excretelor eliminate după digestie. Săptămânal s-a determinat concentrația de nitriți ($N-NO_2^-$), nitrați ($N-NO_3^-$) și concentrația ionului de amoniu ($N-NO_4^+$). Pe întreaga perioadă de derulare a lucrărilor experimentale în incinta stației pilot nr. 1, unde au fost amplasate căzile „Evos” s-a asigurat iluminarea pe timp de zi.

4.4.3.2. Cantitatea și modul de administrare al hranei

Pentru creșterea eficienței utilizării furajului de către alevini, în primele zile de hrănire, dimensiunile particulelor de hrană nu au depășit 80 microni. În primele 2-3 zile, s-a administrat o cantitate echivalentă cu 40% din greutatea lor, după care rația a crescut progresiv pe măsură ce peștii au crescut. Distribuirea furajului s-a făcut în cursul zilei la intervale de 2-3 ore; frecvența meselor joacă un rol deosebit în asigurarea sporului de greutate și creșterea eficienței furajului (cu cât peștele este mai mic, cu atât trebuie hrănit mai des).

În etapa de dezvoltare postembrionară la șalău, în variantele experimentale unde factorul variabil a fost densitatea de stocare, s-a adoptat și realizat următoarea strategie de hrănire pentru o perioadă de 40 zile:

- alevinii de șalău au fost hrăniți atât cu hrană vie cât și cu furaj;
- în primele 10 zile furajarea alevinilor s-a făcut cu hrană vie (nauplii de *Artemia salina*) obținută din cultură dirijată în cadrul S.C.D.P NUCET;
- după cele 10 zile de administrare a hranei vii s-a trecut la hrănirea mixtă (în procente egale hrană vie + furaj cu un conținut de proteină brută de 60%), tot pentru o perioadă de 10 zile, timp în care alevinii de șalău încep să se obișnuiască și să consume furaj împreună cu hrană vie. Hrana vie a fost scăzută zilnic în rație, astfel că la sfârșitul celor 10 zile a reprezentat 10-15% din total furaje;
- 20 zile de hrănire aproape în exclusivitate cu furaj, hrana vie fiind administrată sporadic, odată la trei zile, apoi până la vârsta la care s-a constatat realizarea parametrilor de creștere și s-a observat că apare fenomenul de canibalism (40 zile) numai cu furaj;
- rațiile zilnice de furaje sub forma de hrană vie, hrană mixtă (hrană vie + furaj) sau numai furaj, au fost stabilite în funcție de masa consumatorilor evaluată la 5 zile pentru fiecare variantă experimentală;
- în toate etapele de hrănire, atât hrana vie cât și furajul, au fost administrate separat sau împreună, după sistemul „*ad libitum*” la intervale de 1-2 ore;
- cantitatea de furaj a fost mărită treptat pe măsura creșterii în greutate a alevinilor și a aproximării numerice a acestora la data pescuirilor de control.

Stabilirea necesarului de furaje pentru fiecare variantă experimentală s-a făcut, pe baza evaluării din cinci în cinci zile a masei de consumatori existente în căzile „*Evos*”, prin cântărirea a câte 30-50% din biomasa piscicolă, masa stabilită fiind extrapolată apoi la numărului relativ de exemplare existent în căzi.

Din observațiile constatate de cercetătorii de la S.C.D.P NUCET în ce privește intensitatea consumului hranei în decursul a 24 ore de către larvele unor specii de pești (crap, ciprinide asiatice, *Polyodon saphula*, somn) și din literatura de specialitate (Billard, 1995; Andrei și alții, 1985, 1986, 1987; Ivanov, 1980), s-a constatat că nutriția alevinilor este mai intensă între orele 8⁰⁰-22⁰⁰, după care intensitatea hrănirii scade pe timpul nopții pentru ca în intervalul orar 4⁰⁰-6⁰⁰ hrănirea se apropie de zero. De asemenea s-a mai constatat că, în intervalul 8⁰⁰-12⁰⁰ intensitatea hrănirii ajunge până la 40-50% din rație, crescând în continuare până la 80% între orele 12⁰⁰-18⁰⁰, scăzând apoi treptat spre noapte.

Având în vedere cele menționate, distribuția rației zilnice de hrană sub cele trei forme (hrană vie, amestec hrană vie + furaj, furaj), s-a făcut în 5 rații egale, la orele 8⁰⁰, 11⁰⁰, 14⁰⁰, 17⁰⁰ și 20⁰⁰.

S-a observat că, alevini de șalău consumă hrana în primele zile de la suprafața apei, apoi din stratul de sub imediată apropiere de pelicula superficială, iar pe măsura creșterii vârstei aproape în totalitate din masa apei.

4.4.3.3. Evaluarea performanței de creștere a alevinilor de șalău

Lucrările experimentale de dezvoltare în perioada de alevinaj la șalău, în sistem intensiv, în care factorul variabil a fost densitatea de populare, s-au realizat în trei variante experimentale.

Durata creșterii și dezvoltării în perioada de alevinaj a fost de 40 zile (560-640 grade zile), încetarea perioadei fiind determinată de observarea apariției fenomenului de canibalism.



Figura 14 (a-b). Măsurători biometrice la finalul perioadei de alevinaj (foto original)

Asigurarea și respectarea condițiilor menționate au avut drept scop dacă, la condiții de creștere cvasiidentice, dar la densități diferite de populare, parametrii creșterii și dezvoltării înregistrează valori sensibil egale sau puternic diferențiate (tabelul nr. 5).

Indicatorul biotehnologic privind numărul de larve pe variantă experimentală fiind dependent în primul rând de densitatea de populare, este evident că la, o densitate de populare mai mare și numărul de larve este mai mare sau invers, chiar în condițiile în care densitatea de populare a influențat și procentul de supraviețuire.

Tabelul nr. 5 . Situația principalilor indicatori biotehnologici realizați în lucrările experimentale de creștere și dezvoltare la șalău în perioada de alevinaj (valori medii/variante experimentale/ani)

Anul	Varianta	Bazinul	Sv med. (%)	W mediu (g)	LT mediu (mm)	Sr (g)	GR (g/zi)	PER (g/g)	FCR (g furaj/g spor biomasă)	SGR (%/zi)
2018	V1	B1+B2+B3	65,8	1,581	56	1038,2	26,0	2,49	1,61	16,1
	V2	B4+B5+B6	50,3	1,012	49	1015,8	25,4	1,95	2,06	14,3
	V3	B7+B8+B9	44,3	0,755	46	997,1	24,93	1,54	2,06	13,3
2019	V1	B1+B2+B3	66	1,522	54	1002,2	25,05	2,45	1,63	16
	V2	B4+B5+B6	49,9	0,969	49	964,2	24,11	1,9	2,11	14,2
	V3	B7+B8+B9	43,3	0,792	46	1021,5	25,54	1,57	2,55	13,4
2020	V1	B1+B2+B3	66,2	1,566	56	1035,3	25,88	2,56	1,56	16
	V2	B4+B5+B6	49,5	0,978	50	967,1	24,18	1,87	2,15	14,2
	V3	B7+B8+B9	42,7	0,805	46	1028,1	25,7	1,57	2,55	13,4

Semnificație: W: masă medie; LT: lungime medie; SV: procentul de supraviețuire; Sr: sporul real de creștere; GR: ritmul zilnic de creștere; PER: factorul de conversie al proteinei; FCR: factorul de conversie al hranei; SGR: rata specifică de creștere.

Masa medie (W) - g/ex . Masa medie cea mai ridicată a alevinilor după 40 zile s-a obținut în varianta experimentală V2 în anul 2019 de 1,555 g/ex, iar cea mai scăzută a fost obținută în varianta V3 din anul 2018 de 0,821 g/ex (figura 15a).

În anul 2018 cea mai ridicată masă medie individuală s-a obținut în varianta V1 de 1,414 g/ex, cea mai scăzută în varianta V3 de 0,821 g/ex, iar în varianta V2 s-a obținut masa medie individuală de 1,078 g/ex.

În anul 2019 cea mai ridicată masă medie individuală s-a obținut în varianta V1 de 1,555 g/ex, cea mai scăzută în varianta V2 de 0,969 g/ex, iar în varianta V3 s-a obținut masa medie individuală de 0,792 g/ex.

În anul 2020 cea mai ridicată masă medie individuală s-a obținut în varianta V1 de 1,489 g/ex, cea mai scăzută în varianta V3 de 0,880 g/ex, iar în varianta V2 s-a obținut masa medie individuală de 1,110 g/ex.

În concluzie cea rezultate superioare ale masei medii individuale s-a obținut în toți anii de studiu în varianta V1, urmată de varianta V2, iar cea mai scăzută masă medie în varianta V3.

Rata de supraviețuire – Sv (%). După 40 de zile de alevinaj, procentul de supraviețuire cel mai ridicat s-a obținut în varianta experimentală V1 în anul 2020 de 66,2%, iar cel mai scăzut a fost obținut în varianta V3 în anul 2018 de 42,7% (figura 15b).

În anul 2018 cel mai ridicat procent de supraviețuire s-a obținut în varianta V1 de 65,8%, cel mai scăzut în varianta V3 de 44,3%, iar în varianta V2 s-a obținut un procent de supraviețuire de 50,3%.

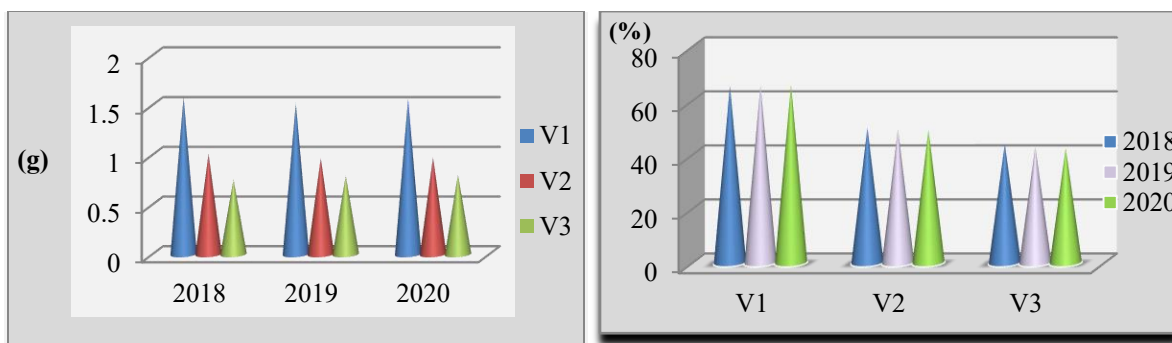


Figura .15 (a-b) a) Variația greutateii medii; b) Variația ratei de supraviețuire (Sv)

În anul 2019 cel mai ridicat procent de supraviețuire s-a obținut în varianta V1 de 66%, cel mai scăzut în varianta V3 de 43,3%, iar în varianta V2 s-a obținut un procent de supraviețuire de 49,9%.

În anul 2020 cel mai ridicat procent de supraviețuire s-a obținut în varianta V1 de 66,2%, cel mai scăzut în varianta V3 de 42,7%, iar în varianta V2 s-a obținut un procent de supraviețuire de 49,5%.

În concluzie cel mai ridicat procent de supraviețuire mediu s-a obținut în toți anii de studiu în varianta V1, iar cel mai scăzut în varianta V3. Astfel, se demonstrează că, în densități ridicate șalăul manifestă stare de stres, iar de la vârsta de aproximativ 35 de zile, cu cât densitatea este mai ridicată intensitatea manifestării canibalismului este mai accentuată.

Coeficientul de conversie al hranei (FCR) s-a încadrat în ecartul 1,61-2,55 astfel:

- în anul 2018 cel mai scăzut coeficient de conversie s-a obținut în varianta V1 de 1,61 și cel mai ridicat în varianta V2 și varianta V3 de 2,06;

- în anul 2019 cel mai scăzut coeficient de conversie s-a obținut în varianta V1 de 1,63, cel mai ridicat în varianta V3 de 2,55, iar în varianta V2 a fost de 2,11;
- în anul 2020 cel mai scăzut coeficient de conversie s-a obținut în varianta V1 de 1,56, cel mai ridicat în varianta V3 de 2,55, iar în varianta V2 a fost de 2,15.

Valorile ușor ridicate ale coeficientului de conversie al hranei sunt din cauză că, administrarea la această vârstă s-a făcut „*ad libitum*”, pentru ca toate exemplarele să aibe acces la hrană, în vederea evitării creșterii disproporționate și a canibalismului.

Valoarea coeficientului de conversie mai ridicată în variantele V2 și V3 se datorează faptului că în primele 35 zile de alevinaj, toată biomasa a consumat hrană, după aceste 35 de zile fenomenul de canibalism în cele două variante experimentale s-a manifestat intens, ceea ce a dus la o supraviețuire scăzută, implicit la o valoare crescută a FCR-ului în comparație cu varianta V1 (figura 16a).

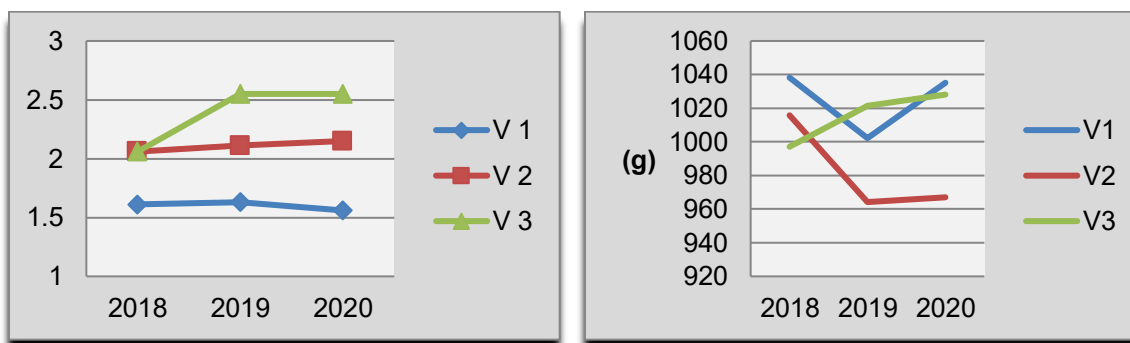


Figura 16 (a-b). a) Variația coeficientului de conversie al hranei (FCR);
b) Variația sporului real de creștere (Sr)

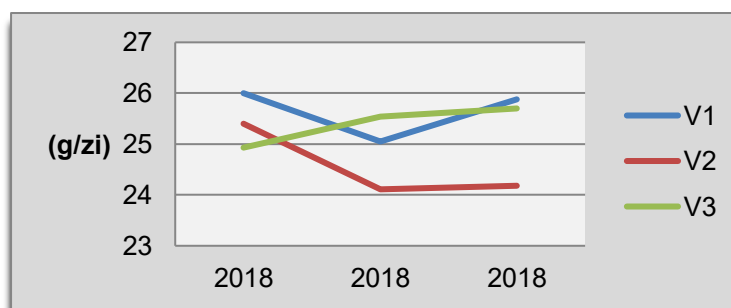


Figura 17. Variația ritmului zilnic de creștere (GR)

Sporul real de creștere (Sr). Sporul real de creștere a avut valori apropiate în toate variantele experimentale, fiind cuprins între 964,2-1038,2 g. Acesta a fost influențat de procentul de supraviețuire și masa medie individuală a materialului biologic obținută la finalul sezonului de alevinaj (figura 16b).

Ritmul zilnic de creștere (GR). Ritmul zilnic de creștere a avut valori apropiate în toate variantele experimentale, fără diferențe majore, fiind influențat de sporul real de creștere care a înregistrat valori apropiate și indirect de procentul de supraviețuire (figura 17).

Corelația dintre masa corporală și lungimea totală Prin plotarea regresiei power a lungimilor și maselor individuale din loturile testate, se observă ușoare diferențe în ceea ce privește factorul alometric, respectiv condiția exemplarelor din loturile testate.

Regresia lungime masa s-a realizat prin intermediul analizei de regresie lineară simplă, iar confirmarea și validarea modelului s-a realizat cu ajutorul statisticii descriptive.

Determinarea corelației dintre lungimea totală (cm) și masa corporală (g) (L-M) s-a realizat în baza datelor obținute în urma biometriei efectuate la sfârșitul experimentului, pentru peștii din fiecare variantă experimentală, cu ajutorul regresiei liniare și a ecuației logaritmice (Capitolul 2).

Populațiile piscicole obținute în interiorul variantelor experimentale au avut valori care au aratat populații omogene. Au existat mici variații care nu au influențat semnificativ rezultatele finale. În această etapă de creștere aceasta corelație și nu numai au ecarturi foarte sensibile, greutatea de 0,1-0,4 g având influențe puternice în obținerea de rezultate matematice eronate.

Coeficientul de determinare R^2 a înregistrat valori cuprinse între 0,869 și 0,939 ceea ce semnifică o bună corelație între variabilele studiate și duce la afirmația în care creșterea în masă corporală poate fi pusă pe seama creșterii în lungime și variază de la 86,9% în varianta V3 la 93,9% în varianta V1 (tabelul nr. 6).

Tabelul nr. 6. Corelația între lungime-greutate în cadrul variantelor experimentale în anul 2018-2019-2020

Corelație greutate lungime			
Anul	Varianta	Tip corelație	Coef. Pearson
2018	V1	Pozitivă	0,999
	V2	Pozitivă	0,999
	V3	Pozitivă	0,998
2019	V1	Pozitivă	0,999
	V2	Pozitivă	0,999
	V3	Pozitivă	0,997
2020	V1	Pozitivă	0,888
	V2	Pozitivă	0,94
	V3	Pozitivă	0,999

Analizând valorile coeficientului „b” s-a observat o creștere izometrică a materialului biologic obținut în varianta V1 în toți anii de studiu, unde b a avut valori cuprinse între 2,906 și 3,068, și o alometrie negativă în varianta experimentală V2 unde „b” a înregistrat valori cuprinse între 2,422 și 2,722, iar în varianta V3 creșterea în lungime o defavorizează pe cea a masei corporale, coeficientul „b” înregistrând valori cuprinse între 2,098 și 2,421.

Din analiza de ansamblu a coeficientului de variabilitate (CV) în ceea ce privește variabila masă corporală, se poate observa că administrarea de hrană cu un procent ridicat de proteină, a condus la accentuarea variabilității loturilor de pești.

De asemenea, este de remarcat faptul că în cazul loturilor cu densitate ridicată, procentul de supraviețuire și masa medie individuală, au înregistrat valori scăzute față de varianta unde densitatea de stocare a fost mai mică (1000 ex/bazin).

În toți anii de studiu 2018-2019-2020, se evidențiază o corelație pozitivă (conform coeficientului Pearson $>0,5$) între lungimea și masa medie individuală aferentă indivizilor stocați în bazinele de creștere și dezvoltare, în cazul fiecărei variante experimentale (V1, V2 și V3). Acest fenomen scoate în evidență creșterea și dezvoltarea omogenă a materialului biologic, fapt ce demonstrează că hrana a fost suficientă în toate variantele experimentale.

Valoarea coeficientului de variabilitate din fiecare variantă experimentală se situează sub valoarea de 20%, astfel toate loturile testate sunt considerate omogene (tabelul nr. 7).

Tabelul nr. 7. Valorile minime, maxime, medii, deviația standard și coeficientul de variabilitate a masei corporale, între variantele experimentale la finalul sezonului de alevinaj

Anul	Varianta	Nr. ex. populate	Nr. ex. recoltate	Masa (g)			CV (%)
				M min.	M max.	M med.±SD	
2018	V1	3000	1975	1,203	1,92	1,581 ± 0,16	9,60 ± 0,013
	V2	6000	3020	0,553	1,745	1,012 ± 0,18	5,38 ± 0,015
	V3	9000	3986	0,436	1,068	0,755 ± 0,16	4,78 ± 0,013
2019	V1	3000	1980	0,953	2,295	1,552 ± 0,2	7,53 ± 0,017
	V2	6000	2995	0,505	1,789	0,969 ± 0,19	5,02 ± 0,016
	V3	9000	3895	0,306	1,211	0,792 ± 0,18	4,39 ± 0,015
2020	V1	3000	1986	1,107	2,192	1,565 ± 0,2	7,82 ± 0,016
	V2	6000	2971	0,552	1,36	0,978 ± 0,15	6,3 ± 0,013
	V3	9000	3847	0,521	1,397	0,805 ± 0,15	5,48 ± 0,012

4.5. Lucrări experimentale de creștere și dezvoltare a speciei șalău (*Sander lucioperca*, L., 1758), în sistem intensiv, în perioada de alevinaj, în care factorul variabil a fost tipul de hrană administrat

4.5.1. Obiectivul

Obiectivul principal al acestei etape, l-a constituit elaborarea tehnologiei de creștere și dezvoltare a șalăului în perioada de alevinaj și identificarea unui tip de hrană cât mai adecvat pentru această specie răpitoare, în această etapă, astfel încât să se realizeze o corelație pozitivă între rata creșterii și valorificarea hranei administrate.

4.5.2. Design experimental

Căzile „Evos” au fost spălate și dezinfectate cu soluție de clorură de var, după care au fost din nou spălate cu apă tehnologică și uscate, iar înainte cu 12 ore de momentul populării cu larve, au fost alimentate cu apă până la nivelul 0,25-0,30 m. Pe parcursul dezvoltării materialului biologic a fost crescut și nivelul apei tehnologice, ajungând în a 20-a zi de alevinaj la 0,5-0,55 m.

Experimentele s-au desfășurat pe parcursul a 3 ani: 2018, 2019 și 2020. Au fost stabilite trei variante experimentale, fiecare variantă realizată în triplicat, fiind diferite din punct de vedere al tipului de hrană administrat.

Densitatea de populare s-a stabilit la 1000 ex/bazin (cădă „Evos”). A fost aleasă această densitate de populare ținându-se cont de faptul că, specia de cultură este o specie răpitoare, care vânează în masa apei și la care instinctul de răpitor se declanșează rapid, manifestându-se cu ușurință canibalismul. Parametrul variabil a fost tipul de hrană administrat. Hrana este un parametru tehnologic deosebit de important pentru creșterea peștelui, în toate etapele de dezvoltare și este specifică speciei, vârstei și tehnologiei aplicate.

Metodologia de lucru a avut în vedere următoarele aspecte:

- au fost stabilite trei variante experimentale, fiecare variantă realizată în triplicat, diferențiate prin tipul de hrană administrat;
- bazine de tip cădă „Evos”/variantă experimentală: 3;

- grad de repetabilitate: 3;
- hrănire: hrană naturală în stare vie sau furaj;
- mod de administrare: „*ad libitum*”, numai ziua (12 ore), cu controlul permanent a consumului de hrană și monitorizarea principalilor parametri fizico-chimici ai apei tehnologice (temperatură, conținut de oxigen, pH, substanță organică, ș.a.);
 - durata perioadei de alevinaj: 42 zile.

Variantele experimentale privind tipul de hrană administrat:

- Varianta 1 – hrănire cu zooplancton (*Daphnia sp.*);
- Varianta 2 – hrănire cu larve de pești (*Carrassius gibelio*);
- Varianta 3 – hrănire cu furaj (*Aqua Garant 0,7*).

4.5.3. Rezultate și discuții

4.5.3.1. Monitorizarea condițiilor de mediu ale apei din sursă și din modulele de creștere (căzi „*Evos*”)

În perioada de dezvoltare a alevinilor de șalău în căzile „*Evos*” (cu diferite tipuri de hrană), s-au monitorizat condițiile de mediu prin recoltarea de probe la intervale de 3-4 zile, iar zilnic s-a determinat temperatura apei și concentrația oxigenului solvit. Valoarea acestui parametru nu a scăzut sub limita de 5-6 mg/l, datorită măsurilor de intervenție precum: curent de apă, igienizarea căzilor prin îndepărtarea resturilor de hrană neconsumată și a excretelor eliminate de alevini după digestie. Pe întreaga perioadă de derulare a lucrărilor experimentale în hala de amplasare a căzilor s-a asigurat iluminarea pe timp de zi.

Temperatura apei a avut o evoluție normală, caracteristică perioadei în care s-au desfășurat lucrările experimentale, cu valori care s-au încadrat între 16,2 °C și 19,8 °C.

4.5.3.2. Cantitatea și modul de administrare al hranei

În etapa de dezvoltare postembrionară la șalău, în variantele experimentale unde factorul variabil a fost tipul de hrană administrat, s-a adoptat și realizat următoarea strategie de hrănire, pentru o perioadă de 42 zile:

- larvele de șalău au fost hrănite în variantele V1 și V2 cu hrană vie și în varianta V3 cu furaj granulat;
 - primele 10 zile, hrănirea larvelor s-a făcut cu gălbenuș de ou fiert în amestec cu furaj mărunțit « *Aqua Garant Start 0.4* » (50% gălbenuș de ou – 50% *Aqua Garant Start*), pentru toate cele trei variante;
 - frecvența meselor a fost de 5 mese pe zi în intervalul orar 8⁰⁰-20⁰⁰. Furajul « *Aqua Garant Start 0.4* » și gălbenușul de ou fiert au fost mărunțite sub formă de pulbere și administrate în masa apei, acolo unde se afla materialul biologic;
 - după cele 10 zile conform protocolului, s-a trecut la hrănirea pe variante experimentale, astfel:
 - Varianta 1 – hrănire cu zooplancton (*Daphnia sp.*);
 - Varianta 2 – hrănire cu larve de pești (caras);
 - Varianta 3 – hrănire cu furaj « *Aqua Garant 0,4 mm* » (de la această dată s-a administrat ca atare, deoarece s-a observat ca alevinii de șalău sunt dezvoltați și pot ingera furajul).
 - în variantele 1 și 2, hrana s-a administrat de două ori pe zi (ora 8 și ora 15⁰⁰), la cea de-a doua masă, administrându-se doar acolo unde s-a constatat că hrana vie a fost consumată;

- În varianta 3, s-au amplasat hrănitore automate cu bandă, furajul fiind administrat ziua în intervalul orar 8⁰⁰-20⁰⁰;
- cantitatea de furaj a fost mărită treptat pe măsura creșterii în greutate a alevinilor și a aproximării numerice a acestora la data „pescuirilor de control”;
- după 40 zile s-a observat că apare fenomenul de canibalism și alevinii de șalău au fost mutați pentru creștere în vara I.

În primele zece zile s-a administrat în amestec cantitatea de 20 g de furaj, compus din 10 g gălbenuș de ou fiert + 10 grame furaj « *Aqua Garant Start 0.4* » fin mărunțit, în masa apei, acolo unde erau prezente larvele. În timpul hrănirii s-a observat cum larvele înoată în masa apei după particulele fine de hrană, iar după aproximativ 60 de secunde se putea observa o colorație a intestinului larvelor de galben către maro, semn că acestea au ingerat hrana administrată. Frecvența meselor în această perioadă a fost de 5 mese pe zi, fiind administrate la ora 8⁰⁰, 11⁰⁰, 14⁰⁰, 17⁰⁰ și 20⁰⁰.

Cantitatea de hrană administrată pe parcursul celor 10 zile a fost de 200 g / cadă „Evos”, compusă din 100 g gălbenuș de ou fiert + 100 g furaj « *Aqua Garant Start 0.4* ». Cantitatea administrată a fost identică în toate variantele experimentale. Cantitatea totală de hrană administrată pe parcursul celor 10 zile per total experiment a fost de 1800 g, compusă din 900 g gălbenuș de ou fiert + 900 grame furaj « *Aqua Garant Start 0.4* ».

Deoarece parametrul variabil a fost tipul de hrană administrat, cantitatea de hrană administrată în prima decadă nu a fost luată în calcul la determinarea coeficientului de conversie al hranei.

După cele zece zile s-a trecut la hrănirea diferențiată, la început în cantități mai mici, rația măriindu-se treptat funcție de capacitatea de hrănire a alevinilor. Până la finalul alevinajului, perioada de hrănire a fost împărțită în alte trei decade, decada a doua și a treia fiind de 10 zile fiecare, iar cea de-a patra decadă fiind de 12 zile.

În lucrările experimentale de dezvoltare a larvelor de șalău realizate în perioada de alevinaj, hrănirea în varianta V3 s-a făcut cu furajul «*Aqua Garant Start 0,4*», același ca la elaborarea tehnologiei de dezvoltare a șalăului în perioada de alevinaj în densități diferite.

Distribuirea rației zilnice de hrană sub cele două forme (hrană vie și furaj), s-a realizat pentru variantele V1 și V2 în două mese la orele 8⁰⁰-15⁰⁰ și pentru varianta V3, furajul a fost administrat în 5 mese egale la ora 8⁰⁰, 11⁰⁰, 14⁰⁰, 17⁰⁰ și 20⁰⁰.

S-a observat că, alevini de șalău în varianta V3 consumă hrana în primele zile de la suprafața apei, apoi din stratul de apă de sub imediata apropiere de pelicula superficială, iar pe măsura creșterii vârstei aproape în totalitate din masa apei. De asemenea s-a constatat în toate variantele experimentale ca, șalăul consumă 85-90% din hrană ziua pe lumină și 10-15% pe timpul nopții.

În variantele V1 și V2 consumul hranei vii, s-a realizat în prima parte a zilei în intervalul orar 8-11⁰⁰, în proporție de 65-70%, în partea a doua a zilei în intervalul orar 11-20⁰⁰ în proporție de 20-25% și doar 10% s-a realizat noaptea. De menționat este faptul că, pe perioada nopții spațiul unde s-a realizat alevinajul nu a fost iluminat.

4.5.3.3. Evaluarea performanței de creștere a alevinilor de șalău

Lucrările experimentale de dezvoltare în perioada de alevinaj la șalău, în sistem intensiv, în care factorul variabil a fost tipul de hrană, s-au realizat în trei variante experimentale. Acestea s-au desfășurat pe parcursul a 3 ani, (2018, 2019 și 2020), în condiții aproape identice atât din punct de vedere tehnic, cât și tehnologic.

Hrană larvelor a fost de două tipuri:

- hrana naturală formată din: zooplancton (*Daphnya sp.*) și larve de pește (*Carassius auratus*), obținute la S.C.D.P NUCET;
- hrana suplimentară, furaj „Aqua Garant Start 0,4”.



Figura 18. Fenomenul de canibalism în perioada postembrionară (foto original)

Tabelul nr. 8 . Situația principalilor indicatori biotehnologici realizați în lucrările experimentale de creștere și dezvoltare la șalău în perioada de alevinaj (valori medii/varianțe experimentale/ani)

Anul	Varianta	Bazinul	SV med. (%)	W mediu (g)	LT mediu (mm)	Sr (g)	GR (g/zi)	PER (g/g)	FCR (g furaj/g spor biomasă)	SGR (%/zi)
2018	V1	B1+B2+B3	61,8	2,545	65	1571,1	37,41	1,5	1,97	16,37
	V2	B4+B5+B6	65,2	4,103	75	2673,4	63,65	1,38	2,18	17,59
	V3	B7+B8+B9	46,9	1,927	59	902	21,48	3,58	1,67	14,95
2019	V1	B1+B2+B3	60,8	2,479	65	1505,5	35,85	1,5	1,93	16,26
	V2	B4+B5+B6	65	4,08	77	2652,2	63,15	1,41	2,18	17,58
	V3	B7+B8+B9	47,3	1,961	60	925,4	22,03	3,59	1,68	15,17
2020	V1	B1+B2+B3	61,4	2,477	64	1520,3	36,2	1,37	2,3	16,36
	V2	B4+B5+B6	65	4,094	76	2658,5	63,3	1,55	1,97	17,55
	V3	B7+B8+B9	46,8	1,962	60	916	21,81	3,65	1,83	15,01

Durata creșterii și dezvoltării în perioada de alevinaj a fost de 42 zile (588-670 grade zile), încetarea perioadei fiind finalizată la observarea accentuată a apariției fenomenului de canibalism (figura 18).

Lucrările experimentale de dezvoltare a șalăului în perioada de alevinaj, în care factorul variabil a fost hrana administrată, au fost realizate în condiții tehnice și tehnologice, asemănătoare. Au fost, totuși, variații nesemnificative în ceea ce privește parametrii fizico-chimici ai mediului de creștere.

Asigurarea și respectarea condițiilor menționate, au avut drept scop dacă la condiții de creștere cvasiidentice, dar cu tipuri diferite de hrană administrată, parametrii creșterii și dezvoltării înregistrează valori sensibil egale sau puternic diferențiate (tabelul nr. 8., figura 19 a-b).

Masa medie (W) - g/ex. Masa medie individuală mai ridicată a alevinilor s-a obținut după 42 zile în varianta experimentală V2, în bazinul B5, din anul 2018 de 4,154 g/ex, iar cea mai scăzută a fost obținută în varianta V3, bazinul B9, din anul 2020 de 1,878 g/ex;



Figura 19 (a-b). Măsurători de biometrie la finalul perioadei de alevinaj (foto original)

În anul 2018 cea mai ridicată masă medie individuală s-a obținut în varianta V2 de 4,103 g/ex, cea mai scăzută în varianta V3 de 1,927 g/ex, iar în varianta V2 s-a obținut masa medie de 2,545 g/ex;

În anul 2019 cea mai ridicată masă medie s-a obținut în varianta V2 de 4,08 g/ex, cea mai scăzută în varianta V3 de 1,961 g/ex, iar în varianta V1 s-a obținut masa medie de 2,479 g/ex;

În anul 2020 cea mai ridicată masă medie s-a obținut în varianta V2 de 4,094 g/ex, cea mai scăzută în varianta V3 de 1,962 g/ex, iar în varianta V1 s-a obținut masa medie de 2,477g/ex;

În concluzie cea mai ridicată masă medie individual s-a obținut în toți anii de studiu în varianta V2, urmată de varianta V1, iar cea mai scăzută masă medie în varianta V3 (figura 20 a).

Rata de supraviețuire (%). După 42 de zile de alevinaj în cei trei ani de studiu, procentul de supraviețuire cel mai ridicat s-a obținut în varianta experimentală V2, bazinul B4, în anul 2019 de 66,8%, iar cel mai scăzut a fost obținut în varianta V3, bazinul B7, în anul 2020 de 45,6%;

În anul 2018 cel mai ridicat procent de supraviețuire s-a obținut în varianta V2 de 65,2%, cel mai scăzut în varianta V3 de 46,9%, iar în varianta V2 s-a obținut un procent de supraviețuire de 61,8%;

În anul 2019 cel mai ridicat procent de supraviețuire s-a obținut în varianta V2 de 65,0%, cel mai scăzut în varianta V3 de 47,3%, iar în varianta V1 s-a obținut un procent de supraviețuire de 60,8%;

În anul 2020 cel mai ridicat procent de supraviețuire s-a obținut în varianta V2 de 65,0%, cel mai scăzut în varianta V3 de 46,8%, iar în varianta V1 s-a obținut un procent de supraviețuire de 61,4%;

În concluzie, cel mai ridicat procent de supraviețuire mediu s-a obținut în toți anii de studiu în varianta V2, iar cel mai scăzut în varianta V3. Aceasta demonstrează că atunci când hrana este diferită față de hrana lui specifică, șalăul manifestă stare de stres. După vârsta de

aproximativ 35 de zile, șalăul trece la hrănirea activă de răpitor, consumă hrană care se mișcă în masa apei precum zooplancton (*Daphnia sp.*), dar mai ales larve de pești care înoată activ în masa apei. Pe perioada studiilor s-a observat că mișcările larvelor de pești în masa apei îi declanșează instantaneu instinctul de atac. Acest instinct poate fi declanșat cu ușurință de înotul exemplarelor din preajma sa și nu mai face diferența nici de specie și nici de mărime, exemplare de aceleași dimensiuni atacându-se, provocând pierderi numerice, implicit o supraviețuire scăzută. S-a mai observat că atunci când este hrănit cu hrană vie (zooplancton, larve de pești), manifestarea canibalismului este redusă (figura 20 b).

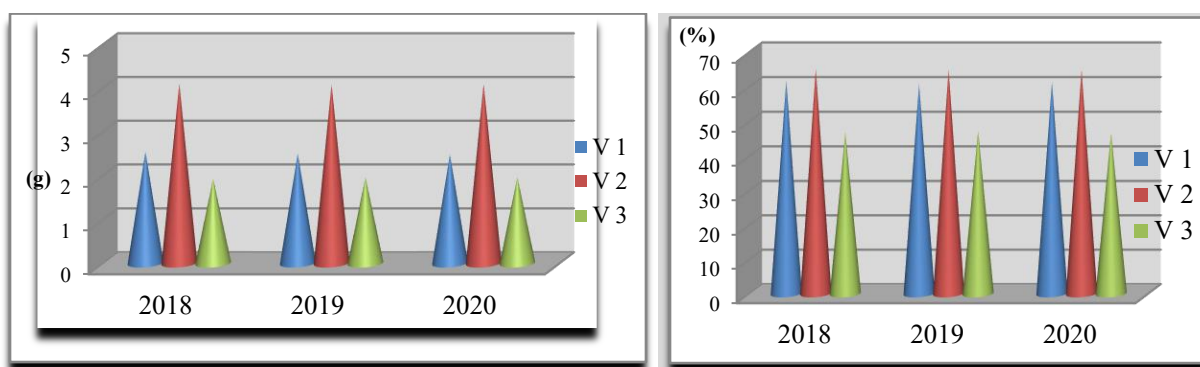


Figura 20 (a-b). a) Variația greutății medii; b) Variația ratei de supraviețuire

Coeficientul de conversie al hranei (FCR) Coeficientul de conversie al hranei cel mai bun a fost obținut în varianta experimentală V3 bazinul B9, în anul 2019, de 1,630, iar cel mai ridicat a fost obținut în varianta V1, bazinul B2, în anul 2019 de 2,4.

În anul 2018 cel mai scăzut coeficient de conversie s-a obținut în varianta V3 de 1,67, cel mai ridicat în varianta V2 de 2,18, iar în varianta V1 s-a obținut un coeficient de conversie al hranei de 1,97.

În anul 2019 cel mai scăzut coeficient de conversie s-a obținut în varianta V3 de 1,68, cel mai ridicat în varianta V2 de 2,18, iar în varianta V1 s-a obținut un coeficient de conversie al hranei de 1,5.

În anul 2020 cel mai scăzut coeficient de conversie s-a obținut în varianta V3 de 1,83, cel mai ridicat în varianta V1 de 2,3, iar în varianta V2 s-a obținut un coeficient de conversie al hranei de 1,97 (figura 21 a).

În concluzie, cel mai scăzut coeficient de conversie obținut în toți anii de studiu, a fost în varianta V3, iar cel mai ridicat în varianta V2, excepție făcând anul 2020 când s-a obținut un coeficient mediu. Valoarea mică a coeficientului de conversie al hranei obținută în varianta V3, se datorează faptului că, furajul utilizat la hrănirea materialului piscicol a fost calitativ.

Se poate afirma că, valorile obținute în variantele V1 și V2 (unde s-a administrat hrană vie), sunt valori estimative, deoarece hrana vie s-a administrat ca atare, aceasta având un conținut ridicat de apă. La calculul diferiților indici unde a fost utilizată valoarea proteinei brute, aceasta a fost estimată pentru hrana vie la 30%.

Sporul real de creștere (Sr). Sporul real de creștere a avut valori diferențiate, astfel în varianta V1 acestea s-au încadrat în ecartul 1505-1571g, în varianta V2 au fost de 2652-2673g, iar în varianta V3 de 902-925g. În interiorul variantelor acestea au avut valori apropiate. Diferențele dintre variante denotă că, administrarea de hrană cât mai apropiată de cea din mediul natural îi conferă acestuia un spor de creștere superior din punct de vedere al cantității

totale și individuale. Acesta a fost influențat de procentul de supraviețuire și de masa medie a materialului biologic obținută la finalul sezonului de alevinaj (figura 21 b).

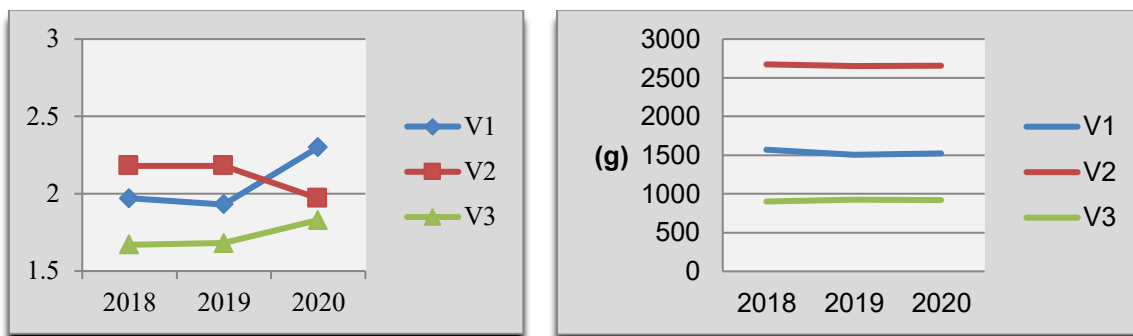


Figura 21 (a-b). a) Variația coeficientului de conversie a hranei (FCR); b) Variația sporului real de creștere (Sr)

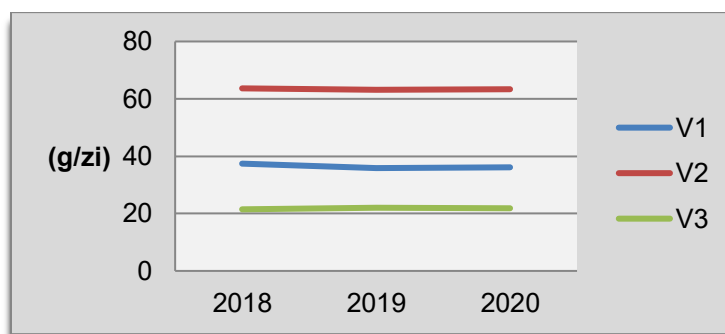


Figura 22. Variația ritmului zilnic de creștere (GR)

Ritmul zilnic de creștere (GR). Ritmul zilnic de creștere a avut valori diferențiate, astfel în varianta V1 acestea s-au încadrat în ecartul 35,85-37,41 g/zi, în varianta V2 au fost de 63,15-63,65 g/zi, iar în varianta V3 de 21,48-22,03 g/zi. În interiorul variantelor acestea au avut valori apropiate. Diferențele dintre variante au fost influențate de masa individuală obținută și cantitatea totală de biomasa diferițe între variantele experimentale. Ritmul zilnic de creștere a fost influențat și de procentul de supraviețuire obținut la finalul sezonului de alevinaj (figura 22).

Corelația dintre masa corporală și lungimea totală

Prin plotarea regresiei putere a lungimilor și maselor individuale din loturile testate, se observă ușoare diferențe în ceea ce privește factorul alometric, respectiv condiția exemplarelor din loturile testate.

Regresia lungime masa corporală s-a realizat prin intermediul analizei de regresie lineară simplă, iar confirmarea și validarea modelului s-a realizat cu ajutorul statisticii descriptive.

Determinarea corelației dintre lungimea totală (cm) și masa corporală (g) (L_t-M) s-a realizat în baza datelor obținute în urma biometriei efectuate la sfârșitul experimentului, pentru peștii din fiecare variantă experimentală, cu ajutorul regresiei liniare și a ecuației logaritmice (Capitolul 2).

Populațiile piscicole obținute în interiorul variantelor experimentale au avut valori care au arătat populații omogene. Au existat mici variații care nu au influențat semnificativ rezultatele finale. În această etapă de creștere și dezvoltare aceasta corelație și nu numai, au ecarturi foarte sensibile, greutatea de 0,1-0,4 g având influențe puternice în obținerea de rezultate matematice eronate (figura 23a-b; 24a-b):

.Coeficientul de determinare R^2 a înregistrat valori cuprinse între 0,861 și 0,927 ceea ce semnifică o bună corelație între variabilele studiate și duce la afirmația în care creșterea în masă corporală poate fi pusă pe seama creșterii în lungime și variază de la 86,1% în varianta V3 la 92,7% în varianta V1.

Tabelul nr. 9. Valorile minime, maxime, medii, deviatia standard și coeficientul de variabilitate a masei corporale, între variantele experimentale

Anul	Varianta	Nr. ex. populate	Nr. ex. recoltate	Masa (g)			CV (%)
				M min.	M max.	M med.±SD	
2018	V1	3000	1854	2,022	2,989	2,545 ± 0,2	13,00 ± 0,016
	V2	3000	1956	3,706	4,587	4,103 ± 0,20	19,98 ± 0,017
	V3	3000	1407	1,348	2,201	1,927 ± 0,16	12,19 ± 0,013
2019	V1	3000	1824	2,069	2,98	2,479 ± 0,24	10,28 ± 0,02
	V2	3000	1951	3,603	4,489	4,080 ± 0,26	15,94 ± 0,021
	V3	3000	1419	1,508	2,314	1,961 ± 0,26	10,59± 0,015
2020	V1	3000	1843	2,087	2,992	2,477± 0,17	14,62 ± 0,014
	V2	3000	1949	3,717	4,584	4,094 ± 0,21	19,24 ± 0,017
	V3	3000	1404	1,408	2,581	1,962 ± 0,18	10,47 ± 0,015

Analizând valorile coeficientului „b” s-a observat o creștere izometrică a materialului biologic obținut în varianta V2 în toți anii de studiu, unde „b” a avut valori cuprinse între 2,896 și 3,056, o alometrie ușor negativă în varianta experimentală V1 unde „b” a înregistrat valori cuprinse între 2,711 și 2,888, iar în varianta V3 creșterea în lungime o defavorizează pe cea a masei corporale, coeficientul „b” înregistrând valori cuprinse între 2,651 și 2,786.

Din analiza de ansamblu a coeficientului de variabilitate (CV), în ceea ce privește variabila masă corporală, se poate observa că administrarea de hrană diferită a condus la accentuarea variabilității loturilor de pești (tabelul nr. 9).

De asemenea, este de remarcat faptul că în cazul loturilor cu administrare de hrană vie, în special larve de caras, procentul de supraviețuire și masa medie individuală au înregistrat valori superioare față de varianta unde s-a administrat furaj granulat.

Tabelul nr. 10. Corelația între lungime-greutate în cadrul variantelor experimentale în anii 2018-2019-2020

Corelație greutate lungime			
Anul	Varianta	Tip corelație	Coef Pearson
2018	V1	Pozitivă	786
	V2	Pozitivă	798
	V3	Pozitivă	581
2019	V1	Pozitivă	0,995
	V2	Pozitivă	0,991
	V3	Pozitivă	0,989
2020	V1	Pozitivă	0,881
	V2	Pozitivă	0,999

	V3	Pozitivă	0,758
--	----	----------	-------

În toți anii de studiu 2018-2019-2020, se evidențiază o corelație pozitivă (conform coeficientului Pearson $>0,5$) între lungimea și masa medie aferentă indivizilor stocați în bazinele de creștere și dezvoltare, în cazul fiecărei variante experimentale (V1, V2 și V3). Acest fenomen scoate în evidență creșterea și dezvoltarea omogenă a materialului biologic, fapt ce demonstrează că hrana a fost suficientă în toate variantele experimentale (tabelul nr. 10).



Figura 23 (a-b). a) Larve de șalău 7-10 zile; b) Alevini de șalău 28 zile (foto original)



Figura 24 (a-b). Alevini de șalău la sfârșitul perioadei postembrionare (foto original)

CAPITOLUL V. LUCRĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND ELABORAREA TEHNOLOGIEI DE CREȘTERE A ȘALĂULUI (*SANDER LUCIOPERCA – LINAEUS, 1758*), ÎN VARA I, ÎN BAZINE DE PĂMÂNT

5.1. Obiectivul lucrărilor experimentale

Lucrările experimentale realizate în cadrul Bazei experimentale Nucet (S.C.D.P NUCET) au avut drept obiectiv elaborarea tehnologiei de creștere a speciei șalău (*Sander lucioperca*, L. 1758), în vara I, în bazine de pământ, în monocultură, cu scopul obținerii de material de populare de o vară, cu talie corespunzătoare (masă medie și dimensiuni) la care specia nu mai este țintă majoră pentru prădători și este capabilă de obținerea cu ușurință a hranei, în vederea refacerii populațiilor naturale și introducerii și extinderii speciei în acvacultură.

5.2. Design experimental

Cercetările s-au realizat în anii 2018-2019-2020 la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet. Bazinele experimentale pentru creștere în vara I sunt amplasate în albia majoră a pârâului Ilfov, aval de barajul acumulării Ilfoveni.

5.2.1. Stabilirea variantelor experimentale

Pentru realizarea lucrărilor experimentale de creștere în vara I șalăului, s-a avut în vedere două variante, unde factorul variabil a fost **tipul de hrană** administrat. Gradul de repetabilitate a fost de 3 ori, în triplicat, perioada de desășurare a acestora a fost în anii 2018, 2019 și 2020.

Variantele experimentale stabilite au fost:

- ↳ varianta V1: hrănire cu furaj (*Aqua Garant 0,7 și 1 mm*);
- ↳ varianta V2: hrănire cu pește viu (caras).

5.2.2. Pregătirea bazinelor în vederea populării

Înainte de folosire bazinele de creștere au fost drenate și dezinfectate cu clorură de var, mai intens în zonele umede. De asemenea în bazinele destinate pentru varianta experimentală V2, la baza taluzului pe latura lungă a bazinelor s-a fixat pat de gazon artificial, cu lățimea de 1,0 m, ca suport pentru depunerea pontei de către caras (r+R.). Cu 12 zile înainte de momentul populării șalăului, bazinele au fost alimentate cu apă până s-a realizat nivelul optim de exploatare (nivel piscicol), astfel că s-au asigurat adâncimi medii ale apei cuprinse între 1,6-1,8 m. Alimentarea și evacuarea apei se realizează individual pentru fiecare bazin, prin instalațiile hidrotehnice menționate. Alimentarea cu apă s-a făcut dintr-un canal dalat comun, care derivă de la stăvilarul amplasat amonte de bazinele trupului Nucet, pe pârâul Ilfov (sursa de alimentare), iar evacuarea apei se face direct în pârâul Ilfov. La călugărele de alimentare și evacuare au fost instalate grătare, pe care au fost montate site metalice cu latura ochiului de 4 mm, pentru a nu permite pătrunderea altor specii de pești sau evadarea materialului piscicol populat. Având în vedere faptul că, alimentarea cu apă a bazinelor experimentale se face din aceeași sursă, putem afirma, sub aspectul condițiilor de mediu date de caracteristicile fizico-chimice ale apei, că s-a asigurat un grad relativ mare de omogenitate al mediului de creștere. În perioada de creștere și dezvoltare a peștelui în bazinele experimentale, s-a asigurat un debit de alimentare de 3-4 l/sec/ha, care să asigure primenirea apei și compensarea pierderilor de apă datorate infiltrației și evaporației.

5.2.3. Popularea materialului piscicol

Stabilirea densității de stocare a avut în vedere faptul că, specia de cultură (șalăul) este o specie răpitoare, care se hrănește activ în masa apei și al cărei instinct de răpitor se declanșează rapid manifestându-se cu intensitate mare, iar în lipsa hranei adecvate sau insuficiente, poate trece la consumul propriilor semeni (fenomenul de canibalism). În consecință densitatea de stocare a fost stabilită la 750 ex/bazin experimental (S:1.000 m²).

Parametrul variabil în cadrul variantelor experimentale a fost tipul de hrană administrat. Hrana este un parametru tehnologic deosebit de important pentru creșterea dirijată a peștelui, indiferent de specia care face obiectul creșterii în toate etapele de dezvoltare, cu grad de specificitate bine definit pentru fiecare specie, vârstă și tehnologie aplicată.

Metodologia de lucru a avut în vedere următoarele aspecte:

- stabilirea celor două variante experimentale, fiecare variantă multiplicată de trei ori, diferențiate prin tipul de hrană administrată;
- stabilirea numărului de bazine de pământ/variantă experimentală: 3;
- grad de repetabilitate: 3;

- tip de hrană administrată: hrană naturală în stare vie (caras) sau furaje;
- mod de hrănire/administrare: „*ad libitum*”, numai ziua, cu controlul permanent al consumului de hrană;
- monitorizarea principalilor parametri fizico-chimici ai apei tehnologice (temperatură, conținut de oxigen, pH, substanță organică etc.);
- durata perioadei de creștere: medie 120 zile.



Figura 25 (a-e). Măsurători biometrice la popularea bazinelor experimentale de creștere (foto original)

Tabelul nr. 11. Situația populărilor în cele două variante experimentale pentru perioada 2018-2019-2020

Anul	Variantă	Bazin	Populare		
			Nr. ex	Wmed. (g/ex)	Cantitate (kg)
2018	V1	B1	750	1,93	1,45
		B2	750	1,82	1,37
		B3	750	1,97	1,48
	V2	B4	750	2,57	1,92
		B5	750	2,85	2,14
		B6	750	2,62	1,97
2019	V1	B1	750	1,98	1,49
		B2	750	2,14	1,61
		B3	750	1,95	1,46
	V2	B4	750	2,25	1,68
		B5	750	2,46	1,84
		B6	750	2,24	1,68
2020	V1	B1	750	1,89	1,42
		B2	750	2,24	1,68
		B3	750	2,05	1,53
	V2	B4	750	2,49	1,87
		B5	750	2,56	1,92
		B6	750	2,56	1,92

Popularea variantelor experimentale s-a făcut cu șalău în vârstă de 48-50 zile, cu greutate medii cuprinse între 1,823 - 2,850 g/ex, astfel:

☞ varianta V1: 750 exemplare/bazin, unde pentru hrana materialului biologic s-a administrat furaj granulat în bazinele experimentale: B1, B2 și B3;

☞ varianta V2: 750 exemplare/bazin, unde s-a administrat hrană vie (caras), în bazinele B4, B5 și B6 (tabelul nr. 11, figura 25a-e).

Alegerea carasului pentru hrănirea șalăului s-a făcut din mai multe considerente și anume:

- ✓ este o specie foarte prolifică care se reproduce de mai multe ori într-un sezon vegetativ;
- ✓ nu este pretențios la cantitatea dar mai ales calitatea hranei consumate;
- ✓ este specia cea mai rezistentă din punct de vedere al condițiilor de mediu din ecosistemele acvatice indiferent de tipul lor;
- ✓ are supraviețuire ridicată în toate stadiile de dezvoltare și creștere.

Modalitatea de realizare a lucrărilor experimentale pe principalele faze de lucru (populare, hrănire, pescuit de recoltă) a fost următoarea:

↳ în anul 2018 populările s-au făcut în data de 5 iunie în ambele variante experimentale, perioada de hrănire a fost până în data de 8 octombrie, rezultând un număr de 124 zile de furajare (V1), iar pescuitul de recoltă pentru ambele variante experimentale s-a realizat la data de 10 octombrie;

↳ în anul 2019 populările s-au făcut în data de 9 iunie în ambele variante experimentale, perioada de hrănire a fost până la data de 5 octombrie (V1), rezultând un număr de 117 zile de furajare, iar pescuitul de recoltă pentru ambele variante experimentale s-a realizat la data de 8 octombrie;

↳ în anul 2020 populările s-au făcut în data de 11 iunie în ambele variante experimentale, perioada de hrănire a fost până în data de 9 octombrie (V1), rezultând un număr de 120 zile de furajare, iar pescuitul de recoltă pentru ambele variante experimentale s-a realizat la data de 12 octombrie;

↳ în varianta V2 hrănirea puietului de șalău cu hrana vie a avut un caracter permanent.

În varianta V2, înainte de popularea puilor predezvoltați de șalău în bazinele experimentale B4, B5 și B6, s-au populat larve de caras obținute din reproducerea natural-dirișată din cadrul S.C.D.P NUCET, ca prim suport de hrană pentru puii de șalău imediat după populare. Pentru fiecare bazin au fost populate circa 100000 ex. larve de 5 zile. Pentru fiecare din cele trei bazine experimentale (B4, B5 și B6), pe 10% din suprafața acestora fost lasată să crească vegetație acvatică ca suport suplimentar pentru reproducerea dirișată a carasului.

Tot în cele trei bazine menționate, după inundare, înainte cu 10 zile de popularea șalăului, s-a populat cantitatea de 50 kg caras (remonți și reproducători), cu greutatea medie cuprinsă între 50-80 g/ex, în vârstă de 1-2 ani.

5.2.4. Asigurarea necesarului de hrană

Hrănirea șalăului la creșterea dirișată în monocultură în bazine de pământ (heleștee) este o metodă mai rar folosită, cu caracter de noutate, dar este în curs de dezvoltare.

Pentru hrănirea suplimentară a șalăului se pot folosi furaje granulate de tipul celor pentru somon (*Salmo salar*), păstrăv curcubeu (*Oncorhynchus mykiss*) și biban de mare european (*Dicentrarchus labrax*). Aceste furaje, trebuie să aibă proprietatea de „**scufundare lentă**” pentru ca în momentele când se menține în masa apei, șalăul să aibă posibilitatea de a le consuma. Așa cum a fost menționat, hrănirea șalăului pentru creștere în vara I, a fost alcătuită din hrană vie și din furaj granulat. Hrana vie a fost constituită din caras, iar hrănirea cu furaj granulat s-a făcut cu „**Aqua Garant Start 0,7**” și „**Aqua Garant Start 1**”.

În varianta V1, în fiecare din cei trei ani de realizare a lucrărilor experimentale (2018-2019 -2020) pentru hrănirea materialului piscicol s-a administrat furaj granulat starter „**Aqua Start 0.7**” cu scufundare lentă, granulație variabilă de 0,6-0,8 mm, special pentru pui de 1-5 g/ex, obținut printr-o tehnologie aparte - marumerizare, având o valoare nutritivă ridicată, cu stabilitate ridicată în apă, microcapsulat pentru a proteja nutriției și pentru a păstra calitatea apei. Proteina brută a fost de 55% și furajul a fost administrat în primele 30 de zile de la populare.

După 30 de zile, materialul piscicol a fost hrănit cu „Aqua Start 1”, având aceleași caracteristici ca „Aqua Start 0.7”, diferența fiind de granulație „Aqua Start 1” având granulația de 0,9-1,1 mm.

În varianta V2, pentru hrănirea carasului s-au administrat 850 kg furaj/bazin/sezon de creștere, cantitatea fiind stabilită în baza următoarei metodologii de calcul:

- ✓ cantitate de caras populată pe bazin experimental: 50 kg;
- ✓ rată multiplicare estimată pentru perioada de creștere: 2,5 ori;
- ✓ cantitate caras estimată la pescuitul din toamnă: 125 kg;
- ✓ spor de creștere: $125 \text{ kg} - 50 \text{ kg} = 75 \text{ kg}$;
- ✓ supraviețuire larve caras până în toamnă: 5,0%;
- ✓ număr larve estimat la pescuitul din toamnă: 5000 ex;
- ✓ greutate medie estimată: 10 g/ex;
- ✓ cantitate: $5000 \text{ ex.} \times 10 \text{ g/ex} = 50 \text{ kg}$;
- ✓ total spor producție: $75 \text{ kg} + 50 \text{ kg} = 125 \text{ kg}$;
- ✓ consum specific: 5% din total spor/zi = $6,25 \text{ kg} \approx 6,0 \text{ kg}$;
- ✓ durata medie de administrare furaje: 120 zile;
- ✓ cantitate necesară de furaj: $120 \text{ zile} \times 6,0 \text{ kg/zi} = 720 \text{ kg}$;
- ✓ 15% din cantitate necesară pentru puietul de caras rezultat din reproducerea natural-dirijată rămas neconsumat de către șalău $15 \% \times 720 \text{ kg} = 108 \text{ kg} \approx 110 \text{ kg}$;
- ✓ total furaje: $720 \text{ kg} + 110 \text{ kg} = 830 \text{ kg} \approx \mathbf{850 \text{ kg}}$.

Furajul combinat administrat pentru specia caras a fost pregătit la nivel de unitate (S.C.D.P. NUCET) prin măcinarea și amestecul componentelor furajere. În combinația aleasă pe componente furajere și cantitatea/component pentru un modul de 100 kg s-a asigurat un conținut de proteină brută de $\approx 26,0\%$.

Având în vedere că, popularea cu caras în bazinele experimentale a avut un caracter eterogen în privința vârstei și masei medii, furajarea a fost impusă de necesitatea de a se asigura creșterea exemplarelor de vârstă și talie mai mică (1-2 ani) și menținerea stării de întreținere pentru reproducători. Astfel, s-a asigurat creșterea prolificității și a permis reproducerea acestei specii, descendenții rezultați servind drept hrană vie pentru șalău.

Hrănirea pentru ambele variante experimentale (V1- pentru șalău și V2 - pentru caras) a început a doua zi după populare. Administrarea furajelor s-a făcut la patru mese pentru fiecare din bazinele variantei experimentale V2, iar furajele pentru șalău în masa apei pe aproape toată suprafața bazinelor.

În varianta V1 cantitatea de furaj administrată a fost diferită de la o zi la alta și de la un bazin la altul, funcție de apetitul materialului piscicol. Din punct de vedere al frecvenței meselor au fost două pe zi, dimineața la ora 9⁰⁰ și după amiaza la ora 14³⁰. Furajul a fost administrat *ad libitum*, avându-se în vedere și ghidul de furajare furnizat de producător, care stabilește cantitatea zilnică de furaje (kg hrană/100 kg consumatori/zi) în funcție de dimensiunea și greutatea individuală a materialului biologic și de temperatura apei.

În varianta V2, administrarea furajului s-a efectuat într-o rație uincă, dimineața la ora 9⁰⁰, cantitatea totale de furaj administrată a fost de 850 kg/an pentru fiecare bazin, în toți anii în care s-au desfășurat lucrările experimentale (2018-2029-2020).

5.3. Rezultate și discuții

5.3.1. Monitorizarea condițiilor de mediu ale apei din sursă și din bazinele de creștere

Monitorizarea calității apei tehnologice s-a realizat prin prelevarea de probe. Determinarea și studiul valorilor parametrilor fizico-chimici este deosebit de important, deoarece menținerea acestora în limite normale, duce la existența unui mediu favorabil creșterii peștelui în general și al șalăului în special. Totodată, atunci când s-au observat abateri de la valorile normale, la unul sau mai mulți parametri, s-a intervenit prin măsuri specifice (marire debit de primenire, aerare etc), astfel încât situația să reentre în normal. Zilnic s-au determinat temperatura apei și concentrația oxigenului solvit, valoarea acestui parametru nu a scăzut sub limita de 5-6 mg/l.

Ca o concluzie generală rezultă că, din punct de vedere al calității mediului de creștere apa tehnologică din sursa de alimentare și bazinele experimentale, pentru perioada analizată 2018-2019-2020, a corespuns standardelor de calitate ale apelor piscicole, fiind cuprinse în actele normative aflate în vigoare.



Figura 26. Determinarea masei individuale la șalău la pescuitul de recoltă (foto original)

5.4. Rezultate obținute

Lucrările experimentale de creștere în vara I a șalăului (*Sander lucioperca* - L., 1758), s-au desfășurat pe parcursul a 3 ani, în perioada 2018-2019-2020, în două variante experimentale, având ca factor de variabilitate hrana administrată.

Durata perioadei de creștere în medie a fost de 121 zile (124 zile/2018, 119 zile/2019 și 120 zile/2020).

Tabelul nr. 12. Valorile medii pe ani/variante experimentale ale principalilor bioindicatori de performanță realizați în lucrările experimentale de creștere în vara I la șalăului

Anul	Varianta	Bazinul	SV med. (%)	W (g)	LT mediu (mm)	Sr (g)	GR (g/zi)	PER (g/g)	FCR (g furaj/g spor biomasă)	SGR (%/zi)
2018	V1	B1,B2,B3	70,7	132	22,7	68,6	572	4	1,39	2,28
	V2	B4,B5,B6	89,5	294	29,7	195,4	1628	1,9	1,61	2,73
2019	V1	B1,B2,B3	64,3	142	24,7	67	558	4,3	1,28	2,27
	V2	B4,B5,B6	91,6	297	31	202,3	1686	1,8	1,63	2,74
2020	V1	B1,B2,B3	66,2	150	24,9	73,2	610	4,3	1,29	2,3

V2	B4,B5,B6	91,0	296	29,9	200,2	1668	1,7	1,72	2,73
----	----------	------	-----	------	-------	------	-----	------	------

Asigurarea și respectarea condițiilor menționate au avut drept scop dacă, la condiții de creștere și densități de populare identice dar tipul de hrană diferit, parametrii creșterii și dezvoltării înregistrează valori sensibil egale sau puternic diferențiate (tabelul 12).

Rata de supraviețuire (%). În cei trei ani de studiu, procentul de supraviețuire cel mai ridicat s-a obținut în varianta experimentală V2, bazinul B6, în anul 2020 de 95,1%, iar cel mai scăzut a fost obținut în varianta V1, bazinul B3, în anul 2019 de 59,9%.

În toți anii de studiu procentul de supraviețuire obținut a fost superior în varianta V2 cu valori cuprinse în ecartul 84,9-95,1%, față de varianta V1 unde acesta a înregistrat valori cuprinse între 59,9-74% (figura 27 a).

Masa medie (W) - g/ex. Masa medie cea mai ridicată a șalăului după primul sezon vegetative, s-a obținut în varianta experimentală V2, în anul 2018, bazinul B6 și în anul 2020 bazinul B5, având valoarea de 318 g/ex, iar cea mai mică a fost obținută în varianta V1, din anul 2018, bazinul B3 de 130 g/ex;

În anul 2018 cea mai ridicată masă medie s-a obținut în varianta V2 de 294 g/ex, (iar) cea mai scăzută în varianta V1 de 132 g/ex.

În anul 2019 cea mai ridicată masă medie s-a obținut în varianta V2 de 297 g/ex, cea mai scăzută în varianta V1 de 142 g/ex.

În anul 2020 cea mai ridicată masă medie s-a obținut în varianta V2 de 296 g/ex, cea mai scăzută în varianta V3 de 150 g/ex.

În concluzie cea mai ridicată masă medie s-a obținut în toți anii de studiu în varianta V2, iar cea mai scăzută în varianta V1 (figura 27 b).

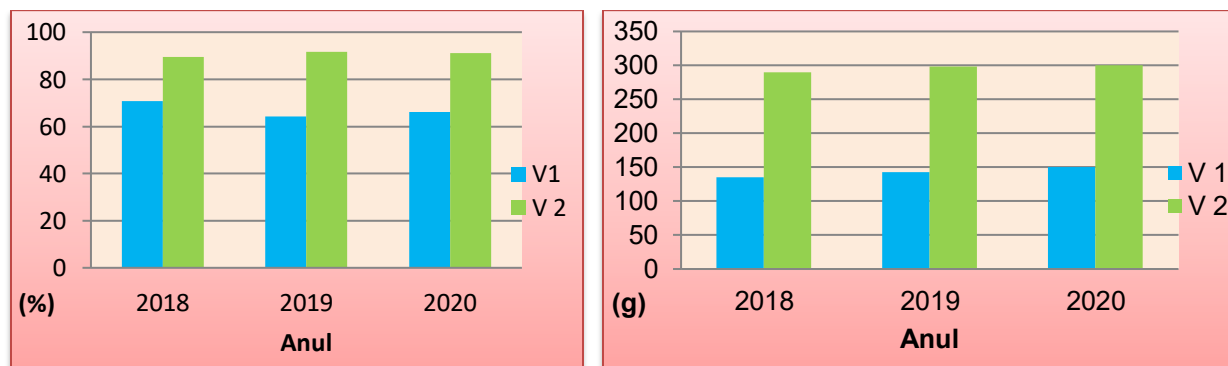


Figura 27 (a-b). a) Variația procentului de supraviețuire b) Variația masei medii individuale

Cantitatea totală de biomasa pe unitatea de suprafață (kg) - kg/ha. Cantitatea totală de biomasa obținută raportată la unitatea de suprafață (kg/ha) se încadrează în ecartul de 665-818 kg/ha pentru varianta V1 și cu valori cuprinse între 1926-2099 kg/ha pentru varianta V2.

Valorile medii ale cantității totale pe unitatea de suprafață (kg/kg/ha) sunt mai ridicate în variantele experimentale V2 față de cele din variantele experimentale V1, cea mai ridicată valoare a acestui bioindicator este 2099 kg/ha în anul 2020 în bazinul B5 și cea mai scăzută în anul 2018, de 665 kg/ha în bazinul B1.

Analizând datele putem afirma că în bazinele în care s-au derulat aceiași variantă experimentă valorile obținute au fost apropiate, diferențe mari au fost obținute între cele două variante de aproximativ 2,5–3 ori mai mici în varianta V1 față de varianta V2 (figura 28 a).



Figura 28 (a-b). a) Variația cantității de biomasă pe unitatea de suprafață (kg/ha) b) Variația coeficientului de conversie al hranei (FCR)

Coeficientul (estimativ) de conversie al hranei (FCR)

În anul 2018 cel mai scăzut coeficient de conversie al hranei s-a obținut în varianta V1 de 1,39, față de varianta V2 unde s-a obținut un coeficient de conversie de 1,61.

În anul 2019 cel mai scăzut coeficient de conversie al hranei s-a obținut în varianta V1 de 1,28, față de varianta V2 unde s-a obținut un coeficient de conversie al hranei de 1,63.

În anul 2020 cel mai scăzut coeficient de conversie al hranei s-a obținut în varianta V1 de 1,29, față de varianta V2 unde s-a obținut un coeficient de conversie al hranei de 1,72 (figura 28 b).

În concluzie, cel mai scăzut coeficient de conversie al hranei obținut în toți anii de studiu, a fost în varianta V1, iar cel mai ridicat în varianta V2. Valoarea mică a coeficientului de conversie al hranei obținută în varianta V1 se datorează faptului că, furajul utilizat la hrănirea materialului piscicol a fost calitativ, dar și procentului mare de proteina brută pe care acesta l-a conținut (55%).

Se poate afirma că, valorile FCR-ului obținute în varianta V2 (unde s-a administrat hrană vie), sunt valori estimative, deoarece nu se cunoaște cu exactitate cantitatea de caras care a fost consumată de șalău. Carasul populat, s-a reproduș și dezvoltat astfel încât șalăul a avut la dispoziție hrană, de unde rezultă obținerea de indici superiori precum, masa medie individuală, procent de supraviețuire, cantitate totală de biomasa obținută etc

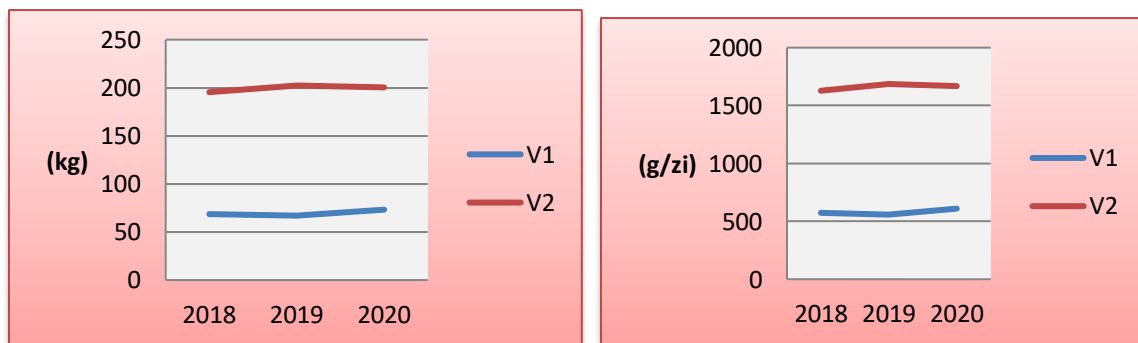


Figura 29 (a-b). a) Variația sporului real de creștere (Sr) b) Variația ritmului zilnic de creștere (GR)

Sporul real de creștere (Sr). Sporul real de creștere a avut valori diferențiate, astfel în varianta V1 acestea s-au încadrat în ecartul 65,4-80,6 kg, față de varianta V2 unde au fost de 191,2-208,3 kg. În interiorul variantelor acestea a avut valori apropiate. Diferențele dintre

variante arată că, administrarea de hrană cât mai apropiată de cea din mediul natural îi conferă acestuia un spor de creștere superior din punct de vedere al cantității totale și masei individuale. Acesta a fost influențat și de procentul de supraviețuire și masa medie individuală a materialului biologic, obținută la finalul sezonului de creștere în vara I (figura 29 a).

Ritmul zilnic de creștere (GR). Ritmul zilnic de creștere a avut valori diferențiate, astfel în varianta V1 acestea s-au încadrat în ecartul 544,8–672,0 g/zi, față de 1593,1–1736,2 în varianta V2. În interiorul variantelor, acestea a avut valori apropiate. Diferențele dintre variante au fost influențate de obținerea de mase medii și cantități totale de biomasa diferite între variantele experimentale. Acesta a fost influențat și de procentul de supraviețuire obținut la finalul sezonului de creștere în vara I (figura 29 b).

Corelația dintre masa corporală și lungimea totală

Prin plotarea regresiei putere a lungimilor și maselor individuale din loturile testate, se observă ușoare diferențe în ceea ce privește factorul alometric, respectiv condiția exemplarelor din loturile testate.

Regresia lungime masa corporală s-a realizat prin intermediul analizei de regresie lineară simplă, iar confirmarea și validarea modelului s-a realizat cu ajutorul statisticii descriptive.

Determinarea corelației dintre lungimea totală (cm) și masa corporală (g) (L-M) s-a realizat în baza datelor obținute în urma biometriei efectuate la sfârșitul experimentului, pentru peștii din fiecare variantă experimentală, cu ajutorul regresiei liniare și a ecuației logaritmice (Capitolul 2).

Populațiile piscicole obținute în interiorul variantelor experimentale au avut valori care au arătat populații omogene. Au existat mici variații care nu au influențat semnificativ rezultatele finale.

Tabelul nr. 13. Valorile minime, maxime, medii, deviatia standard și coeficientul de variabilitate a masei corporale, între variantele experimentale la creșterea în vara I

Anul	Varianta	Nr. ex. populate	Nr. ex. recoltate	Masa (g)			CV (%)
				M min.	M max.	M med.±SD	
2018	V1	2250	1590	108	157	132 ± 10,92	12,08 ± 0,89
	V2	2250	2003	270	329	294 ± 17,93	16,39 ± 1,46
2019	V1	2250	1433	116	159	142 ± 11,97	11,83 ± 0,98
	V2	2250	2055	259	328	297 ± 16,08	18,46 ± 1,31
2020	V1	2250	1478	112	182	149± 14,55	10,27 ± 1,19
	V2	2250	2040	256	337	296 ± 19,4	15,26 ± 1,58

Tabelul nr. 14. Corelația între lungime-greutate în cadrul variantelor experimentale în anul 2018-2019-2020

Corelație greutate lungime			
Anul	Varianta	Tip corelație	Coef. Pearson
2018	V1	Pozitivă	0,956
	V2	Pozitivă	0,966
2019	V1	Pozitivă	0,898
	V2	Pozitivă	0,878
2020	V1	Pozitivă	0,921

	V2	Pozitivă	0,942
--	----	----------	-------

Coeficientul de determinare R^2 a înregistrat valori cuprinse între 0,874 și 0,946 ceea ce semnifică o bună corelație între variabilele studiate și duce la afirmația în care creșterea în masă corporală poate fi pusă pe seama creșterii în lungime și variază de la 87,4% la 94,6%.

Analizând valorile coeficientului „b” s-a observat o creștere izometrică a materialului biologic obținut în varianta V2 în toți anii de studiu, unde b a avut valori cuprinse între 2,968 și 3,126 și o alometrie ușor negativă în varianta experimentală V1 unde b a înregistrat valori cuprinse între 2,531 și 2,701, creșterea în lungime o defavorizează pe cea a masei corporale.

Din analiza de ansamblu a coeficientului de variabilitate (CV) în ceea ce privește variabila masă corporală, se poate observa că administrarea de hrană cu un procent ridicat de proteină în varianta hrănirii cu furaje granulate și hrană specifică speciei în varianta hrănirii cu caras, a condus la accentuarea variabilității loturilor de pești (tabelul nr. 13).

De asemenea, este de remarcat faptul că, în cazul loturilor hrănite cu furaj granulat, procentul de supraviețuire și masa medie, au înregistrat valori scăzute față de varianta unde hrana a fost specifică șalăului.

În toți anii de studiu 2018-2019-2020, se evidențiază o corelație pozitivă (conform coeficientului Pearson $>0,5$) între lungimea și greutatea medie aferentă indivizilor stocați în bazinele de creștere, în cazul ambelor variante experimentale (V1 și V2). Acest fenomen scoate în evidență creșterea omogenă a materialului biologic, fapt ce demonstrează că hrana a fost suficientă în toate variantele experimentale (tabelul nr. 14)

CAPITOLUL VI. CONCLUZII GENERALE ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

Necesitatea introducerii unor specii noi valoroase din punct de vedere economic în cultură, vine ca urmare a creșterii cererii pieței în cantități tot mai mari de produse pescărești și diversificării consumului de produse acvatice.

În țara noastră creșterea șalăului are loc în sisteme clasice ca specie complementară alături de ciprinide, aceasta jucând rol de sanitar al bazinelor prin consumul de pești care nu au ritm de creștere corespunzător și de specii fără valoare economică pătrunse accidental.

Lucrarea de față, a avut drept scop elaborarea tehnologiei de reproducere natural-dirijată, creștere și dezvoltare în perioada de alevinaj și creștere în vara I, la una din speciile de pești valoroasă din punct de vedere economic, cu mare apreciere pe piața internă și externă, cu largi perspective de export și mult căutată de amatorii de pescuit sportiv-recreativ, respectiv șalăul (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1754).

Scopul elaborării acestor tehnologii este acela de a veni în sprijinul specialiștilor din acvacultură, care au sau vor să aibă ca obiect de activitate producerea materialului de populare din specia șalău, necesar pentru popularea/repopularea bazinelor piscicole naturale și amenajate.

Plecând de la stadiul actual al cunoștințelor existente, atât în plan național cât și internațional privind: reproducerea, creșterea și dezvoltarea intensivă în spații controlate în perioada de alevinaj și creșterea în vara I a șalăului, programul de cercetare și lucrările experimentale desfășurate la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet, în perioada 2018-2019-2020, a cuprins un ansamblu de activități cu caracter fundamental, vizând biologia reproducerii, gametogeneza, dezvoltarea embrionară și postembrionară, precum și creșterea în vara I la această specie, în condițiile generale din România și specifice de la Nucet.

Lucrările experimentale au caracter aplicativ, competitiv și precompetitiv și au soluționat următoarele obiective principale:

- ➔ elaborarea tehnologiei în domeniul reproducerii natural-dirijate a șalăului cu și fără stimulare hormonală a genitorilor;
- ➔ elaborarea tehnologiei de creștere și dezvoltare intensivă la șalău în perioada de alevinaj, cu administrare de hrană vie și/sau furaj granulat, precum și stabilirea densităților optime de stocare;
- ➔ elaborarea tehnologiei de creștere la șalău în vara I, în monocultură, cu administrare de hrană vie și/sau furaj granulat, pentru obținerea de material biologic cu masă medie și dimensiuni, la care specia să poată fi populată în habitatele naturale sau în fermele de profil cu pierderi tehnologice cât mai reduse.

Pentru realizarea acestor obiective au fost desfășurate o serie de experimente, având ca scop reproducerea natural-dirijată cu obținerea unui procent maxim de femele mature și evaluarea performanței de creștere a șalăului în perioada de alevinaj și vara I, în contextul manipulării unor factori esențiali de natură tehnologică, precum: tipul de hrană și densitatea de stocare.

Rezultatele obținute în urma desfășurării experimentelor duc la o serie de concluzii relevante, sub aspect tehnologic și aplicativ, după cum urmează:

I. Experimentele privind elaborarea tehnologiei de reproducere natural-dirijată a speciei șalău, cu și fără stimulare hormonală a genitorilor scot în evidență următoarele:

↳ din experimentele efectuate, cele mai bune rezultate au fost obținute în varianta V3 (stimularea cu hormon sintetic Nerestin 5A), în toți cei trei ani de studiu (2018-2019-2020), unde media procentului de maturare a femelelor a fost de 95,6%. În celelalte variante experimentale, valorile medii ale procentului de maturare au fost de 77,7% în varianta V2 (stimulare cu hipofiză de crap) și 71,1% fără stimulare hormonală;

↳ alegerea hormonului se face în funcție de indicii tehnologici obținuți, de prețul produsului, de disponibilitatea pe piață și de modalitatea de păstrare și utilizare. Nerestin 5A este un hormon sintetic, prețul fiind sub cel al hipofizei, este ușor de utilizat și păstrat, spre deosebire de hipofiza de crap care este dificil de preparat și cu perioadă de valabilitate foarte scurtă. Reproducerea se poate realiza cu rezultate mai modeste și fără stimulare hormonală, situație în care costurile pentru substanța hormonală nu mai există, iar o parte din manipulările materialului biologic în ceea ce privește injectarea nu se mai desfășoară;

↳ rezultatele indicatorilor urmăriți de la recoltarea cuiburilor până la eclozare, au fost asemănătoare datorită calității bune a apei tehnologice utilizate la procesul de incubare, tratamentelor preventive realizate împotriva infectării cu fungi, precum și ecartului optim de temperatură în care s-a realizat incubația;

↳ procentul de supraviețuire a larvelor până la vârsta de 7-8 zile a fost cuprins între 63,9% (2020) și 70,2% (2018). Rezultate bune s-au obținut și în varianta fără stimulare hormonală, procentul de supraviețuire a larvelor până la vârsta de 7-8 zile a fost cuprins între 61,8% (2020) și 64,1% (2018);

↳ datorită faptului că icrele au fost incubate într-un interval optim de temperatură (11-15°C), timpul de eclozare a fost mediu (7-8 zile), rezultând loturi omogene, fapt care s-a reflectat ulterior și în rezultatele obținute la creșterea larvară.

II. Experimentele privind elaborarea tehnologiei de dezvoltare în perioada de alevinaj la șalău scot în evidență următoarele concluzii:

→ În ceea ce privește **efectul densității de stocare**, asupra creșterii și dezvoltării șalăului în perioada de alevinaj, cercetările care s-au realizat subliniază efectul negativ al densităților ridicate de stocare asupra performanțelor de creștere, nu ca o consecință a diminuării calității apei, ci datorită instalării stresului fiziologic odată cu dezvoltarea alevinilor, manifestându-se printr-un comportament agresiv. Astfel se poate afirma că, nu toate mecanismele prin care densitatea de stocare afectează performanța creșterii, sunt cunoscute.

Așa cum am menționat anterior, scopul principal al acestui experiment l-a constituit elaborarea tehnologiei de creștere și dezvoltare a șalăului în perioada de alevinaj și în subsidiar determinarea unei densități optime de stocare, în condițiile unui sistem protejat de acvacultură, astfel încât să se obțină material biologic ce poate fi populat fără a exista riscul de pierderi numerice însemnate după populare.

În urma desfășurării prezentului experiment de creștere și dezvoltare în perioada de alevinaj cu influența efectului densității de stocare, au rezultat o serie de concluzii:

↳ parametri fizico-chimici ai apei au înregistrat valori ce se încadrează în ecartul tehnologic optim, fără a fi înregistrate diferențe semnificative între densitățile de stocare;

↳ din analiza indicatorilor privind performanța creșterii, se poate observa că șalăul în densitatea de stocare de 1000 ex/bazin, a înregistrat o creștere mai bună decât celelalte două densități de stocare de 2000 ex/bazin și 3000 ex/bazin;

↳ din punct de vedere al celorlalți indicatori precum: ritmul de creștere zilnic [GR], sporul real de creștere [Sr], rata specifică de creștere (SGR), aceștia au înregistrat valori asemănătoare, fără diferențe semnificative;

↳ în cadrul acestui experiment putem preciza că, densitățile de stocare abordate nu au dus la apariția variabilității biomasei de cultură, obținându-se populații omogene în proporție de 86,9-93,9%;

↳ lipsa unor diferențe evidente în ceea ce privește rata de conversie a hranei, precum și valorile ușor ridicate ale acesteia, este justificată prin faptul că, în toate variantele experimentale hrana s-a administrat „*ad libitum*”, pentru ca biomasa să aibe acces facil la aceasta, deoarece este perioada cea mai dificilă de creștere și dezvoltare, dar și pentru a evita fenomenul de canibalism;

↳ din punct de vedere statistic populațiile piscicole obținute în interiorul variantelor experimentale au avut valori care au arătat populații omogene. Au existat mici variații care nu au influențat semnificativ rezultatele finale;

↳ coeficientul de determinare R^2 a înregistrat valori cuprinse între 0,869 și 0,939 ceea ce semnifică o bună corelație între variabilele studiate și duce la afirmația în care creșterea în masă corporală poate fi pusă pe seama creșterii în lungime și variază de la 86,9% în varianta V3 la 93,9% în varianta V1;

↳ analizând valorile coeficientului „b” s-a observat o creștere izometrică a materialului biologic obținut în varianta V1 în toți anii de studiu, unde „b” a avut valori cuprinse între 2,906 și 3,068, și o alometrie negativă în varianta experimentală V2 unde „b” a înregistrat valori cuprinse între 2,422 și 2,722, iar în varianta V3 creșterea în lungime o defavorizează pe cea a masei corporale, coeficientul „b” înregistrând valori cuprinse între 2,098 și 2,421;

↳ din analiza de ansamblu a coeficientului de variabilitate (CV) în ceea ce privește variabila masă corporală se poate observa că, administrarea de hrană cu un procent ridicat de proteină a condus la accentuarea variabilității loturilor de pești;

↳ de asemenea, este de remarcat faptul că, în cazul loturilor cu densitate ridicată (2000 ex/bazin și 3000 ex/bazin), procentul de supraviețuire și masa medie individuală au înregistrat valori scăzute față de varianta unde densitatea de stocare a fost mai mică (1000 ex/bazin);

↳ în toți anii de studiu 2018-2019-2020, se evidențiază o corelație pozitivă (conform coeficientului Pearson $>0,5$) între lungimea și greutatea medie aferentă indivizilor stocați în bazinele de creștere și dezvoltare, în cazul fiecărei variante experimentale (V1, V2 și V3). Acest fenomen scoate în evidență creșterea și dezvoltarea omogenă a materialului biologic, fapt ce demonstrează că hrana a fost suficientă în toate variantele experimentale;

↳ analizând graficele boxplot prezentate anterior, pentru cele trei variante experimentale, se poate afirma faptul că V1 a prezentat cea mai simetrică distribuție în rândul exemplarelor experimentale, atât în ceea ce privește lungimea, cât și masa individuală medie înregistrată la finalul ciclului de producție analizat;

↳ analiza de clustere evidențiază 3 grupuri distincte, ce cuprind șirurile de date biometrice și valorile biomasei individuale a exemplarelor experimentale, aferente fiecăreia din cele trei variante experimentale. Acest fapt evidențiază diferențele de creștere asociate exemplarelor fiecărei variante experimentale. Clusterelor explică peste 70% din variația datelor în cazul perioadei experimentale 2018 și 2020, respectiv peste 80% în cazul perioadei 2019;

↳ analiza componentelor principale (PCA) evidențiază 3 componente principale, ce explică peste 70% din variația datelor, în cazul celor trei variante experimentale (V1, V2, V3). Corelațiile puternice înregistrate între lungimea individuală medie și biomasa individuală medie, la nivelul materialului piscicol din cadrul variantelor experimentale sunt confirmate și în cadrul PCA;

↳ modelele matematice de tip ansamblu bazate pe algoritmi cu seturi de antrenare de tip arbori aleatori construiți - random forest (RF), confirmă capacitatea bună de predicție a lungimii totale individuale asociate exemplarelor piscicole din cadrul variantelor experimentale, folosind biomasa individuală medie ca principal predictor. Trebuie menționat faptul că, în antrenarea modelelor s-a luat în considerare reducerea pe cât posibil a procentului de suprapunere a datelor și validarea rezultatelor obținute a fost realizată prin utilizarea unui volum de aprox. 30% din totalul bazei de date luată în considerare. De asemenea, caracterizarea gradului de precizie a parametrilor este dependent reliefat prin valorile bune ale RMSE și anume 0,034 în cazul V1 și 0,047 în cazul V2, respective 0,035 la V3;

↳ concluzionând, putem afirma că cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta V1 cu densitatea cea mai mică. Datorită faptului că șalăul este un pește răpitor, atunci când densitățile de stocare sunt mari, instinctul de atac se declanșează foarte rapid, chiar dacă hrana este abundentă și materialul biologic este de aceleași dimensiuni, după 30-35 de zile de alevinaj apare fenomenul de canibalism. Diferențele semnificative ale procentului de supraviețuire și masei individuale în variantele V2 și V3, față de varianta V1, arată că la șalău acestea sunt influențate de densitatea de stocare. Se poate face afirmația că, șalăul suportă greu densitatea de stocare ridicată în perioada de alevinaj.

➔ În ceea ce privește **influența tipului de hrană** asupra creșterii și dezvoltării peștilor de cultură în perioada de alevinaj a fost studiat îndelung de specialiștii din acvacultură, mai puțin

studiat fiind la șalău. Cercetările realizate subliniază faptul că, tipul de hrană administrat la această specie are efect asupra performanțelor creșterii, din punct de vedere al greutatei individuale și asupra procentului de supraviețuire, prin comportamentul speciei, care după 30 de zile are tendința tot mai acută de a prinde hrana care se află în mișcare. Astfel, se poate afirma că, nu toate mecanismele prin care tipul de hrană afectează performanța creșterii sunt cunoscute:

↳ pe parcursul experimentului, calitatea apei tehnologice nu a influențat populația acvicolă, între valorile parametrilor fizici și chimici ai apei nefiind observate diferențe semnificative, deoarece debitul apei de alimentare a fost suficient, caracteristicile acestora încadrând-o într-o apă piscicolă bună;

↳ în ceea ce privește masa individuală a șalăului obținută la finalul experimentelor de creștere, au fost observate diferențe semnificative între variantele experimentale, astfel au fost evidențiate valorile foarte bune înregistrate în varianta V2, unde s-a administrat larve de caras (*Carassius gibelio*), valori bune în varianta V1, unde s-a administrat zooplancton și valori mai scăzute dar deloc neglijabile în varianta V3, unde s-a administrat furaj granulat;

↳ indicatorul biotehnologic privind numărul de pui obținut pe variantă experimentală, fiind dependent în primul rând de tipul de hrană administrat, este evident că în varianta unde hrana vie a fost administrată, procentul de supraviețuire a fost influențat în sens pozitiv;

↳ din punct de vedere al ratei specifice de creștere [SGR] s-au înregistrat valori asemănătoare, fără diferențe semnificative;

↳ din punct de vedere al celorlalți indicatori precum: ritmul de creștere zilnic [GR], sporul real de creștere [Sr], factorul de conversie al proteinei [PER], procentului de supraviețuire [SV] și factorul de conversie al hranei [FCR], aceștia au înregistrat valori diferențiate, ceea ce arată că, administrarea de hrană cât mai apropiată de cea din mediul natural îi conferă acestuia un avantaj în ceea ce privește plasticitatea și în același timp minimizează tendința de manifestare a fenomenului de canibalism;

↳ apetitul șalăului în variantele V1 și V2 (cu administrare de hrană vie) a fost superior, fapt observat pe parcursul desfășurării experimentelor și confirmat la finalul perioadei postembrionare prin greutatea medie superioară obținută în aceste variante;

↳ din punct de vedere statistic populațiile piscicole obținute în interiorul variantelor experimentale au avut valori care au arătat populații omogene. Au existat mici variații care nu au influențat semnificativ rezultatele finale;

↳ coeficientul de determinare R^2 a înregistrat valori cuprinse între 0,861 și 0,927, ceea ce semnifică o bună corelație între variabilele studiate și duce la afirmația în care creșterea în masă corporală poate fi pusă pe seama creșterii în lungime și variază de la 86,1% în varianta V3 la 92,7% în varianta V1;

↳ analizând valorile coeficientului „b” s-a observat o creștere izometrică a materialului biologic obținut în varianta V2 în toți anii de studiu, unde „b” a avut valori cuprinse între 2,896 și 3,056, o alometrie ușor negativă în varianta experimentală V1 unde „b” a înregistrat valori cuprinse între 2,711 și 2,888, iar în varianta V3 creșterea în lungime o defavorizează pe cea a masei corporale, coeficientul „b” înregistrând valori cuprinse între 2,651 și 2,786;

↳ în toți anii de studiu, se evidențiază o corelație pozitivă (conform coeficientului Pearson $>0,5$) între lungimea și greutatea medie aferentă indivizilor stocați în bazinele de creștere și dezvoltare, în cazul fiecărei variante experimentale (V1, V2 și V3). Acest fenomen

scoate în evidență creșterea și dezvoltarea omogenă a materialului biologic, fapt ce demonstrează că hrana a fost suficientă în toate variantele experimentale;

↳ analizând graficele boxplot prezentate, de-a lungul celor trei perioade experimentale distincte, se poate afirma faptul că V1 și V2 au prezentat cea mai simetrică distribuție în rândul exemplarelor experimentale, în ceea ce privește biomasa individuală medie înregistrată la finalul secvențelor analizate de ciclu de producție. De asemenea, distribuția valorilor asociate lungimii corporale medii a exemplarelor experimentale relevă o slabă simetrie, fapt posibil a fi atribuit diferențelor fenotipice ce se manifestă la nivelul materialului biologic, încă din primele stadii de dezvoltare;

↳ analiza de clustere evidențiază 3 grupuri distincte, ce cuprind șirurile de date biometrice și valorile biomasei individuale a exemplarelor experimentale, aferente fiecăreia din cele trei variante experimentale. Acest fapt evidențiază diferențele fenotipice și de performanță a creșterii asociate exemplarelor fiecărei variante experimentale. Clusterelor explică peste 68% din variația datelor în cazul perioadei experimentale 2018 și 2020, respectiv peste 69% în cazul perioadei 2019;

↳ analiza componentelor principale (PCA) evidențiază 3 componente principale, ce explică peste 68% din variația datelor, în cazul celor trei variante experimentale (V1, V2, V3). Corelațiile puternice înregistrate între lungimea individuală medie și biomasa individuală medie, la nivelul materialului piscicol din cadrul variantelor experimentale sunt confirmate și în cadrul PCA, îndeosebi în cadrul V3 în anul 2018, V1- anul 2019 și V2, V3 în anul 2020;

↳ astfel, în anul 2018, modele bazate pe algoritmi RF oferă o predicție exactă a lungimii individuale în cadrul intervalului de variație a biomasei medii individuale [0-2,77], în timp ce în 2019 intervalul optim de predicție este [0-2,88]. În anul 2020, au fost determinate intervale de biomasă individuală medie ce oferă un grad scăzut al predicției [2,1-2,23; 2,69-2,81]. Seturile de date din anii 2018 oferă cea mai exactă predicție, fapt confirmat și de valoarea R_{sq} mai mică (0,934), comparativ cu 0,937 în cazul 2020 și 0,941 în cazul 2019. De asemenea, caracterizarea gradului de precizie a parametrilor dependent este reliefat prin valorile bune ale RMSE și anume 0,034 în cazul 2018, 0,047 în cazul 2019, respective 0,035 la 2020;

↳ concluzia principală în ceea ce privește **influența tipului de hrană**, ce se desprinde din rezultatele obținute în lucrările experimentale de creștere și dezvoltare la șalău în perioada de alevinaj, au arătat faptul că specia poate fi hrănită și cu furaje granulate, chiar dacă rezultatele cele mai bune au fost obținute administrând hrana vie (larve de caras).

➔ În ambele experimente de creștere, în densități diferite și prin administrare de hrană diferită, după aproximativ 35 de zile a început să se manifeste fenomenul de canibalism. Șalăul își procură hrana cu ajutorul văzului și vitezei atacului. Chiar dacă s-au creat condiții foarte bune de creștere prin: calitatea apei tehnologice și calitatea și cantitatea superioară a hranei administrate, instinctul de răpitor se declanșează foarte repede mai ales când hrana este administrată (populația piscicolă se află în mișcare) și nu ezită a-și ataca semenii, chiar dacă sunt de aceleași dimensiuni sau mai mari. Au fost constatate asemenea episoade mai des după vârsta de 35 de zile, atacul în proporție de 95% din cazuri a fost în zona capului sau în apropierea acestuia. În unele cazuri, după atac nu poate înghiți prada, rămâne cu gura blocată pe pradă aproximativ 1-2 minute, astfel exemplarele atacate în proporție de 80-90% au murit, datorită rănilor provocate.

→ Creșterea și dezvoltarea în sistem intensiv a șalăului (*Sander lucioperca*, L., 1758), în perioada de alevinaj, este superioară altor sisteme practicate până în prezent, din următoarele motive:

- necesită suprafețe reduse;
- permite densități mari de populare;
- control continuu asupra calității apei;
- control asupra consumului hranei administrate (hrană vie/furaj);
- control asupra creșterii și a stării de sănătate a materialului biologic;
- ritm de creștere superior.

→ Observațiile privind evoluția șalăului în perioada de alevinaj, în sistem intensiv, în bazinele de tip căzi „Evos” și a caracteristicilor morfo-fiziologice, macro și microscopic sunt:

↳ La vârsta de 7-10 zile:

- prezent sac vitelin, dar cu dimensiuni reduse;
- muguri branhiali fără a fi acoperiți de opercule;
- corp transparent prin care se observă creierul, primordia coloanei vertebrale;
- larvele înoată cu lejeritate.

↳ La vârsta de 17-18 zile:

- corp mai puțin transparent cu tendință de colorare spre gălbui, cu pete pigmentare care acoperă aproape în totalitate suprafața corpului;

- gura bine dezvoltată situată în poziție ventrală;
- pe maxilarul inferior sunt observabili dinți în faza incipientă de formare;
- intestinul format încă din faza de larvă are curbura din zona ventrală a stomacului mai accentuată;

- alevini înoată cu ușurință în masa apei în căutarea hranei;

- hrana constituită în principal din hrană suplimentară și forme juvenile de plancton (alge, nauplii de rotiferi, cladocere, mai puțin forme adulte, organisme ajunse în căzi odată cu apa de alimentare din bazinul decantor prin sistemul de filtrare).

↳ La vârsta de 27-28 zile:

- corpul nu mai este transparent, petele pigmentare de culoare cafenie acoperă aproape toată suprafața corpului;

- înotătoarele sunt formate aproape în totalitate, fapt ce permite ca alevinii să înoate cu rezeziune în căutarea hranei;

- stomacul este bine individualizat;

- conținut intestinal care evidențiază prezența hranei vii, a furajului suplimentar și urme de cladocere provenit din apa bazinului decantor.

↳ La vârsta de 40 zile:

- forma corpului asemănătoare cu cea a adultului;

- colorit specific (spate verde-cenușiu, mai rar galben-cenușiu, părțile laterale sunt cenușiu-argintii, cu dungi mai întunecate, dispuse transversal, regiunea abdominală colorit mai deschis);

- corp acoperit în totalitate cu solzi;

- înot alert specific speciilor de pești răpitori;

- tendință de manifestare a fenomenului de canibalism;

- conținutul stomacal relevă în proporție de 90% prezența furajului în diferite faze de digestibilitate și 10% hrana vie.

III. Pentru al treilea experiment privind creșterea șalăului în vara I, în monocultură în bazine de pământ, s-au concluzionat următoarele aspecte:

↳ cercetările realizate subliniază faptul că, tipul de hrană administrat la această specie are efect asupra performanțelor creșterii, din punct de vedere al greutateii individuale și asupra procentului de supraviețuire, prin rezultatele superioare obținute în variante V2 față de varianta V1;

↳ principalii bioindicatori urmăriți pe parcursul experimentelor de creștere în vara I, la șalău (*Sander lucioperca*, L. 1758) au fost: greutatea individuală (W g/ex); corelația dintre masa corporală și lungimea totală; sporul real de creștere (S_r); ritmul zilnic de creștere (GR); factorul de conversie al hranei (FCR); factorul de conversie al proteinei (PER) și procentul de supraviețuire (S_v) și au înregistrat valori diferențiate. Aceasta s-a datorat faptului că, puietul de șalău preferă hrana vie și o consumă cu plăcere, fiind un aliment complet, atractiv, destinat pentru această specie răpitoare activă;

↳ rezultate bune au fost obținute și în varianta V1, putându-se afirma faptul că, șalăul s-a adaptat și a consumat furajele granulate, furaje pe care piscicultorii le pot procura și depozita ușor. Pentru furajul granulat există disponibilitate ceea ce îi conferă un avantaj din acest punct de vedere;

↳ efectivele piscicole obținute în interiorul variantelor experimentale au avut valori care au arătat populații omogene. Au existat mici variații care nu au influențat semnificativ rezultatele finale;

↳ coeficientul de determinare R^2 a înregistrat valori cuprinse între 0,874 și 0,946 ceea ce semnifică o bună corelație între variabilele studiate și duce la afirmația în care creșterea în masă corporală poate fi pusă pe seama creșterii în lungime și variază de la 87,4% la 94,6%;

↳ analizând valorile coeficientului „b” s-a observat o creștere izometrică a materialului biologic obținut în varianta V2 în toți anii de studiu, unde „b” a avut valori cuprinse între 2,968 și 3,126 și o alometrie ușor negativă în varianta experimentală V1 unde „b” a înregistrat valori cuprinse între 2,531 și 2,701, creșterea în lungime o defavorizează pe cea a masei corporale.

Cercetările realizate la S.C.D.P. NUCET, au avut rezultate apreciabile și pot avea o importanță tehnologică și economică deosebită pentru dezvoltarea și diversificarea activității de acvacultură din România.

Rezultatele obținute și transpunerea lor în practică, răspund priorităților de dezvoltare a acvaculturii naționale prin:

- creșterea cantitativă și calitativă a producției din acvacultură, în scopul asigurării pe piața din România și din UE, a unor produse de calitate în conformitate cu legislația națională aliniată normativelor europene (91/493/EEC și 93/53/EEC);

- promovarea unei acvaculturi responsabile față de mediu și componentele sale;
- asigurarea gradului de profitabilitate al fermelor de acvacultură în contextul mecanismului concurențial al economiei de piață.

Rezultatele obținute pe parcursul derulării cercetărilor și lucrărilor experimentale au fost diseminate atât prin mijloacele specifice activității de cercetare prin: lucrări și articole prezentate la manifestări științifice și publicate în reviste de specialitate, cât și prin valorificarea unei cantități de material de populare obținut ca urmare a reproducerii, dezvoltării și creșterii speciei.

Sumarizând rezultatele redactate anterior, se poate concluziona că prin tematica abordată, lucrarea de față constituie un pas important în dezvoltarea acvaculturii percidelor din

România. În urma cercetărilor abordate se desprind o serie de informații apreciabile, cu caracter de noutate.

Astfel, am realizat la S.C.D.P NUCET activitatea de documentare, cercetare și desfășurarea lucrărilor experimentale, care au contribuit la întocmirea și redactarea tezei și am avut următoarele contribuții personale:

- lucrări experimentale de reproducere natural-dirijată a șalăului cu stimularea hormonală a femelelor cu hipofiză de crap și Nerestin 5A în condiții de heleșteu;
- lucrări experimentale de creștere și dezvoltare în perioada de alevinaj la șalău, în sistem intensiv, în spații controlate (căzi tip „Evos”), pe criteriul densității de stocare și tipului de hrană administrat;
- lucrări experimentale de creștere la șalău în vara I, în monocultură, în bazine de pământ, pe criteriul tipului de hrană administrat.

Rezultatele lucrărilor experimentale privind „**Reproducerea și creșterea șalăului (*Sander lucioperca* L., 1758) în sisteme industriale de acvacultură**”, sunt o continuitate a tradiției și experienței în domeniul reproducerii și creșterii în perioada de alevinaj a unor specii de pești cu valoare economică ridicată: crap, speciile de ciprinide asiatice, *Polyodon spathula* și specii de pești răpitori, desfășurate de-a lungul timpului la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet de mulți cercetători, care au avut un impact deosebit asupra dezvoltării acvaculturii din România.

Bibliografie selectivă

1. Andrei Gh., Mircea V. (1992). Predezvoltarea larvelor de ciprinide asiatice în sistem superintensiv, Simpozion Acvacultura și pescuitul, Galați, 151- 156
2. Andrei Gh., Vizitiu D., Rusu C., Nichiteanu E. (1985, 1986, 1988). Cercetări pentru îmbunătățirea tehnologiilor de reproducere, predezvoltare și creștere a puietului peștilor de cultură, Referate cercetare S.C.D.P. NUCET (nepublicate)
3. Billard R. (1995). Les carpes. Biologie et élevage: I.N.R.A: 141 – 181
4. Bucur C., și colab., 2006, Biotehnologii de reproducere a peștilor de cultură. Manual de prezentare, Editura Biblioteca Targoviște
5. Cortay, A., Colchen, T., Fontaine, P., Pasquet, A., (2019). Do addition of perch larvae as prey affect the growth, development and cannibalism rate of pikeperch larvae? Fishes 4 (21). <https://doi.org/10.3390/fishes4010021>. 21.
6. Costache M., Costache Mih., Radu D., Marica N., **Dobrotă Ghe.**, Dobrotă N. (2018). Research regarding the influence of different types of hormones on reproductive performances of european catfish (*Silurus glanis* L.), 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & Expo
7. Costache M., Dobrotă N. G., Radu D., **Dobrotă Ghe.**, Costache Mih, Marica N., Barbu A., Radu S. (2020). Ghid de bune practice pentru creșterea speciilor de pești de apă dulce pentru dezvoltarea acvaculturii sustenabile, eficiente și competitive din România, Ed. Bibliotheca, Targoviste, ISBN 978-606-8955-92-6
8. Costache M., Costache Mih., Marica N., Radu D., Radu S., Dobrotă N., **Dobrotă Ghe.** (2021). Tehnologii moderne pentru exploatarea complexă a bazinelor acvatice din fermele

piscicole tradiționale, The Internațional Conference "Agriculture for Life, life for Agriculture" iunie 3-5 2021 București

9. Cristea V., Grecu I., Ceapa C. (2002). Ingineria sistemelor recirculante din acvacultură, Editura Didactică și Pedagogică București, pg 343.
10. **Dobrotă Ghe.**, Cristea V., Dobrotă N.G., Simionov I. A., Angheliescu A.C. (2022). The influence of the population density on the development of the species *Sander lucioperca* (Linnaeus -1758) in the postembryonic period, Scientific Papers, Animal Science, 2022, Bucharest, ISSN 2457-3221, ISSN-L 2457-3221
11. **Dobrotă Ghe.**, Cristea V., Simionov I.A., Dobrotă N.G., Petrea S.M. (2022). Experimental results regarding the growth of pikeperch (*Sander lucioperca* - Linnaeus, 1758) in the first year in ponds, Scientific Papers, Animal Science, 2022, Bucharest, ISSN 2457-3221, ISSN-L 2457-3221
12. **Dobrotă Ghe.**, Oprea L., Crețu M. (2021). The use of synthetic hormones in pikeperch (*Sander lucioperca* Linne, 1758) directed reproduction works, Scientific conference of doctoral schoolsscds-udjg 2021, The NinthEdition, GALAȚI, PP.1.13
13. Dobrotă Ghe., Oprea L., Dobrotă N.G., Costache M., Marica N., Radu S. (2021). Aspects regarding the controlled reproduction of pikeperch (*Sander lucioperca* Linne, 1758) in industrial aquaculture systems, Scientific Papers. Series D. Animal Science. Vol. LXIV, No. 2, 2021, ISSN 2285-5750; ISSN CD-ROM 2285-5769; ISSN Online 2393-2260; ISSN-L 2285
14. **Dobrotă Ghe.**, Stăncioiu S., Dobrotă N. (2003). Determinarea caracteristicilor bioproductive la creșterea intensivă a crapului de Ineu. International Symposium, Euro-aliment „Dunărea de Jos” University of Galați, pag. 330-334.
15. **Dobrotă Ghe.**, Stăncioiu S., Dobrotă N. (2003). Determinarea diferitelor tipuri de furaje la creșterea crapului rasa Ineu în vara a II-a. International Symposium, Euro-aliment, „Dunărea de Jos” University of Galați, pag. 342-346.
16. Dobrotă N., Costache M., Stăncioiu S., **Dobrotă Ghe.** (2007). Technologic performances of carp breeding (*Cyprinus carpio*) in ground basins of small dimensions, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași *Lucrări Științifice* - vol. 52, Seria Zootehnie, p. 643-648, http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_52/Nicoleta_Dobrota.pdf
17. Dobrotă N., Costache M., Stăncioiu S., **Dobrotă Ghe.** (2007). Breeding experimentation of the *Cyprinus carpio* species in super intensive system in protected spaces, Fascicle VII, Fishing and Aquaculture, The Annals of " Dunărea de Jos" University of Galați, ISSN 1221-6585: (XXII), pag.10.
18. Dobrotă N., Costache M., Stăncioiu S., **Dobrotă Ghe.**, (2008). The optimization of the breeding techniques of the fish with economic value and the efficient valorization of the natural and additional food resources, Fascicle VII, Fishing and Aquaculture, The Annals of "Dunărea de Jos" University of Galați: ISSN 1221-6585: (XXIII), pag.16.
19. Dobrotă N., Costache M., **Dobrotă Ghe.**, Stăncioiu S. (2009). Researches concerning the breeding of *Cyprinus carpio carpio* (Linnaeus, 1758) species, in high densities in small spaces, using mixed fodders like farinaceous and grained type; Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI : Food Technology Agris since 2012 Vol 34(2) 415-421 Galați University Press ISSN:2068-259X [https:// agris. fao. org/ agrissearch/ search.do?recordID=DJ2012060141](https://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=DJ2012060141) OS:000218996700003

20. Dobrotă N., **Dobrotă Ghe.**, Costache M., Marica N. (2012). Comparative study on rearing some valuable species in intensive system using non-conventional fodders. *AAFL Bioflux* 5(5):361-368.
21. Dobrotă N.G., **Dobrotă Ghe.**, Cristea V., Costache M. (2022). The influence of the population density on the survival rate of the pikeperch during the cold season (*Sander lucioperca* – Linnaeus, 1758) in industrial aquaculture systems, *Scientific Papers, Animal Science*, 2022, Bucharest, ISSN 2457-3221, ISSN-L 2457-3221
22. Falahatkar B., Javid Rahmdel K. (2021). *A Practical Manual for Propagation and Rearing of Pikeperch*. University of Guilan Press, Rasht, Iran (in Persian)
23. Falahatkar, B., Poursaeid, S. (2014). Effects of hormonal manipulation on stress responses in male and female broodstocks of pikeperch *Sander lucioperca*. *Aquaculture International*, 22(1), 235-244.
24. FAO, (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture*, Rome, Italy, ISBN: 978-92-5-132692-3.
25. Gheorghe C.E., Dobrotă N.G., Costache M., Radu D., **Dobrotă Ghe.**, Marica N. (2015). Research on the effect of climate change on aquaculture processes- *Papers of Internațional Symposium EuroAliment*, 24-26 septembrie 2015, Galați University Press ISSN 1843-5114 p.142-144
26. Gomułka P., Kucharczyk D., Szczerbowski A., Łuczyński M. J., Szkudlarek M. (2007). Artificial pikeperch propagation - veterinary purposes. In: Kucharczyk D. Kestemont P., Mamcarz A. (eds.), and *Artificial Reproduction of Pikeperch*. Polish Ministry of Science, Olsztyn, Poland, pp: 67 -74.
27. Grozea A., Alexandru Drașovean A., Lalescu D., Gál D., Ciszter L.T., Romeo Teodor C. (2016). The Pike Perch (*Sander lucioperca*) Background Color First Choice in the Recirculating Aquaculture Systems: *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 16: 891-897
28. Horváth, Z., Németh, S., Beliczky, G., Felföldi, Z., Bercsényi, M. (2013). Comparison of efficiencies of using trainer fish and shape or taste modified feed for enhancing direct weaning of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) year-lings on dry feed. *Croatian Journal of Fisheries*, 71(4), 151-158.
29. Ivanov D. I. (1980). *Ribohaziastvennoe izucenie vnutrennih vodoemov*, nr. 28, Leningrad : 41 – 44 .
30. Javid Rahmdel K., Falahatkar B. (2020a). Reproductive biology of pikeperch (*Sander lucioperca*) - a review. *Advanced Aquaculture Sciences Journal* , 4: 41 -53.
31. Javid Rahmdel K., Falahatkar B. (2020b). Propagation and rearing of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) - a review. *Advanced Aquaculture Sciences Journal* , 3: 87 -101.
32. Javid Rahmdel K., Falahatkar B. (2021). Adaptation of pikeperch (*Sander lucioperca*) to formulated diets: A review. *Fisheries and Aquatic Life* , 29: 1 -12.
33. Kaszubowski, R. (2005). *Artificial reproduction of pikeperch under controlled conditions*. MSc thesis, UWM Olsztyn, 30 pp (In Polish with English summary)
34. Lappalainen, J., Dorner, H. and Wysujack, K. (2002). Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.) – a review. *Ecology of Freshwater Fish*, 12: 95–106. doi: 10.1034/j.1600-0633.2003. 00005.x.

35. Manea I., **Dobrotă Ghe.** (2017). Reserches on the transformations that occur in meat obtained from aquaculture fish during the preservation, 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017
36. Molnar T., Hancz Cs., Bodis M., Müller T., Bercsényi M., Horn P. (2004) The effect of the initial stocking density on the growth and survival of the pikeperch finger lingreare dunder intensive conditions — *Aquacult. Int.* 12:181-189.
37. Nichifor F., Andrei Gh, Costache M., Costache M., Mircea V. (1986, 1987, 1988, 1999, 2000). Perfecționarea tehnologiilor de reproducere artificială a peștilor de cultură stimulare hormonală, tehnici de fecundare, optimizarea condițiilor de incubație, Referate de cercetare, S.C.D.P. NUCET (nepublicate).
38. Nichiteanu E. (1984). Predezvoltarea larvelor de pești în sistem superintensiv, Consfătuirea cadrelor din piscicultură, *Nucet* 22 – 24 martie, 29 – 35.
39. Nicolau A. Brezeanu Gh., Caloianu – Iordăchel M., Bușniță A. (1977). Reproducerea artificială artificială la pești, Ed. Academiei R.S.R., 225 – 229.
40. Nicolau A. și colab. (1973). Reproducerea artificială și dezvoltarea la pești, Editura Academiei R.S.R., București.
41. Niculescu –Duvăz M. (1942). Creșterea șalăului. *Colec. îndrumări ICP.*
42. Nyina-Wamwiza, L., Xu, X., Blanchard, G., Kestemont, P. (2005). Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch *Sander lucioperca* fingerlings. *Aquaculture Research*, 36: 486-492. doi: 10.1111/j.1365-2109.2005.01233.x.
43. Policar, T., Stejskal, V., Kristan, J., Podhorec, P., Svinger, V., Blaha, M. (2013). The effect of fish size and stocking density on the weaning success of pond-cultured pikeperch *Sander lucioperca* L. juveniles. *Aquaculture International*, 21(4), 869-882.
44. Radu D., Costache Mih., Costache M., Marica N., **Dobrotă Ghe.**, Dobrotă N. (2018) Research on reproductive performance of carp breeds (*Cyprinus carpio* L.) Frasinet, Ineu and Ropsa, 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference& Expo
45. Ronyai, A., Csengeri, I. (2008). Effect of feeding regime and temperature on growing results of pikeperch (*Sander lucioperca* L). *Aquaculture Research*, 39 2008: 820- 827. doi: 10.1111/j.1365-2109.2008.01935.x
46. Rusu C., Andrei Gh., Iliescu S. (1983). Utilizarea fenomenului de fototropism în predezvoltarea larvelor de pești fitoplanctonofagi, *Bul. Cerc. Pisc.* (36) 1 – 2 : 59 – 64.
47. Schaerlinger B., Źarski D. (2015). Evaluation and improvements of egg and larval quality in percid fishes. In: Kestemont P., Dabrowski K., Summerfelt R. C. (eds.), *Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices*. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp: 193 -223.
48. Steinfeldt, S., Lund, I., Höglund, E. (2011). Is batch variability in hatching time related to size heterogeneity and cannibalism in pikeperch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Research*, 42(5), 727-732.
49. Szkudlarek M, Zakeś Z. (2007). Effect of stocking density on survival and growth performance of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), larvae under controlled conditions. *Aquac Int* 15:67–81
50. Wojda R., Ciesla M., Sliwinski J., (1995). Rearing of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), fingerlings in carp ponds. *Roczniki Naukowe PZW*, 8: 75 - 93 (n Polish with English summary)

51. Zakes Z., Demska-Zakes K., (1996). Effect of diets on growth and reproductive development of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), reared under intensive culture conditions <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1996.00801>.
52. Zakes, Z., Demska-Zakes, K. (2005). Artificial spawning of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) stimulated with human chorionic gonadotropin (hCG) and mammalian GnRH analogue with a dopamine inhibitor. Arch. Pol. Fish., 13: 63 - 75.