

Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului
“Regele Mihai I al României” din Timișoara



Facultatea de Bioingineria Resurselor Animaliere

CORMAN (MIHAILOV) SANDRA ANTONIA

REZUMAT

TEZĂ DE DOCTORAT

**DEZVOLTAREA UNOR VARIANTE DE POLICULTURĂ ÎN
CADRUL SISTEMELOR RECIRCULANTE DE
ACVACULTURĂ ÎN VEDEREA ÎMBUNĂTĂȚIRII
PERFORMANȚELOR PRODUCTIVE ALE ȘALĂULUI
(*SANDER LUCIOPERCA*) ȘI CEGII (*ACIPENSER RUTHENUS*)**

Conducător științific

Prof.univ.dr.ing. Grozea Adrian

Timișoara

2020

REZUMAT

Teza intitulată “Dezvoltarea unor variante de policultură în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură în vederea îmbunătățirii performanțelor productive ale șalăului (*Sander lucioperca*) și cegii (*Acipenser ruthenus*)”, elaborată de doctorand ing. Corman (Mihailov) Sandra Antonia sub îndrumarea domnului profesor dr. ing. Adrian Grozea, se extinde pe 117 pagini și este structurată în patru părți: I) Stadiul actual al cunoașterii în domeniu; II) Cercetări proprii; III) Concluzii și recomandări; IV) Elementele de originalitate, la care se adaugă lista referințelor bibliografice consultate. Prima parte care cuprinde stadiul actual al cunoașterii este extinsă pe 31 pagini reprezentând 26,50 % din totalul tezei, aceasta incluzând 2 figuri din literatura de specialitate. Secțiunea ce cuprinde cercetările proprii, concluziile și recomandările precum și elementele de originalitate este extinsă pe 86 pagini, ceea ce reprezintă 73,50 % din totalul tezei. Aceasta cuprinde 67 figuri originale (fotografii reprezentative, scheme ilustrative și reprezentări grafice), precum și 36 de tabele.

Tema de cercetare care face obiectul prezentei teze de doctorat a fost inițiată ca urmare a unor observații realizate de colectivul de cercetare din care fac parte, dar și a dorinței noastre (doctorand și coordonator științific) de îmbunătățire a tehnologiilor de creștere a șalăului și sturionilor în spații închise. Tema de cercetare aleasă întrunește caracteristicile unei cercetări aplicative care poate să rezolve probleme observate în decursul timpului în urma monoculturii șalăului și sturionilor în cadrul sistemelor acvacole recirculante (SAR). Astfel, observațiile noastre referitoare la consumul incomplet al furajului administrat, ocuparea inefficientă a spațiului din bazinele de creștere cu precădere la speciile gregare, precum și performanțele productive inferioare potențialului real al speciilor vizate ne-au determinat să căutăm o cale tehnologică pretabilă pentru sistemele recirculante de acvacultură prin care să putem rezolva aceste probleme.

Modul de elaborare a tezei de doctorat respectă cerințele actuale privind întocmirea tezelor de doctorat fiind structurată astfel:

Partea a I-a cuprinde un *studiu bibliografic* structurat în două capitole în cadrul acestora fiind prezentate informații privind evaluarea performanțelor productive ale peștilor în diferite sisteme de creștere (cap. 1) precum și studii realizate de alți cercetători cu privire la îmbunătățirea eficienței economice creșterii peștilor prin diferite variante de policultură (cap. 2).

Capitolul 1 cuprinde informații bibliografice cu privire la sistemele de creștere a peștilor. Acestea variază de la amenajările realizate pentru peștele destinat consumului sau repopulării bazinelor naturale sau artificiale, până la sistemele cele mai moderne, tehnologizate, cum ar fi cele recirculante, în spații închise. În majoritatea țărilor, cele mai întâlnite bazine sunt cele în care se practică sistemul extensiv sau cel semi-intensiv de creștere, cu furajare suplimentară.

Sistemele de creștere ale peștilor se pot caracteriza în funcție de anumite criterii: producția pe unitate de suprafață, dotări, instalații, efectiv pe unitate de suprafață, construcții, tipul de hrănire, capacitatea de exploatare, ritmul de reproducție etc. Pe baza acestor criterii, în piscicultură, se diferențiază următoarele sisteme de creștere: extensive, semiintensive, intensive și superintensive.

Sistemele extensive sunt folosite în cazul unei populații piscicole scăzute, fără a fi nevoie de hrăniri suplimentare. Amplasarea bazinelor acvatice se face în apropierea unei surse de apă curgătoare. Bazinele acvacole pot avea diverse adâncimi și suprafețe mari, construite prin barare și acumularea apei, formând iazuri.

Uneori se aplică fertilizări, care ajută la creșterea nivelului de hrană din apă. În aceste sisteme, producția este mică și se practică policultura.

Bazinele care se pretează pentru creșterea peștilor în *sistem semiintensiv* se contruiesc pe terenuri plane, în general, în zone de câmpie. În acest sistem de creștere se practică atât monocultura cât și policultura, fiind specifice heleșteielor întâlnite în țara noastră, cu sistem de evacuare și alimentare proprie.

Peștii crescuți în *sistem intensiv* (exemplu: viviere plutitoare, bazine betonate sau înfoliate) sunt dependenți în totalitate de hrănirea artificială, furajele fiind distribuite sub formă granulată. Furajarea se realizează zilnic, în tainuri egale și la intervale regulate de timp. În cadrul acestor sisteme se folosesc densități foarte mari, creșterea realizându-se în monocultură. Amplasarea fermelor se face în afara zonelor poluate debitul de apă fiind asigurat prin intermediul pompelor sau gravitațional. Prin practicarea acestui sistem de creștere se obțin producții mai mari, însă este nevoie și de investiții mari pentru amenajare și exploatare.

Creșterea peștilor în *sistem superintensiv*, se realizează în condiții strict controlate fiind utilizată mai ales pentru creșterea peștilor cu valoare economică ridicată. Scopul acestui tip de sistem este de a valorifica cât mai bine potențialul biologic al peștilor cu scopul de a obține o producție maximă într-un interval de timp cât mai mic. În cadrul sistemelor superintensive se folosesc densități foarte mari de pește pentru a obține o producție cât mai mare per metru cub de apă. Creșterea superintensivă a peștilor se poate realiza în sisteme "flow-through" sau în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură.

Sistemele recirculante sunt cele în care creșterea peștilor se realizează în bazine cu volume relativ mici de apă, iar apa care provine din acestea este tratată și refolosită. Ele sunt concepute pentru a minimiza consumul de apă, pentru a ține sub control condițiile de creștere și pentru a permite gestionarea completă a fluxurilor de deșeuri. SAR oferă avantajul că temperatura și alți parametri precum pH, salinitate, solide în suspensie, agenți patogeni, oxigen, dioxid de carbon și compuși organici pot fi ținute sub control, pentru a maximiza creșterea și a menține sănătatea peștilor. În cadrul acestui sistem se pot crește diverse specii de pești: sturioni, anghilă, șalău, biban, somn etc. dar și midii, crabi sau chiar și pești pentru acvariu.

În **capitolul 2** sunt cuprinse informații referitoare la îmbunătățirea eficienței economice a creșterii peștilor prin diferite variante de policultură. Policultura peștilor a fost obiect de studiu pentru mulți cercetători, însă majoritatea au vizat iazurile și heleșteiele. Popularea bazinelor piscicole se poate realiza în două moduri: 1) monocultură - creșterea unei singure specii de pești și 2) policultură - creșterea mai multor specii de pești în același bazin. Monocultura poate fi simplă (ex. crapi de aceeași vârstă) sau mixtă (ex. crapi de vârste diferite). Creșterea în policultură este o metodă de succes în condiții de heleșteie unde hrana naturală (zooplanctonul, bentosul și peștii mici) joacă un rol important. Introducerea speciei adiționale permite utilizarea la capacitatea maximă a resurselor trofice naturale. Policultura poate să fie cu specii pașnice sau cu specii răpitoare.

Policultura unor salmonide (*Oncorhynchus mykiss* și *Salvelinus fontinalis*) în condiții cu apă dulce și apă marină au fost studiate pentru a compara performanțele de creștere și coeficientul de conversie al furajului comparativ cu creșterea lor în monocultură. Unii cercetători au încercat eficientizarea utilizării furajelor pentru creșterea intensivă a somnului african (*Clarias gariepinus*), crapului și speciei tilapia (*Oreochromis niloticus*) prin integrarea sistemelor de creștere: în heleșteu și în viviere amplasate în heleșteu.

Creșterea intensivă a somnului (*Silurus glanis* L.) și a sturionului (*Acipenseridae*) în heleșteie în policultură se practică din ce în ce mai mult influențând creșterea lor dar nu și rata de supraviețuire. Acești pești

au o rată de creștere rapidă și o rată eficientă de utilizare a furajului granulat. Ambele specii, atât somnul cât și sturionul, se recomandă a fi crescute ca și specii suplimentare în heleșteu în policultură cu crapul și linul.

Policultura unor specii de pești planctonofagi s-a dovedit avantajoasă atât pentru valorificarea spațiului de creștere cât și pentru o mai bună valorificare a resurselor trofice naturale și a hranei suplimentare.

Pentru popularea bazinelor ciprinicole se optează pentru policulturi cu specii pașnice (cteno, novac, sânger) pentru valorificarea macroflorei acvatică, zooplanctonului sau fitoplanctonului, ori cu specii răpitoare (șalău sau somn) care să elimine din heleșteu peștii bolnavi din populația de crap, dar și peștii mărunți, sălbatici care intră în heleșteu odată cu apa de alimentare.

Policultura crapilor comuni (crap oglindă, crap comun și amur) se poate practica nu numai în iazuri și heleșteie ci și în bazine din fibră de sticlă în SAR sau în viviere. Rezultate mai bune privind rata de creștere s-au înregistrat la amurul (*Ctenophringodon idella*) crescut în viviere.

Într-un alt experiment s-a demonstrat că policultura șalăului cu cega și cu linul are un efect pozitiv asupra parametrilor de creștere ai peștilor și poate conduce la câteva schimbări comportamentale ale șalăilor. Policultura acestora pare să fie o strategie de producție alternativă relevantă pentru șalău în comparație cu creșterea lui în monocultură.

De asemenea, s-a putut demonstra că somnul european (*Silurus glanis*) este un bun candidat pentru policultură în fermele intensive de sturioni ca o specie auxiliară alături de sturioni.

Fiecare variantă de policultură poate prezenta avantaje dar și dezavantaje din punct de vedere al eficienței economice.

Partea a II-a a tezei de doctorat cuprinde pe parcursul a patru capitole cercetările proprii care au fost realizate în perioada 2017-2020.

Capitolul al 3-lea cuprinde rezultatele obținute în cadrul unui experiment care a urmărit eficientizarea creșterii puietului de șalău pe calea policulturii cu cegă și somn în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură. Un obiectiv important a constat în determinarea efectului policulturii șalăului cu cega și a șalăului cu somnul european în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură asupra dinamicii de creștere a șalăului ca populație de bază și a speciilor suplimentare precum și a indicatorilor bioproductivi de la nivelul bazinelor de creștere.

Speciile utilizate ca material biologic au fost șalăul în vârstă de 6 luni, cega în vârstă de 5 luni și somnul european în vârstă de 4 luni.

Șalăul și cega utilizate în studiul nostru s-au obținut în sistemul acvacol recirculant (SAR) al Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Regele Mihai I al României” din Timișoara în primăvara anului 2017 (șalăul în aprilie și cega în mai). Puietul de șalău a fost obținut prin reproducere dirijată. Reproducătorii au depus icrele pe cuiburi artificiale dispuse într-un bazin de 1m³ din SAR după stimularea lor hormonală cu hCG (Chorulon, Intervet) folosind o singură doză intra-peritoneală de 300 UI hCG /kg masă corporală la masculi și 600 UI hCG /kg masă corporală la femele. Puietul de cegă a fost obținut prin reproducere artificială, când temperatura în sistemul acvacol recirculant unde au fost ținuți reproducătorii a ajuns la 15°C. Reproducătorii au fost stimulați cu un analog al hormonului de eliberare a hormonului luteinizant LHRH (LH-RH ethylamide acetate salt hydrate, SIGMA-ALDRICH, Germania) 20 μg/kg pentru masculi și 40 μg/kg pentru femele, diluat în ser piscin (soluție salină de 6,5‰), cu 24-30 de ore înaintea recoltării acestora folosind o singură doză.

Puietul de somn european a fost obținut la SC NIMB SA în iunie 2017 prin reproducere artificială folosind reproducători crescuți în heleșteu. Icrele au fost introduse după fecundație în incubatoare de tip Zug-Weiss

conectate la SAR. Larvele au fost crescute exclusiv în SAR până au ajuns la 2 cm, după care, alevinii au fost transferați în Laboratorul de cercetări în acvacultură (USAMVBT) și crescuți până la vârsta de 4 luni în monocultură, când au fost introduși în experiment.

Două variante de policultură au fost testate în două replici și o variantă de monocultură după cum urmează:

- Varianta 1 (M) – șalău crescut în monocultură (71 indivizi cu o greutate medie de 150,50 g)
- Varianta 2 (V1) – șalău (72 indivizi cu o greutate medie de 146,56 g) plus 21% somn european din biomasa populației de bază (43 indivizi cu o greutate medie de 51,27 g)
- Varianta 3 (V2) – șalău (71 indivizi cu o greutate medie de 152,43 g) plus 21% cegă din biomasa populației de bază (18 indivizi cu o greutate medie de 128,81 g).

În perioada experimentală (18 octombrie – 14 decembrie 2017) s-a administrat furaj SUPREME – 10 cu o granulație de 3mm (Alltech-Coppens, Olanda). În primele două săptămâni a fost administrată o cantitate de 2,5% din biomasa de șalău, după care cantitatea s-a redus la 2%. Hranirea s-a efectuat cu ajutorul hrănitoarelor cu bandă de 24 de ore (FIAP, Germania).

Pentru studiul biometric, au fost măsurate din fiecare bazin câte 30 șalări, 30 de somni și 18 cegi din două în două săptămâni, pe parcursul a două luni. Studiul biometric a constatat în măsurarea lungimii totale (L), lungimii standard (Sl), înălțimii maxime a corpului (H), și a masei corporale (G). Pe baza valorilor brute obținute în urma efectuării măsurătorilor corporale, s-au calculat principalii indici bioproductivi cum ar fi sporul de creștere (Sc), rata specifică de creștere (RSCM, RSCTI), spor mediu zilnic (SMZ) și coeficientul de conversie al furajelor (Qch).

În urma interpretării statistice a datelor obținute s-a constatat ca diferențele dintre variantele experimentale în ceea ce privește lungimea totală, lungimea standard, înălțimea maximă și masa corporală ale șalării au fost ne semnificative ($p > 0.05$) pe întreaga perioadă experimentală. Acest fapt denotă faptul că speciile suplimentare (somn european și cegă) nu au influențat creșterea și dezvoltarea șalăului ca specie de bază în bazinele sistemelor recirculante de acvacultură în care se practică policultura.

Coeficientul de conversie al hranei a fost mai mic în cadrul variantei de policultură șalău cu somn european, valoarea acestuia fiind de 1,16 în timp ce varianta de policultură șalău cu cegă a dus la obținerea unui consum specific de 1,49. De asemenea, rata specifică de creștere a masei corporale a șalăului a avut valori superioare în cazul variantei în care specia suplimentară a fost somnul european.

Somnul european ca specie suplimentară alături de șalău în cadrul sistemului recirculant de acvacultură a avut o creștere foarte semnificativă ($p \leq 0.001$) în ceea ce privește masa corporală, triplându-și greutatea în două luni de zile, în timp ce cega crescută alături de șalău în aceleași condiții a avut o creștere de 67% într-un interval de timp similar.

O creștere mai bună a somnului european în policultură cu șalău a fost reflectată și de biomasa de pește, aceasta fiind mai net superioară celei obținute în varianta de policultură șalău cu cegă.

Prin coroborarea tuturor datelor obținute în cadrul experimentului se poate afirma că șalăul în vârstă de 6 luni crescut în sistem recirculant de acvacultură în policultură (21%) cu somnul european este mai avantajoasă în comparație cu policultura cu cegă. Totuși, policultura șalăului cu cega este superioară monoculturii permițând obținerea unor rezultate bioproductive mai bune.

Pentru o mai bună valorificare a spațiului de creștere destinat șalăului, a furajelor administrate acestuia și pentru obținerea unor avantaje legate de obținerea unei biomase piscicole adiționale (specia suplimentară) exclusiv pe seama furajelor ajunse pe fundul bazinului și neconsumate de șalău, se recomandă utilizarea somnului și a cegii în policultură cu șalăul în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură.

Capitolul 4 cuprinde un experiment care a avut drept scop determinarea procentului de cegă (*Acipenser ruthenus*) ca specie suplimentară în policultură cu șalăul (*Sander lucioperca*) crescut în sistem recirculant de acvacultură care ar putea avea un impact pozitiv asupra bioproductivității și dinamicii de creștere a șalăului.

Experimentul s-a desfășurat în Ferma de creștere a șalăului în sistem recirculant de acvacultură - Giarmata (TM). Speciile utilizate ca și material biologic în cadrul experimentului au fost șalăul în vârstă de 45 de zile și cega în vârstă de 42 de zile.

Puietul de șalău a fost obținut în sistemul recirculant de acvacultură (SAR) a Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Regele Mihai I al României” din Timișoara, în luna aprilie a anului 2019 prin reproducere dirijată. Reproductorii au depus icrele pe cuiburi artificiale dispuse într-un bazin de 1m³ din SAR după stimularea lor hormonală cu hCG (Chorulon, Intervet) folosind o singură doză intra-peritoneală de 300 UI hCG /kg masă corporală la masculi și 600 UI hCG /kg masă corporală la femele. Puietul de cegă a fost obținut prin reproducere artificială în data de 25 martie 2019 la ferma piscicolă Nimb Giarmata, când temperatura în sistemul acvacol recirculant unde au fost ținuți reproductorii a ajuns la 15°C. Reproductorii au fost stimulați cu un analog al hormonului de eliberare a hormonului luteinizant LHRH (LH-RH ethylamide acetate salt hydrate, SIGMA-ALDRICH, Germania) 20 μg/kg în cazul masculilor și 40 μg/kg în cazul femelelor, diluat în ser piscin (soluție salină de 6,5‰), cu 24-30 de ore înaintea recoltării acestora folosind o singură doză

Au fost testate două variante de policultură și o variantă de monocultură în duplicat după cum urmează:

- Martor (M) – șalău crescut în monocultură (1335 indivizi/bazin cu o greutate medie de 0,85 g);
- Varianta 1 (V1) – șalău (1335 indivizi/bazin cu o greutate medie de 0,77 g) plus 10% cegă din populația de bază (135 cegi/bazin cu o greutate medie de 2,57 g); Gravimetric, cega a reprezentat 33,74% din biomasa totală a șalăului.

- Varianta 2 (V2) – șalău (1335 indivizi/bazin cu o greutate medie de 0,82 g) plus 20% cegă din populația de bază (270 cegi/bazin cu o greutate medie de 3,48 g). Gravimetric, cega a reprezentat 85% din biomasa totală a șalăului.

La începutul perioadei experimentale peștii au fost furajați cu furaj de dimensiunea 0,8-1,2 mm, combinat cu 1,2-1,5 mm (tip ADVANCE, Alltech-Coppens) iar pe perioada de creștere, dimensiunea furajului a crescut până la 2 mm (tip STAR ALEVIN, Alltech-Coppens). Pe parcursul a 35 de zile (perioada experimentală: 20 mai – 24 iunie), cantitatea de furaj cu care s-au hrănit peștii, a fost de 10% din biomasa totală a șalăului/bazin. Hrănirea s-a făcut 24/24 cu ajutorul hrănitoarelor cu bandă (FIAP, Germania), alimentarea hrănitoarelor făcându-se dimineața și seara.

Pentru studiul biometric, 90 de șalări din 6 bazine (15 șalări/bazin), și 60 de cegi (15 cegi/bazin) au fost măsurate de fiecare dată în mod aleatoriu săptămânal. Studiul bioelectric a constat în măsurarea lungimii totale (L), lungimii standard (SI), înălțimii maxime a corpului (H), și a masei corporale (G). Pe baza valorilor brute obținute în urma efectuării măsurătorilor corporale, s-au calculat principalii indici bioproductivi cum ar fi sporul de creștere (Sc), rata specifică de creștere (RSC_M, RSC_T), spor mediu zilnic (SMZ) și coeficientul de conversie al furajelor (Qch).

Rezultatele au arătat că policultura puietului de șalău cu cega ca specie suplimentară (10% sau 20%) în cadrul sistemului recirculant de acvacultură a fost favorabilă creșterii și dezvoltării puietului de șalău acesta înregistrând creșteri ale însușirilor biometrice evaluate semnificativ mai mari decât în cazul monoculturii.

Coeficientul de conversie al hranei a fost mai mare în cadrul variantei experimentale V1 (1,381) comparativ cu V2 (0,946) ceea ce reflectă faptul că o pondere mai mare a cegii (20%) în populația de șalău poate contribui la o mai eficientă valorificare a furajului.

Sporul de creștere (5,04 g comparativ cu V1 – 4,36 g) și rata specifică de creștere a masei corporale (5,462 g comparativ cu V1 – 5,267 g) au fost mai mari în cazul variantei V2. Tot în varianta experimentală V2 s-a regăsit cea mai mare valoare a sporului mediu zilnic (0,144 g comparativ cu V1-0,121 g). Valori mai mari s-au înregistrat pentru V1 în ceea ce privește rata specifică de creștere a lungimii totale (1,748 cm comparativ cu V2 – 1,715 cm).

La finalul perioadei experimentale, pe baza datelor obținute constatat că atât biomasa de șalău cât și biomasa totală de șalău și cegă au fost mai mari în varianta experimentală V2, ajungându-se la o biomasă totală de 12,096 kg/m³. În varianta șalău + 10% cegă a rezultat 8,095 kg biomasă piscicolă/m³, iar în lotul martor s-a obținut doar 5,803 kg/m³.

Coroborând datele obținute în urma derulării experimentului s-a evidențiat în mod clar faptul că policultura puietului de șalău în cadrul sistemelor recirculante cu 20% cegă este mai avantajoasă în comparație cu policultura acestuia cu 10% cegă.

În cazul alegerii cegii ca specie suplimentară pentru policultura cu puietul de șalău în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură, recomandăm asigurarea unui procent de cca. 20% cegă din populația de bază, ceea ce poate conduce la obținerea unor performanțe bioproductive superioare monoculturii sau policulturii șalău plus 10% cegă.

În **capitolul 5** am evaluat efectul policulturii cegii cu somnul european ca specie suplimentară (20 - 30%) în sistemul recirculant de acvacultură asupra bioproductivității și dinamicii de creștere a peștilor.

Experimentul s-a desfășurat în Ferma de sturioni NIMB (Giarmata, TM). Ferma este compusă din 6 hale de creștere și o unitate de procesare a peștelui. Hala în care s-a desfășurat experimentul cuprinde 16 bazine de creștere cu o capacitate totală de 19,2 m³ și o unitate de tratare a apei, aceasta recirculându-se.

Speciile utilizate ca și material biologic în cadrul experimentului au fost cega în vârstă de 114 zile și somnul european în vârstă de 47 de zile.

Puietul de cegă a fost obținut prin reproducere artificială în data de 17 martie 2019 la Ferma piscicolă NIMB (Giarmata, TM), când temperatura în sistemul acvacol recirculant unde au fost ținuti reproducătorii a ajuns la 16°C. Reproducătorii au fost stimulați cu un analog al hormonului de eliberare a hormonului luteinizant LHRH (LH-RH ethylamide acetate salt hydrate, SIGMA-ALDRICH, Germania) 20 μg/kg în cazul masculilor și 40 μg/kg în cazul femelelor, diluat în ser piscin (soluție salină de 6,5‰), cu 24-30 de ore înaintea recoltării acestora folosind o singură doză.

Puietul de somn european a fost obținut prin reproducere artificială în Ungaria la ferma piscicolă Szegedfish Kft. în data de 23 mai 2019.

Au fost testate două variante de policultură și o variantă de monocultură în duplicat pe o perioadă de 45 de zile după cum urmează:

- Martor (M): cegă crescută în monocultură (600 exemplare cu o greutate medie de 11 grame);

- Varianta 2 (V1): cegă ca și populație de bază (600 exemplare cu o greutate medie de 11 grame) plus 20% somn din populația de bază (120 exemplare cu o greutate medie de 3,984 g); Gravimetric, somnul a reprezentat 7,23% din biomasa totală a cegii.

- Varianta 3 (V2): cegă ca și populație de bază (600 exemplare cu o greutate medie de 11 grame) plus 30% somn din populația de bază (180 exemplare cu o greutate medie de 3,906 g). Gravimetric, somnul a reprezentat 10,63% din biomasa totală a cegii.

La începutul perioadei experimentale, peștii au fost furajați cu furaj de dimensiunea 1,2-1,5 mm, iar pe perioada de creștere dimensiunea furajului a crescut până la 2 mm. Pe parcursul a 42 de zile (perioada experimentală: 8 iulie – 19 august), cantitatea de furaj granulat cu care s-au hrănit peștii, a fost calculată ca 4% din biomasa cegii în primele 2 săptămâni apoi a crescut la 5%. Hrănirea s-a făcut manual din 4 în 4 ore.

Pentru studiul biometric, 180 de cegi din 6 bazine (30 cegi/bazin), și 120 de somni din 4 bazine (30 somni/bazin), au fost mășurați de fiecare dată în mod aleatoriu săptămânal. Studiul biometric a constatat în măsurarea lungimii totale (L), lungimii standard (SI), înălțimii maxime a corpului (H), și a masei corporale (G).

Pe baza valorilor brute obținute în urma efectuării măsurătorilor corporale, s-au calculat principalii indici bioproductivi precum sporul de creștere (Sc), rata specifică de creștere (RSC_M , RSC_{TI}), spor mediu zilnic (SMZ) și coeficientul de conversie al furajelor (Qch).

Pe baza datelor obținute, putem afirma că puietul de somn european se pretează a fi crescut alături de puietul cegă, policultura fiind mai avantajoasă decât creșterea cegii în monocultură.

Experimentele derulate au evidențiat faptul că diferențele de lungime totală și standard ale cegii precum și cele de înălțime maximă și masă corporală ale acesteia între variantele experimentale au fost ne semnificative ($p > 0.05$) la sfârșitul perioadei experimentale. Astfel se poate spune că dinamica de creștere a puietului de cegă crescut în policultură cu somnul, acesta din urmă într-o proporție de 20% sau 30% din populația de cegă, nu este influențată negativ de populația suplimentară.

Cel mai bun coeficient de conversie al hranei s-a înregistrat în cadrul variantei experimentale în care s-a testat policultura cegii cu somnul european 30%, valoarea obținută fiind de 1,044. Totuși, ambele variante experimentale în cadrul cărora s-a testat policultura cegii cu somnul (20% sau 30%) au prezentat avantaje evidente privind valorificarea furajelor prin intermediul somnului european ca specie suplimentară, acest fapt fiind reflectat printr-un consum specific mai bun în cadrul acestora decât cel înregistrat la lotul martor (1,177).

O creștere mai bună a somnului în policultură cu cega a fost reflectată și de biomasa de pește, cantitatea suplimentară de somn obținută în V2 fiind de 3,9 kg/bazin iar în V1 de 2,77 kg/bazin. Astfel, biomasa piscicolă totală obținută în cadrul variantelor experimentale V1 și V2 a fost net superioară variantei în care s-a practicat monocultura, acest aspect generând avantaje economice notabile.

Un câștig important al policulturii puietului de cegă cu somnul european este acela că biomasa suplimentară de somn se obține pe baza furajului neconsumat de cegă și care s-ar pierde dacă cega ar fi crescută în monocultură. Astfel, ambele variante de policultură (cegă + somn 20% și cegă + somn 30%) pot fi practicate în cadrul bazinelor de creștere a peștilor din sistemele recirculante de acvacultură pentru îmbunătățirea performanțelor productive și a celor economice.

În **capitolul 6** este cuprins un experiment în cadrul căruia s-a evaluat dacă șalăul (*Sander lucioperca*) ca specie suplimentară în policultură cu cega (*Acipenser ruthenus*) ar putea avea un impact benefic asupra bioproductivității și dinamicii de creștere a cegii, în sistem recirculant de acvacultură.

Experimentul s-a desfășurat în două sisteme recirculante de la Ferma piscicolă Pădurea Verde a USAMVBT-SDT. Speciile utilizate ca și material biologic în cadrul experimentului au fost cega în vârstă de 7 luni și șalăul în vârstă de 8 luni.

Puietul de șalău folosit în cadrul experimentului a fost obținut în sistemul recirculant de acvacultură (SAR) a Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Regele Mihai I al României” din Timișoara, în luna martie a anului 2019 prin reproducere dirijată. Reproducătorii au depus icrele pe cuiburi artificiale dispuse într-un bazin de 1m³ din SAR după stimularea lor hormonală cu hCG (Chorulon, Intervet) folosind o singură doză intra-peritoneală de 300 UI hCG /kg masă corporală la masculi și 600 UI hCG /kg masă corporală la femele.

Puietul de cegă a fost obținut prin reproducere artificială când temperatura în sistemul acvacol recirculant unde au fost ținute reproductării a ajuns la 15°C. Reproducătorii au fost stimulați cu ajutorul unei suspensii hipofizare, utilizându-se hipofiză de crap (Rideg&Rideg, Ungaria) și ser fiziologic. Doza utilizată a fost de 4 mg hipofiză/kg m.c. la femele și de 2 mg hipofiză/kg m.c. la masculi. Doza a fost fracționată astfel că inițial s-a administrat doar 10% din doza totală iar după cca. 12 ore s-a administrat diferența de 90%. Suspensia hipofizară a fost administrată intramuscular, latero-dorsal, în zona cea mai dezvoltată a corpului.

Au fost testate două variante de policultură și o variantă de monocultură în duplicat după cum urmează:

- Martor (M) – cegă crescută în monocultură (50 indivizi/bazin cu o greutate medie de 404,26 g);
- Varianta 1 (V1) – 50 cegi/bazin cu o greutate medie de 391,26 g plus 22 șalăi cu o greutate medie de 171,33 g; Gravimetric, șalăul a reprezentat 19% din biomasa totală a cegii.
- Varianta 2 (V2) – 50 cegi/bazin cu o greutate medie de 395,56 g plus 44 șalăi cu o greutate medie de 168,73 g. Gravimetric, șalăul a reprezentat 37% din biomasa totală a cegii.

Pe parcursul a 29 de zile (perioada experimentală: 25 noiembrie – 23 decembrie 2019), peștii au fost furajați cu furaj de dimensiunea 4,5 mm. În primele două săptămâni din experiment, cantitatea de furaj SUPREME-10 (Alltech-Coppens) cu care s-au hrănit peștii, a fost de 2% din biomasa totală a cegii/bazin, apoi a fost scăzută la 1,7% deoarece s-a constatat că rămâne furaj neconsumat. Hrănirea s-a făcut cu ajutorul hrănitoarelor cu bandă de 24 de ore (FIAP, Germania).

În cadrul studiului biometric s-au măsurat 90 de cegi (30 cegi/variantă) și 60 de șalăi (30 șalăi/variantă) determinându-se lungimea totală (L), lungimea standard (Sl), înălțimea maximă a corpului (H) și masa corporală (G). Pe parcursul experimentului s-au efectuat două măsurători săptămânale, iar ultima măsurătoare la interval de 14 zile.

În timpul măsurătorilor biometrice, peștii au fost aneștizați cu ulei de cuișoare (0,05 ml/500 ml apă) pentru a nu se stresa și a nu reacționa în timpul manipulării iar apoi au fost introduși într-un bazin de resuscitare foarte bine aerat în care au fost menținuți până când și-au revenit complet (aproximativ 5 minute).

Pentru fiecare cracter biometric s-a calculat media, deviația standard, eroarea standard a mediei și coeficientul de variabilitate. Pe baza datelor obținute după măsurători, s-au calculat principalii indici bioproductivi.

Pe baza datelor obținute asupra creșterii cegii în diferite variante de policultură, s-a constatat că policultura puietului de cegă ca specie de bază cu șalăul, în ambele procente cuprinse în studiu (37% și 19%), este mai avantajoasă decât monocultura, fapt reflectat de principalii indicatori bioproductivi înregistrați la sfârșitul experimentului.

Experimentele derulate au evidențiat faptul că diferențele de lungime totală și standard ale cegii precum și cele de înălțime maximă și masă corporală ale acesteia între variantele experimentale au fost ne semnificative ($p > 0.05$) la sfârșitul perioadei experimentale. Astfel se poate spune că dinamica de creștere a puietului de cegă crescut în policultură cu șalăul, acesta din urmă într-o proporție de 19% sau 37% din populația de cegă, nu este influențată negativ de populația suplimentară.

Cel mai bun coeficient de conversie al hranei a fost în cadrul variantei experimentale în care s-a testat policultura cegii cu șalăul în procent de 37%, valoarea obținută fiind de 0,76.

O creștere mai bună a cegii în policultură cu șalăul în procent de 37% a fost reflectată și de biomasa de pește, cantitatea suplimentară de șalău obținută în V2 fiind de 18,32 kg față de 17,12 kg în V1.

Șalăul din varianta cu densitate de mai mare (V2) a avut un câștig de greutate mediu de 39,5 g comparativ cu cel din V1 (densitate mai mică) unde a crescut cu doar 26,2 g în 29 de zile. Biomasa speciei suplimentare (șalăul) din cele două variante experimentale a fost obținută pe baza furajului administrat exclusiv pentru cegă, aducând un plus de 3,4 kg pentru varianta V2 și 1,15 kg pentru V1.

Prin urmare, șalăul pare a fi o specie suplimentară potrivită în policultură cu cega, fapt dovedit de creșterea normală a ambelor specii fără a exista influențe reciproce negative. Pe lângă furajare, un alt avantaj este reprezentat de diminuarea spațiului necesar creșterii separate a celor două specii prin valorificarea spațiului într-un singur bazin.

Astfel, se poate afirma că șalăul crescut ca specie suplimentară în policultură cu cega poate avea un impact benefic asupra bioproductivității bazinelor de creștere a peștilor în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură fără a influența în mod semnificativ dinamica de creștere a cegii.

Ca și *concluzii generale*, putem afirma că în urma derulării experimentului care a avut ca obiectiv determinarea efectului policulturii șalăului cu cega și a șalăului cu somnul european în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură asupra dinamicii de creștere a peștilor și a indicatorilor bioproductivi de la nivelul bazinelor de creștere s-au obținut rezultatele scontate. Astfel, rezultatele obținute au permis evidențierea faptului că prin aplicarea acestor variante de policultură se pot valorifica mai eficient spațiul și furajului în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură destinate creșterii șalăului ca specie de bază. Totodată s-a desprins concluzia că șalăul crescut în policultură cu somnul european prezintă rezultate superioare comparativ cu policultura cu cegă atunci când ponderea populației suplimentare este de cca. 21%. În același timp, policultura șalăului cu cega este superioară monoculturii permițând obținerea unor rezultate bioproductive mai bune.

În ceea ce privește, în cel de-al doilea experiment, care a vizat determinarea procentului de cegă ca specie suplimentară în policultură cu puietul de șalău crescut în sisteme recirculante de acvacultură, care ar putea avea un impact pozitiv asupra bioproductivității și dinamicii de creștere a șalăului, s-a putut evidenția în mod clar faptul că policultura puietului de șalău în cadrul sistemelor recirculante cu 20% cegă este mai avantajoasă în comparație cu policultura acestuia cu 10% cegă, fapt reflectat de principalii indicatori bioproductivi. Totodată s-a putut evidenția faptul că policultura puietului de șalău cu cega ca specie suplimentară (10% sau 20%) în cadrul sistemului recirculant de acvacultură a fost favorabilă creșterii și dezvoltării puietului de șalău acesta înregistrând creșteri ale însușirilor biometrice evaluate semnificativ mai mari decât în cazul monoculturii.

În urma derulării experimentului care a avut ca obiectiv identificarea impactului somnului european ca specie suplimentară în policultură cu cega crescută în sistemul recirculant de acvacultură asupra bioproductivității și dinamicii de creștere a cegii s-au obținut rezultate care ne permit să afirmăm că somnul

europen se pretează a fi crescut alături de puietul cegă, policultura fiind mai avantajoasă decât creșterea cegii în monocultură. Acest fapt este reflectat de principalii indicatori bioproductivi. În plus, dinamica de creștere a puietului de cegă crescut în policultură cu somnul (20% sau 30% din populația de cegă), nu este influențată negativ de populația suplimentară.

Rezultatele obținute în urma experimentului care a vizat identificarea impactului șalăului ca specie suplimentară în policultură cu cega crescută în sistemul recirculant de acvacultură asupra bioproductivității și dinamicii de creștere a cegii, ne-au permis să concluzionăm că șalăul poate fi considerat a fi o specie suplimentară potrivită în policultura cu cega, fapt dovedit de creșterea normală a ambelor specii fără a exista influențe reciproce negative. În plus, policultura puietului de cegă ca specie de bază cu șalăul, în ambele procente cuprinse în studiu (37% și 19%), este mai avantajoasă decât monocultura, fapt reflectat de principalii indicatori bioproductivi cuantificați la sfârșitul experimentului.

De asemenea, pe parcursul derulării experimentelor cuprinse în teza de doctorat s-au putut evidenția mai multe avantaje ale soluțiilor propuse și care au vizat policultura diferitelor specii de pești cu valoare economică ridicată în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură.

Șalăul acomodat cu furaje granulate și crescut în cadrul sistemelor recirculante de acvacultură este extrem de selectiv și pretențios la furaje, consumând numai furaje de calitate direct din masa apei. Un avantaj major al variantelor de policultură propuse (cu cegă și somn ca specii suplimentare) este acela că șalăului i s-au putut administra furaje granulate ad libitum ceea ce a contribuit la realizarea unui spor foarte bun de creștere. Furajele în exces, odată ajunse pe fundul bazinului chiar dacă nu au fost consumate de șalău s-au valorificat de specia suplimentară, efectul fiind dublu: 1) menținerea unei calități bune a apei ca urmare a ingerării furajelor de către specia suplimentară care a îndeplinit rol de „sanitar” și 2) obținerea unei biomase piscicole suplimentare exclusiv pe seama furajelor neconsumate de specia de bază și care în mod normal s-ar fi pierdut.

Cega fiind un sturion ce se crește în numeroase ferme pentru caviar, deci într-un ciclu de producție de minim 3-4 ani, poate fi crescută în policultură cu somnul și șalăul ca specii suplimentare după cum a reieșit din rezultatele prezentate în teză. Acest fapt este avantajos nu numai pentru că se valorifică mai eficient furajele administrate speciei de bază dar și pentru că se utilizează mai bine spațiul de creștere și se obține biomasă piscicolă ce se poate comercializa eșalonat pe parcursul derulării ciclului de producție al cegii pentru caviar. Avantajele economice care rezidă de aici pot fi ușor de anticipat.