

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ  
VETERINARĂ “ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI  
FACULTATEA DE ZOOTEHNIE  
Școala Doctorală de Științe Inginerești  
Domeniu de Doctorat: Zootehnie  
Specializarea: Tehnică piscicolă**

# **Teză de doctorat**

**CONDUCĂTOR DE DOCTORAT:  
Prof. univ. dr. ing. Benone PĂȘĂRIN**

**DOCTORAND:  
Ing. Cristian-Alin BARBACARIU**

**IAȘI, 2017**

**UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND  
VETERINARY MEDICINE  
“ION IONESCU DE LA BRAD” FROM IAȘI  
FACULTY OF ANIMAL SCIENCES  
Doctoral School of Engineering Sciences  
PhD domain: Animal Sciences  
Specialization: Fishery technique**

# **Doctoral thesis**

**PhD SUPERVISOR  
Prof. PhD eng. Benone PĂSĂRIN**

**PhD STUDENT:  
Eng. Cristian-Alin BARBACARIU**

**IAȘI, 2017**

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ  
VETERINARĂ “ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI  
FACULTATEA DE ZOOTEHNIE  
Școala Doctorală de Științe Inginerești  
Domeniu de Doctorat: Zootehnie  
Specializarea: Tehnică piscicolă**

## **Titlul tezei de doctorat:**

„Contribuții privind îmbunătățirea tehnologiei de reproducere artificială și de dezvoltare postembrionară la specia *Polyodon spathula*”

**CONDUCĂTOR DE DOCTORAT:  
Prof. univ. dr. ing. Benone PĂȘĂRIN**

**DOCTORAND:  
Ing. Cristian-Alin BARBACARIU**

**IAȘI, 2017**

**UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND  
VETERINARY MEDICINE  
“ION IONESCU DE LA BRAD” FROM IAȘI  
FACULTY OF ANIMAL SCIENCES  
Doctoral School of Engineering Sciences  
PhD domain: Animal Sciences  
Specialization: Fishery technique**

## **Title of doctoral thesis:**

„Contributions regarding the improvement of artificial  
reproduction and post-embryo development technology at  
*Polyodon spathula* breed”

**PhD SUPERVISOR:  
Prof. PhD eng. Benone PĂSĂRIN**

**PhD STUDENT:  
Eng. Cristian-Alin BARBACARIU**

**IAȘI, 2017**

## CUPRINS

---

Cuprins .....	1
Introducere .....	11
Rezumat .....	17

### Partea I

#### Studiu Bibliografic

1. Importanța și evoluția creșterii speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	30
1.1. Importanța creșterii sturionilor la nivel mondial .....	30
1.3. Sisteme și tehnologii de creștere a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	36
1.3.1. Tehnologii de creștere a puietului în vara I .....	37
1.3.2. Tehnologia de creștere în vara a II-a și III-a .....	39
2. Caracterizarea generală a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	40
2.1. Încadrarea sistematică a speciei .....	40
2.2. Răspândirea geografică .....	41
2.3. Biologia speciei.....	42
2.3.1. Morfologia externă a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	44
2.3.2. Anatomia internă a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	45
3. Date din literatura de specialitate cu privire la biologia și sistemele de reproducere a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	51
3.1. Biologia reproducerii speciei.....	51
3.1.1. Gametogeneza .....	52
3.2. Reproducerea speciei <i>Polyodon spathula</i> în mediul natural .	56
3.3. Tehnologia reproducerii artificiale a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	57
3.3.1. Selecția lotului de reproducători .....	58
3.3.2. Stimularea maturării elementelor seminale .....	58
3.3.3. Colectarea elementelor seminale .....	59
3.3.4. Fecundarea elementelor seminale .....	60
3.3.5. Descleierea icrelor fecundate .....	60
3.3.6. Incubarea .....	60
3.4. Caracteristicile dezvoltării embrionare ale speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	61
3.5. Date din literatura de specialitate asociate tehnologiei de reproducere artificială .....	65

### Partea a II-a

#### Cercetări proprii

4. Scopul, obiectivele și organizarea cercetărilor .....	68
4.1. Scopul și obiectivele cercetărilor.....	68
4.2. Materialul biologic studiat și metodele de lucru utilizate.....	72
4.2.1. Materialul biologic studiat .....	72
4.2.2. Metode de lucru utilizate.....	73

4.3. Cadrul natural, organizatoric și instituțional în care s-au desfășurat experimentele.....	83
5. Contribuții privind însușirile hidrologice și hidrobiologice ale apei din bazinele de creștere.....	86
5.1. Rezultate privind determinarea parametrilor fizico-chimici ai apei .....	86
5.2. Rezultate privind determinarea parametrilor hidrobiologici ai apei .....	92
6. Contribuții privind sistemele și tehnologiile de creștere a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	96
6.1. Rezultate privind tehnologia de creștere în sistem extensiv, în monocultură în bazine de pământ, în vara I.....	96
6.2. Rezultate privind tehnologia de creștere în vara a II-a în sistem semiintensiv în policultură cu ciprinide, siluride, percide .....	98
6.3. Rezultate privind tehnologia de creștere a speciei <i>Polyodon spathula</i> , în sistem semiintensiv în policultură cu ciprinide, siluride, percide, în vederea constituirii lotului de reproducători .....	102
7. Contribuții privind selecția lotului de reproducători aparținând speciei <i>Polyodon spathula</i> și a vârstei optime de reproducere .....	105
7.1. Repartizarea pe sexe a lotului în vederea reproducerii .....	105
7.2. Cercetări cu privire la selecția lotului de reproducători în funcție de determinările gravimetrice și dimensionale și calcularea unor indici corporali.....	106
7.3. Cercetări cu privire la selecția lotului de reproducători în funcție de gradul de maturare a gonadelor .....	110
7.4. Rezultate privind determinarea mobilității spermatozoizilor	111
8. Contribuții privind stimularea maturării elementelor sexuale, colectarea, fecundarea, descleierea icrelor și incubarea acestora.....	113
8.1. Cercetări privind utilizarea diferitelor tipuri de hormoni și preparate hormonale folosite în reproducerea artificială a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	113
8.2. Cercetări privind optimizarea folosirii preparatului hormonal Nerestin 5A în funcție de temperatura apei .....	116
8.3. Rezultate privind colectarea produselor seminale .....	120
8.4. Rezultate privind fecundarea produselor seminale .....	123
8.5. Cercetări cu privire la posibilitățile de păstrare de scurtă durată a spermei de <i>Polyodon spathula</i> .....	124
8.6. Rezultate privind descleierea icrelor fecundate .....	130
8.6.1. Cercetări cu privire la îmbunătățirea etapei de descleiere a icrelor fecundate .....	130
8.7. Incubarea icrelor fecundate și dezvoltarea embrionară a acestora .....	132

8.8. Rezultate cu privire la reproducerea artificială a speciei <i>Polyodon spathula</i> în Ferma Piscicolă Acvares SRL Iași.....	135
9. Contribuții privind dezvoltarea postembrionară a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	136
9.1. Studiu comparativ cu privire la influența densității și a tehnologiei de creștere în sistem intensiv, în perioada 1-20 zile a larvelor de <i>Polyodon spathula</i> .....	136
9.2. Studiu comparativ cu privire la influența densității și a tehnologiei de creștere, în sistem intensiv, în perioada 20-40 zile a larvelor de <i>Polyodon spathula</i> .....	141
10. Contribuții privind metodele de cultivare a cladocerelor ( <i>Daphnia sp.</i> , <i>Moina sp.</i> ) și a nematodelor ( <i>Enchytraeus buchholzi</i> , <i>Enchytraeus albidus</i> ) folosite în hrana puietului de <i>Polyodon spathula</i> .....	145
10.1. Rezultate privind cultivarea cladocerelor ( <i>Daphnia sp.</i> și <i>Moina sp.</i> ) .....	145
10.2. Rezultate privind cultivarea nematozilor <i>Enchytraeus albidus</i> și <i>Enchytraeus buchholzi</i> .....	149
CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI.....	154
Bibliografie.....	173
Anexa I .....	186
Anexa II .....	187
Anexa III .....	190
Anexa IV Lucrări științifice publicate.....	194

# Contents

Contents.....	4
Introduction .....	14
Abstract .....	23
First part Study of literature	
1 Importance and evolution of <i>Polyodon spathula</i> breed rearing.....	30
1.1 Importance of sturgeons rearing at world level .....	30
1.2 Importance of sturgeons rearing in Romania .....	36
1.3 Rearing systems and technologies for breed <i>Polyodon spathula</i> .....	37
1.3.1 Rearing technologies for 1st summer juvenile .....	39
1.3.2 Rearing technologies in 2nd and 3rd summer .....	39
2 General characterization of <i>Polyodon spathula</i> breed.....	40
2.1 Systemic placement of breed .....	41
2.2 Geographical spread.....	42
2.3 Breed biology.....	44
2.3.1 External morphology of <i>Polyodon spathula</i> breed .....	44
2.3.2 Internal anatomy of <i>Polyodon spathula</i> breed .....	45
3 Data from literature regarding biology and reproduction systems of <i>Polyodon</i> <i>spathula</i> breed.....	51
3.1 Biology of breed reproduction .....	51
3.1.1 Gametogenesis.....	52
3.2 Reproduction in natural environment of <i>Polyodon spathula</i> breed .....	56
3.3 Artificial reproduction technology at <i>Polyodon spathula</i> breed .....	57
3.3.1 Selection of reproductive batch.....	58
3.3.2 Stimulation of maturity of sexual elements .....	58
3.3.3 Gathering of seminal elements.....	59
3.3.4 Fecundation of sexual products .....	60
3.3.5 Desizing of fecundated roes .....	60
3.3.6 Incubation.....	60
3.4 Embryo development characteristics of <i>Polyodon spathula</i> breed .....	61
3.5 Data from literature regarding artificial reproduction technology .....	65
Second part Own research	
4 Aim, goals and design of research.....	68
4.1 Research aim and goals .....	68

4.2 Studied biological material and utilised working methods .....	72
4.2.1 Studied biological material .....	72
4.2.2 Utilised working methods .....	73
4.3 Natural, organizational and institutional frame in which experiments were carried out .....	83
5 Contributions regarding water hydrological and hydrobiological conditions in rearing ponds.....	86
5.1 Results regarding determination of water's physical-chemical parameters .....	86
5.2 Results regarding determination of water's hydrobiological parameters .....	92
6 Contributions regarding rearing systems and technologies for <i>Polyodon spathula</i> breed .....	96
6.1 Results regarding rearing technology in extensive system, in monoculture in ground ponds, in 1st summer .....	96
6.2 Results regarding rearing technology in 2nd summer in semi-intensive system in polyculture with cyprinidae, siluridae, percidae ..	98
6.3 Results regarding rearing technology of <i>Polyodon spathula</i> breed, in semi-intensive system in polyculture with cyprinidae, siluridae, percidae for establishment of reproductive batch .....	102
7 Contributions regarding selection of reproductive batch from <i>Polyodon spathula</i> species and optimal age for reproduction.....	105
7.1 Repartition of batch on sexes for reproduction .....	105
7.2 Research regarding selection of reproductive batch function of gravimetric and dimensional determinations of <i>Polyodon spathula</i> breed and calculus of some corporal indexes .....	106
7.3 Research regarding selection of reproductive batch function of maturity level of gonads .....	110
7.4 Results regarding determination of spermatozoa mobility ...	112
8 Contributions regarding maturity stimulation of sexual elements, their gathering, fecundation, desizing of roe and incubation .....	113
8.1 Research regarding utilization of different hormones types and hormonal preparations utilised in artificial reproduction of <i>Polyodon spathula</i> breed .....	113
8.2 Research regarding optimization of Nerestin 5A hormonal preparation function of water temperature.....	116
8.3 Results regarding gathering of seminal products .....	120
8.4 Results regarding fecundation of seminal products .....	123
8.5 Reserch regarding possibilities for short-time storage of <i>Polyodon spathula</i> sperm.....	125
8.6 Results regarding desizing of fecundated roes .....	130

8.6.1 Research regarding improvement of desizing stage for fecundated roes .....	131
8.7 Incubating of fecundated roes and their embryonic development .....	133
8.8 Results regarding artificial reproduction of <i>Polyodon spathula</i> breed in Acvares fishery exploitation.....	135
9 Contributions regarding post-embryo development of <i>Polyodon spathula</i> breed .....	13636
9.1 Comparative study regarding influence of density and intensive system rearing technology, for period 1-20 days of <i>Polyodon</i> <i>spathula</i> larvae .....	136
9.2 Comparative study regarding influence of density and intensive system rearing technology, for period 20-40 days of <i>Polyodon</i> <i>spathula</i> larvae .....	142
10 Contributions regarding cultivation methods of cladocera ( <i>Daphnia sp.</i> , <i>Moina sp.</i> ) and nematodes ( <i>Enchytraeus buchholzi</i> , <i>Enchytraeus albidus</i> ) utilised in <i>Polyodon</i> <i>spathula</i> youth feeding.....	14545
10.1 Results regarding cultivation of cladocera ( <i>Daphnia sp.</i> and <i>Moina sp.</i> ) .....	145
10.2 Results regarding cultivation of nematodes <i>Enchytraeus</i> <i>albidus</i> and <i>Enchytraeus buchholzi</i> .....	150
Conclusions and recommendations .....	154
References .....	173
Annex I .....	186
Annex II .....	187
Annex III .....	190
Annex IV.....	195

### Listă de abrevieri

- F.A.O. - Organizația pentru alimentație și agricultură;  
Acv. – Acvacultură;  
SCDP Nucet - Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet;  
Cites - Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora;  
URSS - Uniunea Republicilor Sovietice Socialiste;  
SUA - Statele Unite ale Americii;  
BO - bulb olfactiv;  
Tel -Telencefal;  
TM - tectum mezencefal;  
CER - cerebel;  
DON - nucleu dorsal octavolateral;  
nLLd- rădăcina dorsală a nervului liniei laterale;  
GtH - gonadotropină hipofizară;  
GnRH - Hormonul de eliberare al gonadotropinelor;  
FSH - Hormonul foloculostimulant;  
LH - Hormon luteinizant;  
HCG - Gonadotropină corionică umană;  
E2 - estradiol 17 $\beta$ ;  
DHP - 20  $\beta$  dihydroxy-4 pregnen-3-one;  
11 - Kt -11 ketosteron  
LHRH-A - Hormon eliberator de hormon luteinizant;  
SCP Acvares – Stațiunea de Cercetare pentru Piscicultură, Acvares;  
SCDAEA – Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Acvacultură și Ecologie Acvatică;  
L - lungimea totală a peștelui;  
l - lungimea standard a corpului;  
lc - lungimea capului;  
H - înălțimea maximă a corpului;  
G - grosimea maximă a corpului;  
C - circumferința maximă a corpului;  
lp - lungimea pedunculului caudal;  
h - înălțimea minimă a corpului;  
D - distanța predorsală;  
D1 - distanța postdorsală;  
Da - distanța preanală;  
Dpv - distanța dintre ventrală și pectorală;  
Dpa - distanța dintre pectorală și anală;  
lp - indicele de profil;  
lg= indicele de grosime;  
IC - indicele de calitate;  
li = indicele de întreținere;  
lc = indicele carnozității;

Ip = indicele de polarizare;  
Ps0+ - *Polyodon spathula* vara I;  
LF - Lot femele;  
LM - Lot masculi;  
Ps12+ - *Polyodon spathula* de 12 ani și o vară;  
F - femele;  
M - masculi;  
L - Lot;  
P - probă;  
A - Enzime alcalase (*Bacillus licheniformes*);  
N1 - Suspensie de nămol;  
B - Bazin;  
BP 2 - Bazin parcare 2;  
HC4 - Heleșteu de creștere 4.

### **List of abbreviations**

F.A.O. – Food and Agriculture Organization;  
Acv. – Aquaculture;  
SCDP Nucet – Research-Development Station for Fishery Nucet;  
Cites – Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora;  
URSS – Union of Soviet Socialist Republic;  
SUA – United States of America;  
BO – olfactory bulb;  
Tel – telencephalon;  
TM – mesencephalon tectum;  
CER – cerebellum;  
DON – dorsal octavolateralis nucleus;  
nLLd – dorsal root of lateral line nerve;  
GtH – hypophyseal gonadotropin;  
GnRH – gonadotropin releasing hormone;  
FSH – follicle-stimulating hormone;  
LH – luteinizing hormone;  
HCG – human chorionic gonadotropin;  
E2 – 17 $\beta$ -estradiol;  
DHP – 20  $\beta$  dihydroxy-4 pregnen-3-one;  
11-Kt – 11 ketosterones  
LHRH-A – luteinizing hormone-releasing hormone;  
SCP Acvares – Research Station for Fishery, Acvares;  
SCDAEA – Research-Development Station for Aquaculture and Aquatic Ecology;  
L – total length of fish;  
l – standard length of body;  
lc – length of head;  
H – maximum height of body;  
G – maximum thickness of body;  
C – maximum circumference of body;  
lp – length of caudal peduncle;  
h – minimal height of body;  
D – pre-dorsal distance;  
D1 – post-dorsal distance;  
Da – pre-anus distance;  
Dpv – distance between ventral and pectoral;  
Dpa – distance between anal and pectoral;  
lp – profile index;  
lg – thickness index;  
IC – quality index;  
li – maintenance index;  
lc – carnosity index;  
lp – polarization index;

Ps0+ - *Polyodon spathula* 1<sup>st</sup> summer;  
LF – females batch;  
LM – males batch;  
Ps12+ - *Polyodon spathula* of 12 years and a summer;  
F – females;  
M – males;  
L – batch;  
P – sample;  
A – alcalase enzymes (*Bacillus licheniformes*);  
N1 – mud suspension;  
B – basin;  
BP 2 – parking basin 2;  
HC4 – rearing pond 4.

# INTRODUCERE

---

Pescuitul, alături de vânătoare a fost una dintre cele mai vechi ocupații ale omului, peștele fiind o componentă importantă în alimentația umană, în principal, datorită conținutului mare în proteină și a calității acesteia.

Observațiile cu privire la creșterea peștilor se regăsesc consemnate la marile civilizații ale lumii, știindu-se cu exactitate începuturile acestor observații, bazate pe elemente de studiu, printre primele fiind, cele ce datează din jurul anului 1700 î.e.n. (epoca de fier) și care constau în diferite unelte descoperite pe malul Dunării, ce erau folosite la pescuit.

Alte date cu referire la pești și cunoașterea științifică a acestora ne sunt oferite de către scriitorii greci dar și de către Aristotel (384-322 î.e.n.), ce descrie aproximativ 260 de specii de pești, iar în anul 473 î.e.n. apare primul Tratat de piscicultură scris de chinezul Fan Li (Cuvinciuc, 2002). Relatări cu privire la peștii din apele de pe teritoriul țării noastre, ne sunt oferite de către poetul Ovidiu, exilat la Tomis, care încheie lucrarea sa „Halieutica” cu versul: „și tu în ape slăvit *Acipenser*”, referindu-se la sturionii din apele României. De asemenea, există mențiuni cum că pe teritoriul Daciei, la mesele regiilor Decebal și Burebista se serveau preparate din carne de sturioni și icre negre.

Sturionii sunt printre cei mai vechi pești ce populează apele globului pământesc, ce au apărut acum 200 milioane de ani (Sewertzoff, 1923; Berg, 1947 citați de Lazu și colab., 2008).

Întrucât reprezintă o categorie de pești de o importanță economică aparte, principalele studii legate de sturionii din apele noastre au fost făcute de: Antipa, 1909; Caloianu, 1959; Bănărescu, 1964; Manea, 1980; Dumitru, 1983; Patriche, 1993; Bacalbașa 1997; Muscalu Cristina, Muscalu Radu, 2009 și alții.

La ora actuală există 27 de specii de sturioni, din familiile *Acipenseridae* și *Poliodontidae*, care trăiesc în estuarele râurilor ce se varsă în mări și oceane sau doar în râuri, toate localizate în emisfera nordică (Birstein, 1993; Grande, și colab. 1996, p. 85-115).

Pe lângă acestea, se consemnează și multe specii dispărute, în principal datorită poluării, construcțiilor de baraje hidrotehnice, pescuitului excesiv, despăduririlor, devierea cursurilor de apă, extragerea de nisip și pietriș din vadurile râurilor etc. (Birstein, 1993; Bacalbașa-Dobrovici, 1997).

Dintre speciile dispărute, amintim: *Pseudoscarphirhynchus kaufmanni* și *P. hermanni* în Asia și *Acipenser nudiiventris* și *Acipenser sturio* în Europa.

Principala cauză a pescuitului excesiv este dată de „aurul negru” produs de către acești pești, caviarul, unul din cele mai scumpe și căutate produse din acvacultură

Numeroase studii cu privire la stocurile de sturioni, acvacultura acestora, elemente de nutriție și alimentație, de fiziologie, genetică, conservarea și evoluția stocurilor au fost făcute de: Dettlaff, 1993; Birstein, 1996; Bemis, 1997, p. 167-193; Findeis, 1997, p. 73-106; Choudhury, 1998; Billard, 2001; Fontana, 2001; Mims, 2001, p. 391-398; Van Winkle, 2002; Costache, Mioara, 2004; F.A.O., 2004; Chebanov, 2014.

Primele studii cu privire la reproducerea artificială a sturionilor au fost făcute de Stone, 1900, 1901; Carter, 1902; Pavesi, 1907; Borodin, 1925, cu rezultate pozitive mai mult sau mai puțin notabile.

Cercetătorii ruși au avut o contribuție importantă la dezvoltarea tehnologiilor de reproducere artificială a sturionilor, principalele studii fiind făcute de Ginsburg, 1968, p. 358; Mailyan, p. 62, 1971; Anonymous, 1971, p. 12; Kazansky și Molodtsov, 1974, p. 59; Barannikova și Boev, 1977, p. 24; Milshtein, 1982, p. 151; Chebanov, 2014. Toți sturionii sunt specii longevive, care cresc în timp îndelungat și care se maturizează târziu, de aceea tehnologia creșterii acestora implică costuri destul de ridicate într-un timp îndelungat (Birstein 1993).

Sturionii sunt specii de pești migratori, majoritatea speciilor au o migrație diadromă (traiesc în apă sărată și migrează în râuri, în apă dulce, pentru reproducere), iar unele specii au o migrație potamodromă (migrează între râurile de apă dulce) (Billard, Lecointre, 2002, p. 345-352). Ceea ce le caracterizează pe toate este faptul că se reproduc numai în apă dulce (Bemis, Kynard, 1997, p. 167-193; Pikitch Ellen, și colab., 2005, p. 233-265).

Obiectul acestui studiu îl reprezintă specia *Polyodon spathula*, ce aparține ordinului *Acipenseriformes* și familiei *Polyodontidae*, o specie originară din bazinul hidrografic al râurilor Mississippi și Missouri din America de Nord, (Burr, 1980, p. 45-46). Conform evaluărilor actuale, specia este pe lista roșie ca și specie vulnerabilă (Baillie și Groombridge, 1996, p. 378; Grady, 2004). Pe teritoriul României pescuitul excesiv de sturioni, construirea de hidrobaraje, îmbătrânirea speciei, și extincția unora dintre ele, a dus la realizarea unor acțiuni în ceea ce privește salvarea acestora. Pe lângă unele măsuri, ca interzicerea pescuitului timp de 10 ani, popularea Dunării cu puiet de sturioni proveniți din reproducerea artificială în stații de reproducere și crescuți până la vârsta de un an, o altă măsură a fost stabilirea unui program de aclimatizare a speciei de sturion nord-american *Polyodon spathula*. Prin introducerea acestuia în acvacultură se dorea, ca și astăzi, să se acopere o parte din cererea de carne și icre negre de pe piață.

*Polyodon*ul a fost introdus și aclimatizat, începând cu anul 1980, în țări precum Rusia, Bulgaria, Ungaria, Cehia, Moldova, Ucraina și România (Vedrașco, 2002, p. 383-390).

În România, aceasta a fost adusă și aclimatizată începând cu anul 1992, iar în anul 2002 s-a reușit prima reproducere artificială în condițiile țării noastre.

Tehnologia de creștere a speciei *Polyodon spathula* a fost elaborată de SCDP Nucet. Specia are un ritm și un randament de creștere foarte bun, net superior crapului, astfel că în primul an ajunge la greutatea de 100-300 g/exemplar, iar în anul al doilea ajunge la greutatea de 2-2,5 kg/exemplar (Costache Mioara, 2004).

Greutatea mare la care ajunge în anul al doilea de creștere face posibilă valorificarea acestuia. În anul al treilea de creștere ajunge la greutatea de 5 kg/expl. În primul an de viață se recomandă creșterea acestuia în monocultura, sau în policultura cu cosașul (*Ctenopharygodon idella*) și se poate obține o producție cuprinsă între 400-900 kg/ha. În vara a doua se poate crește în policultură cu crapul și ciprinidele asiatice, mai puțin novacul (*Arystichtys nobilis*) și se poate obține o producție suplimentară de 300-400 kg pește/ha. În vara a treia se poate crește la fel ca în vara a II-a, în policultură cu crapul și ciprinidele asiatice și se poate obține o producție suplimentară de 300-500 kg pește/ha. Specia are un regim de hrănire preponderent zooplanctonofag (Costache Mioara, 2004).

Din analiza conținutului tubului digestiv a reieșit faptul că acesta consumă cu predilecție cladocerele mari (*Daphnia* și *Moina* sp.), dar și larve de chironomidae, diferite insecte, alge.

Principalele produse ale speciei sunt reprezentate de carne și icre. Carnea de polyodon este fermă, de culoare albă, cu gust și textură asemănătoare cu carnea altor sturioni (Mims și Shelton, 2005, p. 227-249). Randamentul la sacrificare a acestuia are valoarea de 50-57 % (decapitat, eviscerat și cu înotătoarele eliminate) și de 27% sub formă de file (Melchenkov și colab., 1996; Vinogradov și colab., 2003. p. 344).

Specia este clasificată în categoria peștilor cu conținut scăzut de grăsime, procentul sitându-se între 1-4,5. Carnea poate fi păstrată timp de 7 zile refrigerată și 7 luni congelată. Textura cărnii și solubilitatea proteinelor inițial scad, dar apoi se mențin stabile pe toată durata de refrigerare sau congelare (Simeanu Cristina, 2012). Pe piața Americană carnea de polyodon se vinde proaspătă, fileuri afumate sau sub formă de surimi.

Un alt produs important la polyodon este caviarul. Caviarul de polyodon este destul de bine apreciat, fiind considerat superior celui provenit de la cegă (*Acipenser ruthenus*), dar inferior celui de morun (*Huso huso*) sau păstrugă (*Acipenser stellatus*).

Studii complexe cu privire la caracteristicile morfologice ale speciei crescută în ferme din nord-estul țării, ne-au arătat că specia s-a adaptat la condițiile din această zonă (Simeanu Cristina, 2010).

Având în vedere ritmul bun de creștere a speciei, regimul său specific de hrănire, calitatea cărnii, faptul că produce icre negre, este oportună continuarea cercetărilor privind reproducerea artificială, nu numai la nivelul unei stațiuni de cercetare cum este cea de la Nucet, ci și în cadrul unor ferme de producție, toate acestea asociate cu îmbunătățirea tehnologiilor de creștere.

Scopul acestei lucrări a fost de a îmbunătăți tehnologia de reproducere artificială a speciei *Polyodon spathula* și de a ajuta, prin cercetările efectuate, la dezvoltarea acvaculturii industriale a acesteia, datorită potențialului uriaș pe care îl are.

Țin să îi aduc, un pios omagiu, cercetătorului Arkadie Vedrașco, unul din promotorii introducerii în acvacultura industrială a speciei *Polyodon spathula*, cel mai cunoscut specialist în reproducerea artificială a sturionilor, omul care mi-a deschis noi orizonturi în carieră și datorită căruia am ajuns să abordez această temă de cercetare.

Cu cea mai înaltă grațitudine și respect, țin să mulțumesc, conducătorului de doctorat, domnul Prof. univ. dr. ing. Benone Păsărin, care mi-a fost alături, atât pe parcursul stagiului de doctorat cât și în timpul studiilor universitare.

Mulțumesc domnului dr. ing. Mircea Cuvinciuc, directorul Fermei de Producție și Cercetări Piscicole, Acvares Iași, care mi-a permis organizarea experiențelor conform rigorii științifice de profil și m-a impulsionat în dezvoltarea cercetărilor legate de această specie.

De asemenea, mulțumesc conducerii Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” conducerilor Facultății de Zootehnie și a Școlii Doctorale, pentru întreg sprijinul acordat pe parcursul anilor de studii doctorale.

Mulțumesc cadrelor didactice, colegilor doctoranzi, colegilor din cadrul Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Acvacultură și Ecologie Acvatică, Ezăreni, și, nu în ultimul rând, soției care a dat dovadă de înțelegerere și care mi-a fost alături în tot acest timp.

## INTRODUCTION

---

Fishing, alongside hunting was one of the ancient occupations of man, fish being an important component in human nutrition, especially due to higher content in protein and its quality.

Observations regarding fish rearing are founded at all worlds' greatest civilizations, being exactly knowing the beginning of those observations based on elements of study, the first one dating from around year 1700 BC (iron age) which consists in several tools discovered on Danube banks which were utilised for fishing.

Other data regarding fishes and their scientific knowledge are offered by Greek authors as well as by Aristotle (384-322 BC), who described around 260 fish breeds, and in 473 BC, appeared the first fishery treaty written by the Chinese Fan Li (Cuvinciuc, 2002). Narrations regarding fishes from the waters of our country are provided by Roman poet Ovid, exiled at Tomis, who finishes his work entitled "Halieutica" with the lyric "and you in waters glorified Acipenser", referring to the sturgeons from Romanian waters. Also, there are mentions that on Dacia territory at the feasts organized by kings Decebal and Burebista were served dishes from sturgeon meat and caviar.

Sturgeons are some of the ancient fishes which populate the worlds' waters, appearing almost 200 millions years ago (Sewertzoff, 1923; Berg, 1947 cited by Lazu et al., 2008).

Because represent a fish category with a very economical importance, the main studies regarding sturgeons from Romanian waters were made by: Antipa, 1909; Caloianu, 1959; Bănărescu, 1964; Manea, 1980; Dumitru, 1983; Patriche, 1993; Bacalbaşa, 1997; Muscalu Cristina, Muscalu Radu, 2009 and others.

Nowadays there are 27 sturgeon breeds, from families *Acipenseridae* and *Poliodontidae*, which lives in the estuaries of rivers that flows in seas and oceans or only in rivers, all of them localized in the Northern hemisphere (Birstein, 1993; Grande et al., 1996; p. 85-115).

Alongside these, are also mentioned many extinct species, mainly due to pollution, constructions of hydro-technical dams, excessive fishing, extraction of sand and gravel from rivers' fords, deforestations, deviations of rivers' flow etc. (Birstein, 1993; Bacalbaşa-Dobrovici, 1997).

From the extinct breeds we mention *Pseudoscarphirhynchus kaufmanni* and *P. hermanni* in Asia and *Acipenser nudiventris* and *Acipenser sturio* in Europe.

The main cause of excessive fishing is given by the "black gold" produced by those fishes, caviar, one of the most expensed and sougheed products from aquaculture.

Various studies regarding sturgeon flocks, their aquaculture, elements of nutrition and feeding, physiology, genetics, preservation and evolution of flocks were made by: Dettlaff, 1993; Birstein, 1996; Bemis, 1997, p. 167-193; Findeis, 1997, p. 73-106; Choudhury, 1998; Billard, 2001; Fontana, 2001; Mims, 2001, p. 391-398; Van Winkle, 2002; Costache Mioara, 2004; F.A.O., 2004; Chebanov, 2014.

The first studies regarding artificial reproduction of sturgeons were made by Stone, 1900, 1901; Carter, 1902; Pavesi, 1907; Borodin, 1925; with more or less notable positive results.

Russian researchers had an important contribution to development of artificial reproduction technologies for sturgeons, the main studies being realised by Ginsburg, p. 358, 1968; Mailyan, p. 62, 1971; Anonymous, p. 12, 1971; Kazansky and Molodtsov, p. 59, 1974; Barannikova and Boev, p. 24, 1977; Milshtein, p. 151, 1982; Chebanov, 2014. All sturgeons are species with a great longevity, which grow for a long time and had a late maturity, so their rearing technology implies quite high costs for a long period of time (Birstein, 1993).

Sturgeons are breeds of migrating fishes, the majority of breeds have a diadromous migration (live in salt water and migrate in rivers, fresh water, for reproduction), and some breeds have a potamodromous migration (migrate between fresh water rivers) (Billard and Lecointre, 2002, p. 345-352). A fact which is characteristic to all breeds is that the reproduction took place only in fresh waters (Bemis and Kynard, 1997, p. 167-193; Pikitch Ellen et al., 2005, p. 233-265).

The aim of the current study is represented by breed *Polyodon spathula*, which belongs to order *Acipenseriformes* and family *Polyodontidae*, a breed originally from hydrographical basin of rivers Mississippi and Missouri from North America (Burr, 1980, p. 45-46). In according with the actual evaluations, the breed is on the red list as a vulnerable breed (Baillie and Groombridge, 1996, p. 378; Grady, 2004). On the Romanian territory, extensive sturgeons' fishing, construction of dams, breed ageing and extinction of some of them, led to realization of some actions regarding its saving. Alongside with some measures such as, prohibition of fishing during a 10 years period of time, population of Danube with sturgeon spawns gathered from artificial reproduction in specialized stations and reared till the age of one year, another measure was establishment of an acclimatization process of North-American sturgeon breed *Polyodon spathula*. Through its introduction in aquaculture the goal was to supply a part of meat and caviar demand on the market.

*Polyodon* was introduced and acclimatised, starting with 1980, in countries such as Russia, Bulgaria, Hungary, Czech Republic, Moldova, Ukraine and Romania (Vedraşco, 2002, p. 383-390).

In Romania, the breed was introduced and acclimatised starting with 1992, and in 2002 was succeeded the first artificial reproduction in conditions from Romania.

Rearing technology of *Polyodon spathula* breed was elaborated at SCDP Nucet. Breed have a very good growing rhythm and yield, net superior to carp, so in the first year reaching a weight of 100-300 g/individual, and in the second year reaching a weight of 2-2.5 kg/individual (Costache Mioara, 2004).

The high weight reached in the third year of rearing make possible its capitalization. In third rearing year reach a weight of 5 kg/individual. In the first year of life is recommended its rearing in mono-culture or in poly-culture with the grass carp (*Ctenopharygodon idella*) and could be obtained a production between 400 to 900 kg/ha. In the second summer could be reared in poly-culture with carp and Asian cyprinids, less with bighead carp (*Aristichthys nobilis*) and could be obtained a supplementary production of 300-400 kg fish/ha. In the third summer could be reared same as in the second summer, in poly-culture with carp and Asian cyprinids and could be obtained a supplementary production of 300-500 kg fish/ha. Breed have a feeding regime mainly zoo-plankton (Costache Mioara, 2004).

From the analysis of digestive tube content resulted that consume with predilection big cladocera (*Daphnia* and *Moina* sp.), but also larvae of chironomidae, different insects

and algae.

The main breed products are represented by meat and roes. Polyodon meat is firm, with a white colour, with taste and texture similar with the meat of other sturgeons (Mims and Shelton, 2005, p. 227-249). Yield at slaughtering has the value of 50-57% (beheaded, eviscerated and with fins eliminated) and of 27% as fillet (Melchenkov et al., 1996; Vinogradov et al., 2003, p. 344).

Breed is classified in fishes' category with a low fat content, percent being 1-4.5%.

Meat could be stored 7 days as refrigerated and 7 months as frozen. Meat texture and protein solubility initially decrease, but after then are kept stable on all refrigeration or freezing period (Simeanu Cristina, 2012). On American market polyodon meat is sold fresh, smokes filets or as surimi.

Another polyodon product which is appreciated is caviar. Polyodon caviar is quite well appreciated being considered superior to the one gathered from sterlet (*Acipenser ruthenus*), but inferior to the one from European sturgeon (*Huso huso*) or starry sturgeon (*Acipenser stellatus*).

Complex studies regarding morphological characteristics of breed reared in farms from North-East area of Romania showed that breed is well adapted at the conditions from those areas (Simeanu Cristina, 2010).

Having in view the good growing rhythm of the breed, its specific feeding regime, meat quality, the fact that produce caviar, it is timely to continue the research regarding artificial reproduction, not only at a research station as it is the one from Nucet, but also in production farms, all of these associated with improvement of rearing technology.

The goal of the paper was to improve the artificial reproduction technology for *Polyodon spathula* breed and to help, by the effectuated research, at the development of industrial aquaculture, due to its huge potential.

Want to bring a pious homage to researcher Arkadie Vedraşco, one of the promoters of introduction in industrial aquaculture of *Polyodon spathula* breed, the most known specialist in sturgeons' artificial reproduction, man who opened me new horizons in career and due to whom I approached the current research theme.

With the highest gratitude and respect, I want to thank to my PhD leader, Mister Prof. dr. eng. Benone Păsărin, who was near me during my doctoral stage as well as during Bachelors studies.

I thank to Mister Dr. eng. Cuvinciuc Mircea, director of Production and Fishery Research Farm, Acvares-Iaşi, who allowed me to organize the experiences in according with the scientific norms and rules and who pushed me in development of research connected with these breed.

Also I thank to the board of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine "Ion Ionescu de la Brad", boards of Faculty of Animal Sciences and Doctoral school, for all the support during those years of doctoral studies.

I thank to academic staff, to my fellow PhD students, to my colleagues from Station for Research-Development for Aquaculture and Aquatic Ecology, Ezăreni-Iaşi, and at least but not last, to my wife who provided understanding and who was near me during all those period of time.

## REZUMAT

---

Sturionii, cei mai vechi pești care populează apele globului, sunt apreciați ca fiind una dintre cele mai valoroase specii de pești, datorită calității gustative și nutritive a cărnii precum și a calității icrelor lor (Bura, 2008, p. 9).

Cererea mare de sturioni este dată nu numai de calitatea cărnii și a icrelor ce au o valoare nutritivă și un gust deosebit, dar și de multe subproduse, omul neînțelegând faptul că aceștia sunt o resursă limitată, restrânsă la o familie, cu majoritatea speciilor pe cale de dispariție, iar unele chiar dispărute.

Aclimatizarea speciei *Polyodon spathula* a avut rolul de a scădea presiunea exercitată de pescuitul excesiv al stocurilor de sturioni din apele naturale și de a se înlocui, treptat, novacul din formulele de populare, considerat a avea o carne calitativ inferioară.

Introducerea în cultură a speciei *Polyodon spathula* a avut ca scop și utilizarea întregului potențial trofic natural al unui bazin, creșterea cantității de pește obținută pe unitatea de suprafață, diversificarea sortimentală a producției, creșterea calității cărnii, creșterea eficienței economice și a rentabilității exploatației.

Scopul principal al acestei lucrări este acela de îmbunătățire a tehnologiei de reproducere artificială a speciei *Polyodon spathula*, la nivelul unei ferme piscicole, prin efectuarea diferitelor studii cu privire la selectarea reproducătorilor prin diferite metode, optimizarea folosirii hormonilor de reproducere, conservarea de scurtă durată a materialului seminal, găsirea unor noi soluții de descleiere, dezvoltarea de noi tehnologii de creștere a larvelor care să ducă la o supraviețuire superioară și dezvoltarea metodelor de cultivare a hranei vii (cladocere și nematode).

Caracterul de noutate este dat și de faptul că întreg lotul de reproducători a fost crescut în cadrul unei ferme piscicole locale, s-a urmărit dezvoltarea acestora de la stadiul de pui de 25 de zile până la cel de reproducător matur, reproducerea artificială s-a făcut în nord-estul Moldovei, zonă cu condiții climatologice diferite față de SCDP Nucet, iar reproducătorii provin dintr-un lot aclimatizat, originar din SUA, ceea ce întărește afirmația că specia s-a aclimatizat și în România

Lucrarea a fost structurată în 4 serii de experiențe, respectiv:

**Seria I de experiențe** - Contribuții privind cunoașterea caracteristicilor de mediu natural și a tehnologiilor de creștere;

**Seria a-II-a de experiențe** - Contribuții privind selecția lotului de reproducători aparținând speciei *Polyodon spathula* și a vârstei optime pentru reproducere;

**Seria a III-a de experiențe** - Contribuții privind stimularea maturării elementelor sexuale, colectarea, fecundarea, descleierea icrelor și incubarea acestora;

**Seria a IV-a de experiențe** - Contribuții privind dezvoltarea postembrionară a speciei *Polyodon spathula* și metodele de cultivare a cladocercilor (*Daphnia sp.*, *Moina sp.*) și a nematodelor (*Enchytraeus buchholzi*, *Enchytraeus albidus*) folosite în hrana puietului de *Polyodon spathula*

### **Seria I de experiențe**

A avut ca scop determinarea condițiilor hidrologice și hidrobiologice ale apei de cultură și evidențierea tehnologiilor de creștere a speciei *Polyodon spathula* de la vârsta de 25 de zile până la vârsta de exemplar matur, apt pentru reproducere fapt ce s-a realizat în cadrul fermei piscicole pe parcursul a 12 ani.

Temperatura apei în perioada analizată a oscilat între valorile medii minime obținute în luna ianuarie, de 2,53°C și maxima de 27,2 °C, obținută în luna iulie. Oxigenul dizolvat a atins minima de 4,61 mg/l în luna august și maxima de 15,85 mg/l corespunzătoare lunii ianuarie, în corelație directă cu temperatura apei

Valorile celorlalți parametri (pH, Ca, Cl, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>) s-au situat între limitele date de literatura de specialitate, încadrând apa folosită, în apă piscicolă de categoria a II-a, valorile fiind normale pentru această categorie.

În urma analizei hidrobiologice a apei a reieșit faptul că biomasa zoobentonice a atins maximul de dezvoltare în luna iunie cu valoarea de 23,82 % din totalul cantității recoltate în perioada studiată. Biomasa zooplanctonică a atins maximul de dezvoltare în luna mai, cu valoarea de 38,8 % raportată la total iar în ceea ce privește fitoplanctonul, maximul de dezvoltare a fost atins în lunile martie și octombrie, corespunzătoare cu o temperatură a apei mai scăzută.

În urma analizării rezultatelor hidrobiologice s-a ajuns la concluzia că nivelul dezvoltării acestora este normală spre superior, corelat cu datele din literatura de specialitate, ceea ce, în final a dus la o bună dezvoltare a materialului biologic aparținând speciei *Polyodon spathula*.

Determinările legate de tehnologia de creștere au reliefat faptul că, în vara I, puii au ajuns la o greutate medie de 238,6 g/expl., supraviețuirea fiind de 71,4%, corespunzătoare unei producții de 334 kg/ha. În vara a II-a, polyodonul a ajuns la greutatea medie de 2562,5 g/expl., supraviețuirea fiind de 74,75 % iar producția de 82 kg/ha. Creșterea în vara a II-a s-a realizat în policultură, polyodonul fiind specie suplimentară. Creșterea de la vârsta de 2 ani până la vârsta de 12 ani s-a realizat, de asemenea, în policultură, densitatea realizată la populare fiind de 5-10 expl./ha. Greutatea medie realizată la sfârșitul acestei perioade a fost de 13 780 g/expl. Iar lungimea totală medie a fost de 141,9 cm. Supraviețuirea de la vârsta de doi ani până la vârsta de 12 ani, a fost de 50%, fiind influențată în principal de prădători.

### **Seria a II-a de experiențe**

A avut ca scop determinarea gradului de maturare a gonadelor și a vârstei optime de reproducere, determinări bazate pe metoda biopsiei și selectarea unui lot de reproducere, atât prin analiză vizuală cât și prin folosirea unor indici de apreciere corporală.

Pentru realizarea acestora, lotul a fost separat pe sexe, reproducătorii au fost măsurați și cântăriți, li s-au calculat diferiți indici corporali (indicele de profil, indicele de grosime, indicele de calitate, indicele Fulton), pentru evidențierea atât a stării acestora de întreținere dar și pentru a depista eventuale diferențieri ale lotului de femele, față de lotul de masculi, și a face mai ușoară selectarea acestora

În urma determinărilor gravimetrice și dimensionale ale loturilor de femele, s-au înregistrat următoarele valori medii: masa corpului 13,66 kg, lungimea totală (L) 137,55

cm, lungimea standard (l) 120,81 cm, lungimea capului (lc) 55,5 cm, lungimea pedunculului caudal (lp) 16,74 cm, înălțimea maximă a corpului (H) 24,71 cm, circumferința maximă a corpului (C) 62,07cm, grosimea maximă a corpului (G) 15,17 cm.

În urma determinărilor gravimetrice și dimensionale ale loturilor de masculi s-au înregistrat următoarele valori medii: masa corpului 11,14 kg, lungimea totală (L) 132,84 cm, lungimea standard (l) 115,32 cm, lungimea capului (lc) 52,75 cm, lungimea pedunculului caudal (lp) 17,52 cm, înălțimea maximă a corpului (H) 22,99 cm, circumferința maximă a corpului (C) 57,62 cm, grosimea maximă a corpului (G) 13,38 cm

După calcularea unor indici corporali și compararea între lotul de femele și cel de masculi, rezultatele au fost următoarele:

*Indicele de profil* a avut valori mici pentru ambele loturi (4,94 la lotul de femele și 5,03 la lotul de masculi), ceea ce arată că formatul corporal al exemplarelor studiate, atât masculi cât și femele are un aspect convex. *Indicele de grosime* a avut valoarea de 61,85 la lotul de femele și 58,28 la lotul de masculi. Astfel, reiese că gradul de îngrășare și grosimea musculaturii au fost mai evidente la lotul de femele. *Indicele de calitate* a avut valori mici și apropiate între cele două loturi (1,95 la lotul de femele și 2 la lotul de masculi), ceea ce arată faptul că musculatura a fost bine dezvoltată, în cazul ambelor loturi. *Indicele Fulton* a avut valoarea de 0,77 la loturile de femele și 0,74 la cele de masculi, aceste valori indicându-ne o stare bună de întreținere a peștilor

*Indicele de carnozitate* a prezentat valori de 45,94 la lotul de femele și 45,73 la lotul de masculi. Valorile au fost destul de ridicate, datorită conformației corporale specifice speciei, rostrul fiind destul de mare raportat la întreg corpul. În urma determinării principalilor indici corporali și a analizei statistice comparative între cele două loturi (femele și masculi) putem afirma că peștii au avut o stare de întreținere bună, putând fi folosiți la reproducerea artificială.

*Coeфициentul de polarizare a nucleului icrelor* a fost calculat după ce, prin metoda biopsiei, au fost extrase eșantioane de icre de la toate cele 15 femele.

Femelele analizate au avut diferite stadii de dezvoltarea a ovocitelor, unele încadrându-se în stadiul IV nedesăvârșit (ce vor fi folosite la reproducere următorul an), iar altele fiind deja în stadiul IV desăvârșit, acestea putând fi folosite la reproducere în anul respectiv.

În urma selecției masculilor prin analizarea mobilității spermei, conform scării lui Persov, a reieșit faptul că un singur mascul a avut sperma cu mobilitatea spermatozoidilor foarte mică (<25%), în rest toți masculii au avut 4 sau 5 puncte pe scara Persov, adică mișcarea la aproape toți spermatozoidii era rapidă și de înaintare, ceea ce îi cataloghează drept masculi ași pentru reproducere

### **Seria a III-a de experiențe**

A avut ca scop dezvoltarea cunoștințelor cu privire la diferiți hormoni folosiți la stimularea maturării elementelor sexuale, colectarea icrelor și a lapților prin diferite metode, fecundarea, desclieirea și incubarea în incubatoare specifice speciei.

Pentru determinarea celui mai eficient hormon de reproducere, s-a făcut un studiu comparativ între produsul LHRH-A, de proveniență americană și produsul Nerestin 5A, de proveniență rusească. Tot în cadrul acestui obiectiv, dar în următorul an de experiențe efectuate, s-a realizat un studiu cu privire la optimizarea folosirii preparatului hormonal

Nerestin 5A la stimularea reproducătorilor din specia *Polyodon spathula*. S-a studiat, de asemenea și posibilitatea de păstrarea de scurtă durată a materialului seminal recoltat de la specia *Polyodon spathula*, precum și folosirea unei noi substanțe de descliere (enzime alcalaze, *Bacillus licheniformes*).

În urma stimulării hormonale cu produsul LHRH-A, din lotul de femele, doar două au ajuns la maturarea produselor sexuale, de la acestea recoltându-se icre. Masculii de la care s-a putut recolta spermă, în urma injectării cu acest produs au fost în număr de 4.

În urma stimulării hormonale cu produsul Nerestin 5A, toate femelele au ajuns la maturarea produselor sexuale, de la acestea putându-se recolta icre apte pentru fecundare. Toții masculi au fost apți pentru recoltare.

În urma comparării loturilor de femele reproducătoare LF1 versus LF2, din punct de vedere a timpului necesar maturării, diferențele între cele două produse sunt distinct semnificative. Cu privire la numărul de femele maturate, în urma comparării celor două loturi a reieșit faptul că diferențele sunt semnificative. Cantitatea de icre recoltată de la femelele care au ajuns la maturare, din cele două loturi, a fost de 82 g/kg corp pentru lotul LF1, respectiv 89 g/kg corp corespunzător lotului LF2.

În urma comparării dintre loturile de masculi reproducători, a reieșit faptul că în privința timpului necesar maturării elementelor sexuale, a numărului de masculi care au ajuns la spermiație și a cantității de spermă recoltată diferențele sunt nesemnificative. Cantitatea de lapți recoltată a fost de 8,20 ml/kg corp mascul la lotul LM1 și de 9,42 ml/kg corp, în cazul lotului LM2.

Cu privire la optimizarea folosirii preparatului hormonal Nerestin 5A ce a avut ca scop determinarea și optimizarea cantității de hormon folosite, rezultatele obținute au reliefat faptul că la temperatura apei de 13°C, timpul necesar maturării este aproximativ același pentru toate cele trei loturi, indiferent de doza de hormon folosită. La temperatura apei de 15 °C timpul necesar maturării femelelor din lotul al doilea începe să fie diferențiat în funcție de cantitatea de hormon folosit, iar la temperatura apei de 17 °C, timpul necesar maturării a scăzut la toate cele trei loturi. În urma interpretării statistice a rezultatelor se poate observa că există diferențe distinct semnificative, cu privire la timpul necesar maturării între cele trei loturi. Toate femelele au ajuns la maturare fiind capabile de recoltare a icrelor. Analizând cantitatea de icre recoltată putem afirma că diferențele dintre mediile loturilor sunt nesemnificative, coeficientul de variabilitate având valori mici ( $V\% = 2,6$  la lotul LF1,  $V\% = 3,53$  la lotul LF2 și  $V\% = 2,72$  la lotul LF3), omogenitatea în interiorul loturilor fiind mare. În urma acestei analize, putem afirma că temperatura influențează timpul în care femelele ajung la maturarea produselor sexuale, creșterea fiind liniară, dar nu influențează cantitatea de icre recoltată, cantitatea optimă de hormon fiind de 0,12 ml/kg corp femelă, astfel, putem folosi o cantitate mai mica de hormon dacă temperatura apei este mai ridicată.

Cercetările cu privire la păstrarea de scurtă durată a spermei de *Polyodon spathula* a avut scopul de a iniția un protocol de păstrare a spermei, la o temperatură constantă de 4°C, pentru o anumită perioadă de timp, cât mai îndelungată, în așa fel încât mobilitatea spermei și calitățile acesteia să fie cât mai puțin influențate.

Pentru aceasta s-au folosit trei metode de păstrare, iar în urma analizei rezultatelor obținute s-a analizat care dintre ele este cea mai eficientă. Sperma a fost păstrată în trei

recipiente, respectiv o seringă, o pungă pack în care, pe lângă spermă a fost introdus aer și o pungă pack în care, pe lângă spermă a fost introdus oxigen tehnic.

După 2 ore de la introducerea la refrigerare diferențele privind mobilitatea au fost nesemnificative. Totuși, s-a observat că valoarea coeficientul de variabilitate indică o omogenitate mijlocie, în cadrul primului lot (L1), valoarea lui fiind de  $V\% = 11,91$ , ceea ce înseamnă că la unele probe mobilitatea spermatozoizilor a început să scadă.

La 18 ore de la păstrarea la rece, la primul lot a continuat să scadă punctele asociate scării lui Persov, variabilitatea în interiorul lotului fiind mijlocie,  $V\% = 15,21$ , ceea ce înseamnă să spermă, din punct de vedere al mobilității spermatozoizilor se depreciază aproape uniform. La loturile L2 și L3 punctele de mobilitate asociate scării lui Persov, încep o ușoară depreciere între ele nefiind diferențe statistice. Coeficientul de variabilitate a avut valori medii pentru ambele loturi (L2 și L3),  $V\% = 11,91$ . După analiza statistică a reieșit că între cele trei loturi diferențele sunt semnificative.

La 36 de ore de păstrare la rece, coeficientul de variabilitate la toate cele trei loturi a avut valori medii,  $V\% = 15,97$  la lotul L1,  $V\% = 10,54$  la lotul L2 și  $V\% = 17,68$  la lotul L3. La primul lot continuă să scadă mobilitatea spermei, ajungând la o medie de 2,8 puncte. Pentru celelalte loturi mobilitatea a păstrat valori destul de ridicate (4,2 la L2 și 4 la L3), ceea ce face ca probele să poată fi folosite la reproducerea artificială. Din punct de vedere statistic, diferențele între cele două loturi au fost distinct semnificative, putându-se remarca faptul că valorile primului lot au scăzut destul de mult. Spermă de la masculii acestui lot nu mai poate fi folosită la reproducerea artificială, sau poate fi folosită, dar cu rezultate slabe.

La 48 de ore de păstrare la rece se poate observa că variabilitatea în interiorul loturilor a fost mare pentru primul lot (L1), unde coeficientul de variabilitate a avut valoarea,  $V\% = 38,03$ , și mijlocie pentru loturile L2 și L3, coeficientul de variabilitate având valorile  $V\% = 15,21$  și  $V\% = 11,77$ . În urma comparației statistice s-a putut observa că diferențele între cele trei loturi sunt distinct semnificative. La primul lot, valoarea medie a punctelor pe scara Persov a ajuns la 2,2, ceea ce face ca spermă să nu mai poată fi folosită la reproducerea artificială. Între loturile L2 și L3 diferențele din punct de vedere statistic au fost nesemnificative, ambele metode ducând la păstrarea spermei în intervalul 0-48 de ore cu o reducere a mobilității acesteia doar de 28 de procente pentru lotul L2, și 24 de procente pentru lotul L3. Putem afirma că pentru intervalul 0-18 ore toate metodele de conservare duc la rezultate foarte bune în privința mobilității spermei, iar pentru intervalul 0-48 de ore doar păstrarea spermei în pungi pack de nylon steril, cu aditie de aer atmosferic și oxigen tehnic sunt recomandate, între ele nefiind diferențe.

### **Seria a IV-a de experiențe**

A avut ca scop evidențierea etapei de dezvoltare postembrionară a speciei, creșterea larvelor în diferite densități, precum și asigurarea de hrană vie prin cultivarea cladocerelor *Daphnia sp.* și *Moina sp.* precum și a nematodelor *Enchytraeus buchholzi* și *Enchytraeus albidus*. Pentru realizarea acestora s-a făcut un studiu comparativ cu privire la creșterea larvelor în sistem intensiv, în perioada 1-20 zile și 20-40 de zile. S-a experimentat cultivarea cladocerelor în bazine de pământ și s-a comparat eficiența metodei față de culegerea acestora din heleșteiele de creștere mai mari. În cadrul acestui studiu, s-a testat o tehnologie de cultivare a nematodelor *Enchytraeus buchholzi* și *Enchytraeus albidus* în caserole de plastic.

Pentru aceasta au fost desfășurate două experimente. Primul a presupus creșterea larvelor în perioada 1-20 de zile la densitățile de 1 larvă/l de apă (L1) și de 5 larve/l de apă (L2) iar al doilea a presupus creșterea larvelor în perioada 20-40 de zile la două densități diferite, respectiv 200 expl./mc apă și 400 expl./mc apă.

În cazul primului experiment, rezultatele a evidențiat faptul că există diferențe semnificative dintre loturile L1 și L2, în ceea ce privește supraviețuirea. Diferențele dintre greutatea realizate de larvele din cele două loturi au fost foarte semnificative, densitatea mai mare ducând la realizarea unei greutăți mai mici, iar la compararea lungimii totale s-a putut observa că diferențele au fost foarte semnificative. Rezultatele sunt pozitive, comparabile cu cele din literatura de specialitate, iar densitatea optimă a fost cea de 1-3 expl./l. Greutatea larvelor la populare a fost aproximativ egală pentru toate bazinele cu o medie de 0,0011 g/expl. iar la sfârșitul perioadei de creștere acestea au ajuns la o greutate medie de 0,184 g/expl. pentru lotul L1 și 0,133 g/expl. pentru lotul L2.

În cazul celui de-al doilea experiment, rezultatele au evidențiat faptul că sunt diferențe semnificative între loturile L1 și L2 în ceea ce privește supraviețuirea, iar diferențele dintre greutatea corporale realizate de cele două loturi sunt foarte semnificative, densitatea mai mare ducând la realizarea unei valori mai mici. De asemenea, și la compararea lungimii totale realizată de către larvele din cele două loturi, diferențele au fost foarte semnificative.

Greutatea larvelor la populare a fost aproximativ egală pentru toate bazinele, cu o medie de 0,132 g/expl. La sfârșitul perioadei de creștere puietul au ajuns la o greutate medie de 8,2 g/expl. pentru lotul L1 și 5,2 g/expl. pentru lotul L2.

#### *Cultivarea cladocelor (Daphnia sp. și Moina sp.)*

Rezultatele obținute au reliefat faptul că media exemplarelor de cladocere la un litru de apă a fost de 1650 exemplare, corespunzătoare bazinului în care s-a făcut cultivarea (P2) și 1135 de exemplare în heleșteul de creștere, între ele nefiind diferențe semnificative.

Cultivarea nematodelor s-a făcut în caserole de palstic, cu suprafața de 200 cm<sup>2</sup>. Cantitatea de viermi care s-a recoltat, o dată pe săptămână, a fost de 3-8 g/caserolă în cazul speciei *Enchytraeus albidus* și 1-6 g/ caserolă/săptămână în cazul speciei *Enchytraeus buchholzi*.

În urma realizării tuturor experiențelor, putem afirma faptul că specia *Polyodon spathula* s-a adaptat la condițiile din ferma piscicolă gazdă a experimentelor, dezvoltarea elementelor sexuale s-a realizat normal, maturitatea sexuală a apărut mai devreme față de datele citate în literatura de specialitate, reproducerea artificială s-a realizat cu succes, iar obiectivele au fost atinse.

## ABSTRACT

---

Sturgeons are one of the ancient fish breeds which populate the world's waters, are appreciated as being one of the most valuable fish breeds, due to their meat sensorial and nutritive qualities as well as due to the quality of roes (Bura, 2008, p. 9).

The highest demand for sturgeons is given not by meat and roes quality which have a remarkable taste but also by the many by-products, man understanding that those ones are a limited resource, restrain to a family, with majority of breeds on extinction, and some of them even disappeared.

Acclimatization of *Polyodon spathula* breed had the role to decrease the pressure given by excessive fishing of sturgeons' flocks from natural waters and to replace, in time, bighead in populating formulas, because it is considered to have a lower quality meat.

Introduction in culture of *Polyodon spathula* breed also aimed the utilisation of the whole natural trophic potential of a basin, increasing the fish quantity obtained on surface unit, assortment diversification of production, increasing of meat quality, increasing of economical efficiency and exploitation profitability.

The main aim of the current paper is to improve the artificial reproduction technology for *Polyodon spathula* breed, at the level of a fishery farm, by making different studies regarding the selection of breeders by different methods, optimization of the usage of reproduction hormones, short time preservation of seminal material, founding of new solutions for desizing, development of new technologies for larvae rearing which to lead to a superior survival rate and development of cultivation methods for live feed (cladocera and nematodes).

The novelty character is given by the fact that the whole breeder batch was reared into a domestic fishery farm, was tracked their development from the stage of 25 days juveniles till the one of mature breeder, artificial reproduction was realised in North-East of Moldavia, area with different climatic conditions face to SCDP Nucet, and breeders are coming from an acclimatised batch, originally from USA, which strengthens the statement that breed is well acclimatised in Romania.

The paper was structure in 4 series of experiments:

**First series of experiments** – Contributions regarding the knowledge of environmental characteristics and rearing technologies;

**Second series of experiments** – Contributions regarding selection of a breeding batch belonging to *Polyodon spathula* breed and optimal age for reproduction;

**Third series of experiments** – Contributions regarding stimulation of sexual elements maturity, gathering, fecundation and desizing of roes and their incubation;

**Forth series of experiments** – Contributions regarding post-embryo development of *Polyodon spathula* breed and methods for cultivation of cladocera (*Daphnia sp.*, *Moina sp.*) and nematodes (*Enchytraeus buchholzi*, *Enchytraeus albidus*) utilised in feeding of *Polyodon spathula* sapling.

**First series of experiments** – Contributions regarding the knowledge of environmental characteristics and rearing technologies

Had in view to determine the hydrological and hydro-biological conditions of water and enlighten the rearing technologies for *Polyodon spathula* breed from the age of 25 day till the age of a mature individual, able-bodied for reproduction fact realised into a fishery farm during a 12 years period of time.

Water temperature in analysed period oscillated between minimal values obtained in January, 2.53°C and maximum of 27.2°C, obtained in July. Dissolved oxygen reached the minimum of 4.61 mg/l in August and maximum of 15.85 mg/l in January, in direct correlation with waters' temperature.

The values for the other parameters (pH, Ca, Cl, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>) were in the limits from literature, placing the utilised water, in 2<sup>nd</sup> category of fishery waters, values being normal for these category.

Analysing the hydro-biology of water we conclude the zoo-benthonic mass reached the maximum level of development in July with a value of 23.82% from total gathered quantity in the studied period. Zoo-plankton biomass reached its maximum in May having a value of 38.8% related to total and regarding phytoplankton maximum was reached in March and October, corresponding with low water temperatures.

Analysing the hydro-biological results we conclude that the level of development are normal to superior, correlated with the data from literature, which finally led to a good development of biological material belonging to *Polyodon spathula* breed.

Determinations connected with rearing technologies relieved the fact that in 1<sup>st</sup> summer saplings reached a mean weight of 238.6 g/individual, survival rate being 71.4%, corresponding to a production of 334 kg/ha. In the 2<sup>nd</sup> summer, polyodon reached at a mean weight of 2562.5 g/individual, survival rate being 74.75% and production of 82 kg/ha. Rearing in the 3<sup>rd</sup> summer was realised in poly-culture, polyodon being supplementary breed. Rearing from age of 2 years till age of 12 years was realised also in poly-culture, the realised density at populating being 5-10 individual/ha. The realised mean weight was 13.780 kg/individual. The total mean length was 141.9 cm. Survival rate from age of two years till age of 12 years was of 50% being mainly influenced by predators.

**Second series of experiments** – Contributions regarding selection of a breeding batch belonging to *Polyodon spathula* breed and optimal age for reproduction.

The aim was to determine the maturity degree of gonads and optimal age for reproduction, determinations based on biopsy method and selection of a breeding batch, by visual analysis and also by utilisation of some indexes for corporal appreciation.

For realisation of those, batch was split by sexes, breeders being measured and weighted, were calculated different corporal indexes (profile index, thickness index, quality index, Fulton index), to enlighten both their maintenance state but also to discover the eventually differences between females batch face to males one, for an easier selection of them.

At the end of gravimetric and dimensional determinations for female batches, were recorded the following mean values: body mass 13.66 kg, total length (L) 137.55 cm, standard length (l) 120.81 cm, length of head (lc) 55.5 cm, length of caudal peduncle (lp)

16.74 cm, maximum height of body (H) 24.71 cm, maximum circumference of body (C) 62.07 cm, maximum thickness of body (G) 15.17 cm.

At the end of gravimetric and dimensional determinations for male batches, were recorded the following mean values: body mass 11.14 kg, total length (L) 132.84 cm, standard length (l) 115.32 cm, length of head (lc) 52.75 cm, length of caudal peduncle (lp) 17.52 cm, maximum height of body (H) 22.99 cm, maximum circumference of body (C) 57.62 cm, maximum thickness of body (G) 13.38 cm.

After calculating the corporal indexes and comparison between females and males batch the founded results were as follows:

*Profile index* had lower values for both batches (4.94 at female batch and 5.03 for male batch), which show that corporal format of the studied individuals; both males and females had a convex aspect.

*Thickness index* had the value of 61.85 at female batch and 58.28 at male batch. So could be observed that fattening degree and musculature thickness was more developed at females' batch.

*Quality index* had lower values and close between those two batches (1.95 for female batch and 2 for male batch), which show that musculature is well developed in both cases.

*Fulton index* had value of 0.77 at female batches and 0.74 at male batches. Those values show a good maintenance state of fishes.

*Carnosity index* presented values of 45.94 at female batch and 45.73 at male batch. Values are quite high, due to breed specific corporal conformation, rostrum being quite big related to the whole body. At the end of determination for main corporal indexes and comparative statistical analysis between those two batches (females and males) we could say that fishes had a good maintenance state and could be utilised for artificial reproduction.

*Polarization coefficient of roes' nucleolus* was calculated after application of biopsy through which were extracted some roes from all those 15 females.

The analysed females had different development stages for ovocytes, some of them being placed in the IV unaccomplished stage (will be used for reproduction in the next year), and some of them being already in the IV accomplished stage, and could be used for reproduction in the respective year.

After males' selection through analysis of sperm mobility, in according with Persov scale, was observed the fact that only one male had sperm with a very low mobility of spermatozoa (<25%), otherwise all males had 4 or 5 points on Persov scale, so the movement at almost all spermatozoa is rapidly and forwards, which categorizes them as males able for reproduction.

**Third series of experiences** - Contributions regarding stimulation of sexual elements maturity, gathering, fecundation and desizing of roes and their incubation

Aimed to develop the knowledge regarding different hormones utilised for stimulation of sexual elements maturity, gathering, fecundation, desizing and hatching in specific incubators for breed.

For determination of the most efficient hormone for reproduction, was made a comparative study between LHRH-A product, with an American provenance, and Nerestin 5A product, with a Russian provenance. Also in the frame of this goal, but in the next year

of experiences, was realised a study regarding optimal utilization of Nerestin 5A hormonal product for stimulation of the breeders belonging to *Polyodon spathula* breed. Was also studied the possibility for a short time storage of seminal material gathered from *Polyodon spathula* breed, as well as the utilization of new substances for desizing (alcalase enzymes, *Bacillus licheniformes*).

After hormonal stimulation with LHRH-A product, from female batch, only two reached the maturity of sexual products, and from those were gathered roes. Males, from which sperm could be gathered, after injections with this product, were in number of 4.

After hormonal stimulation with Nerestin 5A product, all females reached the maturity of sexual products, from those were gathered roes which were suitable for fecundation. All males were able to produce sperm.

After comparison of the females' breeding batches LF1 vs. LF2, from the point of view of the necessary time for maturity, the differences between those two products were distinct significant. Regarding the number of mature females, after a comparison between those two batches result the fact the differences between them are significant. The quantity of gathered roes from mature females was 82 g/kg body, respectively 89 g/kg body.

After comparison between male' breeding batches, regarding the necessary time for sexual elements maturity, number of males which produce sperm and the gathered sperm quantities it was observed that the differences between them are insignificant. Gathered quantity of soft roes was 8.20 ml/kg body male at batch LM1 and 9.42 ml/kg body, in the case of batch LM2.

The obtained results regarding optimization of usage of hormonal product Nerestin 5A aimed to determine the optimal quantity of utilised hormone, proved the fact that at a water temperature of 13°C, the necessary time for maturity is almost the same for all three batches, no matter of the utilised hormonal dose. At a water temperature of 15°C the necessary time for maturity of females from second batch started to be different function of the utilised quantity of hormone, and at water temperature of 17°C, the necessary time for maturity decreased at all those three batches. After statistical interpretation of the results could be observed that are differences distinct significant regarding necessary times for maturity between those three batches. All the females reached maturity being able to be milked for roes. Analysing the gathered roes quantity could say that differences between batches' means are insignificant, variability coefficient having low values ( $V\% = 2.6$  at batch LF1,  $V\% = 3.53$  at batch LF2 and  $V\% = 2.72$  at batch LF3), homogeneity inside batches being big. At the end of this analysis we could say that temperature influence the time in which females reach the maturity of sexual products, the increasing is linear, and didn't influence the quantity of gathered roes, hormone optimal quantity being 0.12 ml/kg body female, so, we can use a lower hormone quantity if the water temperature is higher.

Research regarding short time storage of *Polyodon spathula* sperm had the aim to initiate a storage protocol for sperm, at a constant temperature of 4°C, for a certain period of time as long as it gets, in a certain way so sperm mobility and its qualities to be less influenced.

To reach this goal were utilised three storage methods, and at the end of analysis of the obtained results was established which one is the most efficient. Sperm was kept in three recipients, respectively a syringe, a pack bag in which together with sperm was

introduced air and a pack bag in which together with sperm was introduced technical oxygen.

After 2 hours from placing at refrigeration the differences regarding mobility were insignificant. However was observed that the value of variability coefficient have a medium homogeneity, in case of first batch (L1), its value being  $V\% = 11.91$ , which means that at some samples the mobility of spermatozoa being to decrease.

After 18 hours after storage in refrigeration conditions, at first batch the points associated with Persov scale continue to decrease, variability inside batch being medium,  $V\% = 15.21$ , which means that sperm, from spermatozoa mobility point of view is almost uniform depreciated.

At batches L2 and L3 mobility points associated with Persov scale, started a light depreciation and between them aren't any statistical differences. Variability coefficient had mean values for both batches (L2 and L3),  $V\% = 11.91$ . In according with statistical analysis resulted that between those three batches the differences are significant.

After 36 hours for storage at cold, variability coefficient at those three batches had mean values,  $V\% = 15.97$  for batch L1,  $V\% = 10.54$  for batch L2 and  $V\% = 17.68$  for batch L3. At the first batch continue to decrease the mobility of sperm, reaching at a mean of 2.8 points. For the other batches mobility kept values quite high (4.2 at L2 and 4 at L3), fact which allow the samples to be utilised for artificial reproduction. From statistical point of view, differences between those two batches are distinct significant, could be remarked that the values for first batch had a significant decreasing. Sperm gathered from those batch couldn't be utilised for artificial reproduction or it can be utilised but with weak results.

After 48 hours of cold storage could be observed that variability inside batches was higher for first batch (L1), where variability coefficient had the value  $V\% = 38.03$  and medium for batches L2 and L3, variability coefficient having the following values  $V\% = 15.21$  and  $V\% = 11.77$ . After statistical comparison could it be observed that differences between those three batches are distinct significant. At first batch, mean value of points on Persov scale reached at 2.2, which means that sperm couldn't be utilised for artificial reproduction. Between batches L2 and L3 differences from statistical point of view are insignificant; both methods leading to preservation of sperm in interval 0-48 hours with a decreasing of its mobility with only 28 percent for batch L2 and 24 percent for batch L3. We could affirm that for interval 0-18 hours all the preservation methods lead to very good results regarding sperm mobility, and for interval 0-48 hours only storage of sperm in nylon sterile pack bags with addition of atmospherically air and technical oxygen are viable, without any differences between them.

All the other stages of artificial reproduction for *Polyodon spathula* breed (fecundation, incubation, hatching) had a normal evolution, with results very close to the limits cited by literature.

**Forth series of experiences** - Contributions regarding post-embryo development of breed and different methods for cultivation of live food

The aim was to enlighten the post-embryo development stage of breed, rearing of larvae in different densities, assuring of live food by cultivation of cladocera *Daphnia sp.* and *Moina sp.* as well as of nematodes *Enchytraeus buchholzi* and *Enchytraeus albidus*.

To realise those was made a comparative study regarding larvae rearing in an intensive system, in period 1-20 days and 20-40 days. Was experimented cultivation of cladocera in ground pools and was compared the efficiency of the method face to their harvesting from larger rearing ponds. In this study was tested a cultivation technology of nematodes *Enchytraeus buchholzi* and *Enchytraeus albidus* in plastic casseroles.

For that were effectuated two experiments. The first one supposed larvae rearing in period 1-20 days at densities of 1 larvae/l water (L1) and 5 larvae/l water (L2) and the second one presumed larvae rearing in period 20-40 days at 2 different densities respectively 200 individuals/m<sup>3</sup> water and 400 individuals/ m<sup>3</sup> water.

In case of the first experiment, the results showed that exist significant differences between batches L1 and L2 regarding the survival rate. Differences between the weights realised by larvae in those two batches are very significant, higher densities leading to lower weights and at comparison of total length could be observed that differences are very significant. The results are good in comparison with the ones from literature and optimal density was 1-3 individual/l. The weight of larvae at populating was almost equal for all the basins with a mean of 0.0011 g/individual and at the end of rearing period reached a mean weight of 0.184 g/individual for batch L1 and 0.133 g/individual for batch L2.

In case of the second experiment, the results enlighten the fact that are significant differences between batches L1 and L2 regarding survival rate and differences between corporal weights realised by those two batches are very significant, higher density leading to realization of lower values. Also at the comparison of total length realised by larvae from those two batches the differences were very significant.

Larvae weight at populating was almost equal for all basins, with a mean of 0.132 g/individual. At the end of rearing period the sapling reached a mean weight of 8.2 g/individual for batch L1 and 5.2 g/individual for batch L2.

#### Cultivation of cladocera (*Daphnia sp.* and *Moina sp.*)

The obtained results show the fact that mean of cladocera individuals per one litre of water was 1650 individuals for the basin in which cultivation was made (P2) and 1135 individuals in the rearing pond, between them there aren't significant differences.

Cultivation of nematodes was realised in plastic casseroles with an area of 200 cm<sup>2</sup>. Quantity of worms which was gathered once per week was 3-8 g/casserole for breed *Enchytraeus albidus* and 1-6 g/ casserole/week for breed *Enchytraeus buchholzi*.

After realization of those experiments we could say the breed is well adapted to the conditions from the fishery farm which hosted the research, the development of sexual elements was realised normally, sexual maturity appeared earlier face to the data cited in literature, artificial reproduction was successfully realised and the aims were reached.

**PARTEA I**

**STUDIU BIBLIOGRAFIC**

---

# 1. IMPORTANȚA ȘI EVOLUȚIA CREȘTERII SPECIEI *POLYODON SPATHULA*

## 1. IMPORTANCE AND EVOLUTION OF *POLYODON SPATHULA* BREED REARING

---

### 1.1. IMPORTANȚA CREȘTERII STURIONILOR LA NIVEL MONDIAL

Sturionii, cei mai vechi pești care populează apele globului, sunt apreciați ca fiind una dintre cele mai valoroase specii de pești, datorită calității gustative și nutritive a cărnii precum și a calității icrelor lor (Bura, 2008, p. 9). Chiar dacă speciile principale ale acvaculturii românești sunt reprezentate de cele din familiile *Ciprinidae* și *Salmonidae*, în principal datorită producțiilor mari realizate și a disponibilității acestora, acvacultura sturionilor a prins contur de-a lungul anilor și a acoperit o nișă, cu o ușoară tentă extravagantă și scumpă datorită, în principal, comerțului icrelor negre produse de aceștia.

Dacă la începuturi, sturionii erau doar pescuiți din apele naturale, în timp, datorită scăderii stocurilor acestora, s-au dezvoltat tehnologii de reproducere artificială și creștere controlată, în captivitate.

Cererea de carne de sturion și icre negre a avut un trend crescător de-a lungul timpului, în consecință pescuitul a devenit din ce în ce mai intens, ceea ce a dus la dispariția sau reducerea stocurilor naturale. Astfel, s-a impus luarea unor măsuri de protejare a acestora, ce au intrat în vigoare de la 1 aprilie 1998, ca reglementări CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) care au limitat comerțul cu sturioni (Costache Mioara, 2004; Costache Mihail, 2008; Simeanu Cristina, 2012).

În prezent, Convenția CITES a fost adoptată de 150 de state, iar scopul acesteia este de a controla comerțul cu specii protejate, pe cale de dispariție. Toate speciile de sturioni sunt cuprinse în Convenția CITES, iar dintre acestea numai două sunt considerate fără risc: *Acipenser transmontanus*, *Acipenser oxyrinchus* (Costache M., 2008).

Reglementarea capturării sturionilor din mediul natural a creat condiții favorabile dezvoltării acvaculturii de profil, primele încercări fiind făcute în Rusia, Germania și în America de Nord, la mijlocul secolului al XIX-lea, scopul fiind de repopulare a apelor naturale (Bura, 2008, p.9). Fermele specializate exclusiv pentru producția de carne și icre de sturion au apărut începând cu anii 1960, în Rusia, Italia, Franța și Germania.

Pentru a evidenția situația actuală a stocurilor de sturioni și producția acestora, provenită din capturi și acvacultură, vom analiza datele statistice referitoare la toate speciile de sturioni, nu numai a speciei *Polyodon spathula*.

Datele statistice referitoare la producția globală a sturionilor ne sunt oferite de FAO (*Food and Agriculture Organization*). Astfel, în tabelul 1 se fac referiri la datele statistice publicate începând cu anul 2007 și până în anul 2014, ultimul an în care aceste date au fost centralizate.

Tabelul 1.1

Producția mondială de sturioni, provenită din capturi și acvacultură (*prelucrare după FAO, 2017*)  
World productions of sturgeons, from captures and aquaculture (*processing after FAO, 2017*)

Continentul	Categoria	Sursa UM (tone)	Anul							
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
America	Sturioni	Capturi	261 F	278 F	265 F	284 F	237 F	76 F	221	148
		Acv.	175	229	241	270	370	406	1 223	1 186
Asia	Sturioni	Capturi	397	413	196	102	88	78	64	48
		Acv.	21877	21773	29722	36802	46459	58624	68550	80952
Europa	Sturioni	Capturi	183	200	225	171	83	293	112	77
		Acv.	3 831	4 431	3 880	4 227	5 053	5 858	6 212	6 438
<b>Total capturi (tone)</b>			<b>841</b>	<b>891</b>	<b>686</b>	<b>557</b>	<b>408</b>	<b>447</b>	<b>397</b>	<b>273</b>
<b>Total Acv. (tone)</b>			<b>25 883</b>	<b>26433</b>	<b>33844</b>	<b>41298</b>	<b>51882</b>	<b>64887</b>	<b>75985</b>	<b>88576</b>
<b>Total general (tone)</b>			<b>26724</b>	<b>27324</b>	<b>34530</b>	<b>41855</b>	<b>52290</b>	<b>65334</b>	<b>76382</b>	<b>88849</b>

**Legendă:** F- date estimate, sau calcule bazate pe ipoteze specifice FAO; **Acv.** -Acvacultură

Conform tabelului 1.1, se poate observa că singurele continente unde se cresc și există stocuri de sturioni, sunt cele din emisfera nordică (Asia, America, Europa). Capturile de sturioni din apele naturale au un trend descendent, pe toate cele trei continente. Producția din acvacultură a acestora, în schimb, are un trend ascendent, Asia fiind principalul producător, urmat de Europa și America.

Situația producției de sturioni (capturi și acvacultură) la nivelul țărilor din America, se prezintă astfel (tabelul 1.2):

Tabelul 1.2

Producția de sturioni, (capturi și acvacultură) realizată de țările de pe continentul american (*prelucrare după FAO, 2017*)

Sturgeon production, (captures and aquaculture) realized by the states from American continent (*processing after FAO, 2017*)

Țara	Categoria	Sursa UM (tone)	Anul							
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Argentina	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	0	0	0	8	34	78	57
Canada	Sturioni	Capturi	118	114	111	164	127	0	157	120
		Acv.	0	0	0	0	0	0	0	0
SUA	Sturioni	Capturi	143	164	154	120	110	76	64	28
		Acv.	150 F	200 F	200 F	200 F	300 F	300 F	947	947
Uruguay	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	25	29	41	70	62	71	197	182 F
<b>Total capturi (tone)</b>			<b>261</b>	<b>278</b>	<b>265</b>	<b>284</b>	<b>237</b>	<b>76</b>	<b>221</b>	<b>148</b>
<b>Total Acv. (tone)</b>			<b>175 F</b>	<b>229 F</b>	<b>241 F</b>	<b>270 F</b>	<b>370 F</b>	<b>406 F</b>	<b>1223</b>	<b>118</b>
<b>Total general (tone)</b>			<b>436</b>	<b>507</b>	<b>506</b>	<b>554</b>	<b>607</b>	<b>482</b>	<b>1444</b>	<b>266</b>

**Legendă:** F - date estimate, sau, calcule bazate pe ipoteze specifice FAO; 0 – date lipsă; **Acv.** – Acvacultură

Deși sturionii trăiesc doar în emisfera nordică, s-au dezvoltat tehnologii de creștere a acestora și în țări din America de sud, precum Argentina și Uruguay. Situația producției de sturioni (capturi și acvacultură) la nivelul țărilor din Asia se prezintă astfel:

Producția de sturioni, (capturi și acvacultură) realizată de țările din Asia (*prelucrare după FAO, 2017*)  
 Sturgeon production, (captures and aquaculture) realized by Asian countries (*processing after FAO, 2017*)

Țara	Categorია	Sursa UM (tone)	Anul							
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Armenia	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	200 F	460 F	550 F	830 F	1 636	2 000	2 931
Azerbaijan	Sturioni	Capturi	73	72	4	2	0	3	0	0
		Acv.	0	0	0	0	0	42	0	0
China	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	21862	21396	28723	35324	44211	55184	64652	75920
Cipru	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	0 0	1	2	1	6	0	1
Georgia	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	12 F	15 F	15 F	30 F	30 F	30 F	30 F
Iran	Sturioni	Capturi	225	178	130	94	80	68	56	41
		Acv.	0	20	343	251	312	456	564	650
Israel	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	15 F	25 F	30 F	30 F	30 F	30 F	30 F	30
Kazakhstan	Sturioni	Capturi	94	158	57	1	3	2	3	2
		Acv.	0	0	0	0	15	0	0	28
Arabia saudită	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	0	0	30	30 F	30 F	39	35
Turcia	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	0	0	0	0	0	0	17
Turmekistan	Sturioni	Capturi	5 F	5 F	5 F	5 F	5 F	5 F	5 F	5 F
		Acv.	0	0	0	0	0	0	0	0
Emiratele Arabe Unite	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	0	0	0	0	10 F	35 F	10 F
Vietnam	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	120 F	150 F	600 F	1000 F	1200 F	1200 F	1300 F
<b>Total capturi (tone)</b>			<b>397</b>	<b>413</b>	<b>196</b>	<b>102</b>	<b>88</b>	<b>78</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
<b>Total Acv. (tone)</b>			<b>21877</b>	<b>21773</b>	<b>29722</b>	<b>36802</b>	<b>46459</b>	<b>58624</b>	<b>68550</b>	<b>80952</b>
<b>Total general (tone)</b>			<b>22271</b>	<b>22186</b>	<b>29918</b>	<b>35904</b>	<b>46547</b>	<b>58702</b>	<b>68614</b>	<b>81000</b>

**Legendă:**

- F** - date estimate, sau calcule bazate pe ipoteze specifice FAO  
**0** - date lipsă  
**00** - date cu valoare mai mare de 0, dar mai mică decât jumătate de tonă  
**Acv.** - Acvacultură

În Europa situația producției de sturioni se prezintă astfel (tabelul 1.4):

Tabelul 1.4

Producția de sturioni, (capturi și acvacultură) realizată de țările din Europa  
(prelucrare după FAO, 2017)

Sturgeon production, (captures and aquaculture) realized by European countries  
(processing after FAO, 2017)

Țara	Categorია	Sursa UM (tone)	Anul							
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Austria	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	4	1	1	2	3	2	2	3
Belarus	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	36	66	65	107	98	71	99
Bulgaria	Sturioni	Capturi	00	00	0	1	0	0	0	0
		Acv.	197	110	245	449	301	323	294	277
Danemarca	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	1	0	0	1	0	2	1
Estonia	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	75	42	24	24	13	0	0	0
Franța	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	00	124	7	13
		Acv.	140	232	240	300 F	221	250 F	357	350 F
Germania	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	228	214	106	93	40	294	258	257
Grecia	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	0	0	0	0	0	0	43
Ungaria	Sturioni	Capturi	9	7	6	4	5	5	5	4
		Acv.	21	24	24	81	51	38	32	48
Italia	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	750	793	797	753	838	850 F	850 F	850 F
Letonia	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	22	30	11	11	19	28	35	54
Lituania	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	8	17	9	17	52	55	116	73
Macedonia	Sturioni	Capturi	00	00	0	5	0	0	0	0-
		Acv.	0	0	0	0	0	0	0	0
Moldova	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	0	0	0	0	0	80 F	80 F	100 F
Polonia	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	250	270	148	170	241	334	440	472
România	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	00	0	0	39	19	30 F	30 F	30 F
Rusia	Sturioni	Capturi	143	144	182	139	56	145	79	44
		Acv.	2 030	2 385	2 150	2 078	3 020	3 270	3 430	3 560
Serbia	Sturioni	Capturi	29	46	35	22	22	19	19	15
		Acv.	0	0	0	0	0	0	0	0
Slovacia	Sturioni	Capturi	1	00	00	00	00	00	00	00
		Acv.	0	0	0	0	0	0	0	0
Spania	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	2	1
		Acv.	94	254	34	91	67	90	93	35
Elveția	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acv.	2 F	2 F	5 F	5 F	10	15	22	22
Ucraina	Sturioni	Capturi	1	3	2	0	0	0	0	0
		Acv.	10 F	20 F	20 F	50 F	50 F	100 F	100 F	164
<b>Total capturi (tone)</b>			<b>183</b>	<b>200</b>	<b>225</b>	<b>171</b>	<b>83</b>	<b>293</b>	<b>112</b>	<b>77</b>
<b>Total acvacultură (tone)</b>			<b>3 831</b>	<b>4 431</b>	<b>3 880</b>	<b>4 227</b>	<b>5 053</b>	<b>5 858</b>	<b>6 212</b>	<b>6 438</b>
<b>Total general (tone)</b>			<b>4014</b>	<b>4631</b>	<b>4105</b>	<b>4398</b>	<b>5136</b>	<b>6151</b>	<b>6324</b>	<b>6515</b>

Legendă: F - date estimate, sau calcule bazate pe ipoteze specifice FAO

0 - date lipsă

00 - date cu valoare mai mare de 0, dar mai mică decât jumătate de tonă.

Acv. – Acvacultură

Cel mai mare producător, la nivel mondial, de sturioni este China, toată producția provenind din acvacultură. Urmată de Rusia, care are o producție însemnată provenită, atât din acvacultură cât și din capturi, apele naturale fiind încă bogate în sturioni.

De pe continentul European, Rusia este cel mai mare producător de sturioni, aceștia provenind atât din acvacultură cât și din capturi.

Din informațiile prezentate, situația producției, la nivel mondial, pentru perioada 2007-2014, se prezintă astfel:

- producția totală mondială este de 413.288 tone - fig. 1.1;
- producția mondială de sturioni provenită din capturi este de 4.500 tone - fig. 1.2;
- producția totală mondială de sturioni provenită din acvacultură este de 408.788 tone - fig. 1.2;
- producția totală de sturioni de pe continentul European, provenită din capturi este de 1344 tone;
- producția totală de sturioni de pe continentul European, provenită din acvacultură este de 39930 tone.

Principalele țări producătoare și care comercializează cantități semnificative de carne și icre de sturioni sunt China (347.272 tone), Rusia (21923 tone) și Armenia (8607 tone) - fig. 1.3.

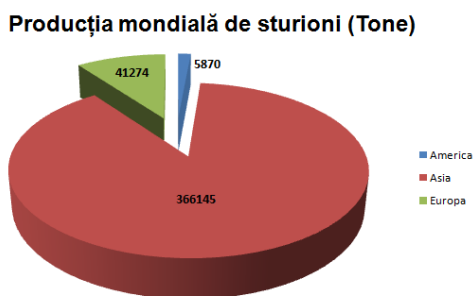


Fig. 1.1 Producția mondială de sturioni în perioada 2007-2014  
(Prelucreare după: FAO, 2017)

Fig. 1.1 Sturgeon productions at world level during period 2007-2014 (processing after FAO, 2017)

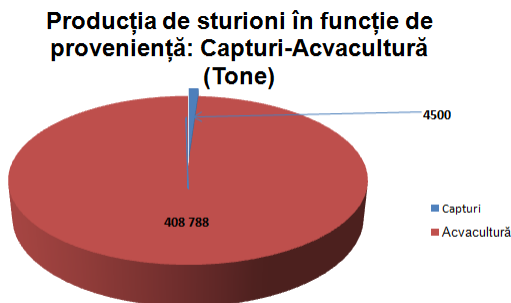


Fig. 1.2 Producția mondială de sturioni provenită din capturi versus acvacultură, în perioada 2007-2014  
(Prelucreare după: FAO, 2017)

Fig. 1.2 Sturgeon productions at world level from captures versus aquaculture during period 2007-2014 (processing after FAO, 2017)

### Principalele țări producătoare de sturioni (Tone)

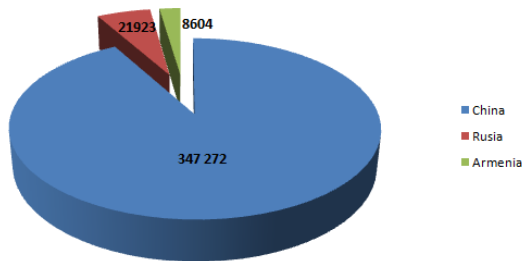


Fig. 1.3 Principalele țări producătoare de sturioni, corespunzător perioadei 2007-2014 (Prelucrare după: FAO, 2017)  
Fig. 1.3 Main sturgeon producers' countries, during period 2007-2014 (processing after FAO, 2017)

## 1.2. Importanța creșterii sturionilor în România

Primele încercări de reproducere artificială și de creștere dirijată a sturionilor în România au fost în anul 1955, când Manea și Mihai au obținut larve de păstrugă la Ferma Turețchi, Sfântul Gheorghe.

O altă fermă, specializată pentru producerea de sturioni, este construită, în anul 1956 în localitatea Litcov. Aici se produceau larve și puiet de păstrugă, nisetru, cegă și morun, pentru popularea Dunării.

Alte locații unde se produceau larve și puiet de sturioni în anii 60, au fost stația de reproducere artificială a sturionilor Gura Gîrliței și Ferma Cetate-Basarabi.

După anii 1990, instituții cu preocupări în creșterea de larve și puiet de sturioni au fost cele de cercetare în piscicultură de la Galați, Nucet și Iași, precum și unele firme cu capital privat.

Ideea introducerii speciei *Polyodon spathula*, ce face obiectul studiului, în acvacultura din România, a fost conturată în anii 1980, la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură, Nucet (Costache Mioara, 2004). Ideea a venit ca urmare a aclimatizării acestei specii în URSS, începând cu anii 1974.

În România, specia a fost aclimatizată în apele interne începând cu anul 1992, fiind parcată inițial în două stațiuni acvacoale, respectiv:

1. S.C. Acvares S.A. Iași, care a importat de la Stațiunea de Cercetare în Piscicultură, din Chișinău, un lot de 200 de exemplare cu vârsta de 2 și 4 ani, și 2000 exemplare puiet cu vârsta de 25 zile, în anii 1992 respectiv 1994 (Păsărin și colab., 2005);
2. S.C.P. Nucet, care a importat din SUA, anual, în perioada 1992-1999, între 5000-20000 exemplare larve.

Datorită calităților sale, *Polyodon spathula* a devenit o importantă specie de cultură. Încă de la introducerea sa în bazinele acvacoale din țară, producătorii din acvacultură au fost interesați de ecobiologia acestei specii, parametrii și randamentul de creștere, timpul în care specia poate să ajungă la greutatea optimă pentru vânzare. Conform statisticilor, anul 2002 a fost anul în care s-a reușit pentru prima dată reproducerea artificială a speciei. Datorită acestei reușite au fost livrate începând cu acel an larve și puiet predezvoltat atât către ferme piscicole din regiunea Moldova (SC Acvares SA Iași, SC Pirania SRL Botoșani,

SC Prodacva SRL Vaslui) cât și către restul țării. În prezent, în România există o piață, încă în formare, a cărnii de polyodon și poate, în timp, a icrelor negre obținute de la aceștia.

Situația cu privire la producția de sturioni din țara noastră ne este oferită de FAO, date corespunzătoare anilor 2007-2014 - Tabelul. 1.5

Tabelul 1.5

Producția de sturioni, (capturi și acvacultură) realizată în România (*după FAO, 2017*)  
Sturgeon production, (captures and aquaculture) realized in Romania (*after FAO, 2017*)

Țara	Categorია	Proveniență UM (tone)	Anul							
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
România	Sturioni	Capturi	0	0	0	0	0	0	0	0
		Acvacultură	0	0	0	39	19	30 F	30 F	30 F

**Legendă:** F- date estimate, sau calcule bazate pe ipoteze specifice FAO

Se poate observa că, datorită interzicerii totale a pescuitului la sturioni, captura corespunzătoare anilor luați în studiu este zero. Producția de sturioni din acvacultură este mică, raportată la alte state din Europa sau de pe glob, fiind oportună dezvoltarea acesteia.

Datele statistice repartizate pe familii, *Acipenseridae* și *Polyodontidae* sunt prezentate în tabelul următor (tabelul 1.6):

Tabelul 1.6

Producția de sturioni, repartizată pe familii (*Acipenseridae, Polyodontidae*) realizată în România (*prelucrare după FAO, 2017*)  
Sturgeon production, on families (*Acipenseridae, Polyodontidae*) realized in Romania (*processing after FAO, 2017*)

Țara	Categorია	Familia UM (tone)	Anul							
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
România	Sturioni	<i>Polyodontidae</i>	0	0	0	24	0	0	0	0
		<i>Acipenseridae</i>	0	0	0	14	19	30 F	30 F	30 F

**Legendă:** F- date estimate, sau calcule bazate pe ipoteze specifice FAO

Se poate observa că producția de polyodon a avut un vârf, corespunzător anului 2010, și apoi a stagnat, producția fiind nesemnificativă.

Având în vedere situația prezentată, este oportună dezvoltarea cercetărilor legate de reproducerea artificială a speciei *Polyodon spathula*, asociată creșterii ulterioare a tuturor categoriilor de vârstă și greutate.

### 1.3. SISTEME ȘI TEHNOLOGII DE CREȘTERE A SPECIEI *POLYODON SPATHULA*

Clasificarea sistemelor de creștere a speciei *Polyodon spathula* se poate face după mai multe criterii, astfel:

- după gradul de intensivizare a producției, corespunzător căreia, specia se poate crește în sistem intensiv, semi-intensiv și extensiv;
- după numărul de specii crescute, corespunzător căreia, specia se poate crește în monocultură și policultură;
- după tipul constructiv al bazinului, corespunzător căreia, specia se poate crește în iazuri, heleșteie, lacuri și acumulări, bazine de pământ, bazine de beton, bazine din fibră de sticlă.

Fiecare categorie de vârstă se poate crește într-unul sau cumulativ, în mai multe sisteme, în funcție de specificul locului de amplasare a fermei respective.

Au fost experimentate mai multe sisteme și tehnologii de creștere, cele mai folosite fiind cele în care larvele, în prima etapă, erau crescute extensiv, în bazine de pământ, îngrășate cu gunoi de grajd și bogate în zooplancton sau intensive, în căzi, de diferite forme și dimensiuni, folosindu-se furaje bogate proteic (Swingle 1965, p. 220-224; Mims și colab., 1991, p. 18-20; Onders și colab., 2011, p. 127-134).

Un alt sistem de creștere folosit în mod uzual în SUA, este cel în care polyodonul este crescut în policultură cu somnul de canal (*Ictalurus punctatus*), putându-se obține, în funcție de productivitatea naturală a bazinului, o producție suplimentară de 200-400 kg/ha (Onders și colab., 2001, p. 179-190).

Pentru producerea de icre negre, polyodonul era pescuit din apele naturale, din lacuri sau acumulări.

Acvacultura speciei s-a dezvoltat odată cu aclimatizarea acesteia în țări precum Rusia, China sau România, scopul fiind de creștere atât pentru carne cât și pentru icre negre, în policultură cu ciprinidele, în felul acesta, putându-se obține o producție suplimentară pe unitatea de suprafață (Mims și colab., 2009).

Motivat de faptul că specia *Polyodon spathula* a stârnit interesul acvaculturilor, există studii legate de acvacultura speciei efectuate încă din anii 1980, precum ale lui Michaelitz, 1982, p. 700-709, apoi Graham, 1986, p. 78-94; Mims și Clark 1994, p. 95-101; Onders, 2011, p. 127-134; Costache Mioara, 2004 și alții.

### 1.3.1. Tehnologiile de creștere a puietului în vara I

Creșterea puietului în vara I se poate face extensiv sau intensiv, în monocultură sau policultură, în bazine de pământ sau căzi și tancuri de diferite dimensiuni, construite din materiale diverse. Este recomandat ca bazinele, înainte de inundare să fie golite total și lăsate seci, pentru mineralizarea mătului, cel puțin 10 zile (Mims și colab., 1991, p. 18-20; Simeanu, 2012).

Tehnologiile americane de creștere a speciei, în primul an prevăd ca bazinele să fie inundate treptat, în decursul a 30 de zile, avantajul fiind dat de dezvoltarea accelerată a zooplanctonului în zonele proaspăt inundate, iar dezavantajul fiind că ploile ar putea deteriora digurile (Mims, Clark 1994, p. 95-101).

O atenție deosebită trebuie acordată fertilizării bazinelor, pentru a asigura necesarul de nutrienți, în scopul dezvoltării optime a populației de zooplancton. Hrana preferată de larvele și puietul de polyodon este reprezentată de *Cladocera* și *Copepode*, în special *Daphnia* și *Moina* (Michaelitz, 1982). Analizele făcute conținutului stomacal au reliefat faptul că acesta se hrănește și cu bentos (Stockard, 1907, p. 753-766).

Se presupune că polyodonul preferă dafniile, din cauză că sunt mai mari ca dimensiune și înoată încet, deci sunt mai ușor de capturat. Prin specificul hrănirii speciei, polyodonul, până când atinge 7-10 cm lungime, capturează în mod activ hrana, iar după această dimensiune, se hrănește pasiv, prin filtrarea apei, în acest fel el putând să captureze și copepodele care sunt înotătoare mai bune decât dafniile. Trecerea la hrănirea pasivă, prin filtrarea apei, corespunde cu vârsta de 30 de zile și apare datorită dezvoltării aparatului filtrator (Lebreton, 2004).

Experimente legate de fertilizarea cu îngrășăminte organice a bazinelor de creștere în vederea sporirii productivității piscicole naturale pentru creșterea polyodonului în primul an, au fost făcute de Semmens și Shelton, 1986, p. 103-113. Aceștia au folosit tărâțe de orez, 200 kg/ha și gunoi de pasăre, 100 kg/ha, săptămânal, în funcție de concentrația oxigenului solvit din apă. În România, fertilizarea bazinelor pentru creșterea polyodonului, se face folosind gunoi de grajd în cantități de 5000-10000 kg/ha.

Popularea bazinelor cu larve se face după ce acestea elimină dopul intestinal și trec la hrănirea activă, corespunzătoare cu vârsta de 7-9 zile. Există informații cu diferite formule de populare, cu 20-60 mii de exemplare pe hectar, în monocultură, supraviețuirea încadrându-se între 20-50%.

SCDP Nucet recomandă popularea cu 8000-15000 larve polyodon/ha, și 200-400 exemplare/ha de *Ctenopharygodon idella* de un an sau 10 exemplare/ha de 5-6 ani, pentru controlul vegetației submerse. Supraviețuirea în acest caz poate ajunge și până la 90%, depinzând de dezvoltarea zooplanctonului, calitatea apei și de prădători.

În primul an de viață, specia este foarte sensibilă la accesul față de hrană, de aceea trebuie asigurată o densitate mare de organisme zooplanctonice pe m<sup>3</sup> de apă. Dacă hrana este îndestulătoare, aceasta are o creștere rapidă, putând ajunge și la 2-4 mm/zi (Michaletz și colab., 1982, p. 700-709).

Pe tot parcursul creșterii în vara I a speciei *Polyodon spathula*, bazinele trebuie monitorizate și supravegheate permanent. Oxigenul solvit trebuie măsurat permanent, și nu trebuie să scadă sub 4 mg/l. O atenție deosebită trebuie acordată macrofitelor acvatice și algelor filamentoase, deoarece dezvoltarea în exces a acestora poate duce la formarea unor capcane în care aceștia se pot prinde în timp ce înoată.

Temperatura care asigură dezvoltarea normală a speciei este situată între 18° C -26 ° C (Rosen și Hales, 1981, p. 441-445).

Creșterea intensivă în vara I, în căzi și tancuri, a fost experimentată de către Purket, 1961, p. 31-33, Russell, 1982, p. 11-13; Coadă, 2012. Cercetările au arătat că polyodonul poate fi crescut în căzi și tancuri și poate fi hrănit cu furaje suplimentare, cu un procent de proteină ridicat.

Din experimentele făcute de Coadă, 2012, reiese că larvele de polyodon își pot schimba comportamentul de hrănire, trecând de la consumul hranei din masa apei la cel de pe fundul bazinului. În urma experimentelor cercetătorul a observat că unele larve înotau deasupra hranei căzute pe fundul bazinului, formau mici turbioane ce ridicau granulele, după care le ingerau, iar altele „răzuiau” fundul bazinului pentru a consuma furajul.

Pe măsură ce larvele încep să consume hrana suplimentară, cantitatea de zooplancton este redusă, și administrată doar sporadic. Supraviețuirea în cadrul acestui experiment a fost de 50%, după 30 de zile.

Principalele probleme întâlnite au fost „afișarea rostrului” și scurtarea cozii. Practic, polyodonul, în cazul afișării rostrului, înoată cu acesta în afara suprafeței apei, nu se mai hrănește și moare. Afișarea rostrului și scurtarea cozii sunt manifestări ale supraaglomerării, ce dispar dacă puietul este transferat în incinte de creștere mai mari (Scarnecchia, 1997, p. 795-799).

La sfârșitul perioadei de creștere, supraviețuirea a fost între 34-42%, iar puii au avut lungimea de 25 cm. Pescuitul puietului se face foarte ușor, cu năvodul, cu apa la nivel

normal sau redusă la drenor. O atenție deosebită trebuie acordată manipulării acestora, fiind foarte sensibili.

Greutatea finală la care poate să ajungă polyodonul, după primul an, variază în funcție de condițiile de creștere, și se încadrează între 100-500 g/expl. Producțiile realizate la hectar în cazul creșterii extensive, poate varia între 200-600 kg/ha.

Rezistența la îmbolnăvire este destul de mare, bolile nefiind un factor major al pierderilor numerice. Cele mai frecvente îmbolnăviri sunt însă provocate de paraziți externi precum *Lerne*, *Trichodina* și *Costia*.

### 1.3.2. Tehnologia de creștere în vara a II-a și III-a

Tehnologia de creștere în vara a II-a și a III-a este asemănătoare, specia se poate crește în policultură cu ciprinide autohtone (crap), ciprinide asiatice (sânger, cosaș) și unele specii răpitoare (sommn, șalău, știucă). Conform datelor din literatura de specialitate, nu este recomandată creșterea polyodonului cu novacul (*Aristichtys nobilis*), cu crapul de o vară (*Cyprinus carpio*) sau carasul (*Carassius gibelio*), deoarece aceste specii au același spectru nutritiv. Densitățile de populare pot varia, în funcție de celelalte specii folosite în formula de populare și sunt cuprinse între 100-300 exemplare/ha. Se pot obține producții suplimentare de 400-500 kg/ha. Supraviețuirea, în cazul creșterii în vara a II-a și a III-a, de obicei este cuprinsă între 85-95%. Un exemplu de formulă de populare este redat în tabelul 1.7:

Tabelul 1.7

Exemplu de formulă de populare a speciei *Polyodon spathula* în policultură cu alte specii (după Costache Mioara, 2004)

Example of populating formula for *Polyodon spathula* in poly-culture with other breeds (after Costache Mioara, 2004)

Specia și vârsta	Densitate (expl./ha)	Greutate medie la populare (g/expl.)	Supraviețuire (%)	Greutate medie la recoltare (g/expl.)	Producție (Kg/ha)
Crap 2-2+	1 000	400	90	1 500	1350
Sânger 2-2+	500	500	95	1 500	712
Cosaș 2-2+	200	300	90	1 500	270
Polyodon 1+	300	300	85	2 500	637
Știucă 0+	200	-	-	-	18
<b>Total</b>	<b>2200</b>	-	-	-	<b>2987</b>

În vara a II-a, polyodonul, în condiții normale de creștere, poate ajunge la greutatea de 2 500 g/expl., iar în vara a III-a la 5 000 g/expl. Datorită dimensiunilor mari la care ajung relativ repede, în vara a II-a și a III-a, fac ca aceștia să nu mai fie vulnerabili la atacul păsărilor prădătoare. Având în vedere sporul de creștere foarte ridicat, net superior crapului sau altor ciprinide, acesta se poate comercializa încă din vara a II-a

## 2. CARACTERIZAREA GENERALĂ A SPECIEI *POLYODON SPATHULA*

### 2. GENERAL CHARACTERIZATION OF *POLYODON SPATHULA* BREED

#### 2.1. ÎNCADRAREA SISTEMATICĂ A SPECIEI

Specia *Polyodon spathula* aparține familiei *Polyodontidae*, ordinului *Acipenseriformes*, supraordinul *Chondrostei*, subclasa *Actinopterygii*, clasa *Osteichthyes*. În anul 1772 Walbaum a denumit pentru prima dată polyodonul *Squalus spathula*, inițial fiind considerat un rechin (Berra, 2001). În 1797 Lacepede a revizuit această specie în genul *Polyodon* (Vasetskiy, 1971, p. 18-31).

Încadrarea sistematică a speciei *Polyodon spathula*:

Regnul: *Animalia* (Linnaeus, 1758)

Încregătura: *Vertebrata*

Subîncregătura: *Gnathostomata*

Supraclasa: *Pisces*

Clasa: *Osteichthyes* (Goodrich, 1909)

Subclasa: *Actinopterygii* (Cope, 1871)

Supraordinul: *Chondrostei*

Ordinul: *Acipenseriformes* (Berg, 1940)

Familia: *Polyodontidae* (Bonaparte, 1838)

Gen: *Polyodon* (Lacepede, 1792)

Specia: *spathula*

Denumire științifică: *Polyodon spathula* (Walbaum, 1792) (fig. 2.1).

Denumire populară: poliodon, lopătar



Fig. 2.1 Exemplar matur de *Polyodon spathula* (foto original)

Fig. 2.1 *Polyodon spathula* mature individual (original photo)

Toți sturionii aparțin ordinului *Acipenseriformes* care este divizat în două familii: *Acipenseridele* și *Polyodontidele* (Berg, 1940).

Familia *Polyodontidae* este împărțită în două subfamilii:

*Paleopsephurinae* (Grande și Bemis, 1991), reprezentată de două specii: *Paleopsephurus wilsoni* și *Protopsephurus liui*, ambele dispărute

*Polyodontidae* (Grande și Bemis, 1991), reprezentată de *Crossopholis magnicaudatus*, *Polyodon spathula* (Walbaum, 1792), *Psephurus gladius* (Martens, 1862). *Polyodon spathula* și *Psephurus gladius* sunt singurii supraviețuitori ai familiei *Polyodontidae*. *Protopsephurus liui*, *Paleopsephurus wilsoni* și *Crossopholis magnicaudatus* au dispărut.

Celălalt reprezentant al familiei *Polyodontidae*, Genul *Psephurus* (Grenbert, 1873), specia *Psephurus gladius* (Martens, 1862) are regim de hrănire ihtiofag și trăiește în Asia, în bazinul hidrografic al râului Yang-tze. Originea acestor specii este comună, dar ele au evoluat diferit, în urma separării plăcilor tectonice americană și asiatică, în urmă cu 30 milioane de ani, perioadă ce corespunde Cretacului (Mims, 1994, p. 95-101). Popular polyodonului i s-au atribuit diferite denumiri în funcție de țară și regiune: România: poliodon, lopătar, peștele cu cioc de rață, nisetru cu spathulă, Rusia: veslonos, Spania: pez esp, Cehia: veslonos americk, Grecia: polyodontas, Portugalia: peixe-esp. Polyodonul, se încadrează, din punct de vedere genetic, al cariotipului, în grupa tetraploidă, cu 120 de cromozomi, la fel ca și genurile *Huso*, *Scaphirynchus*, *Pseudoscaphirhynchus* și câteva ale genului *Acipenser*, fiind considerat o fosilă vie (Acton, 1971. p. 6770-6769).

## 2.2. RĂSPÂNDIREA GEOGRAFICĂ

Distribuția geografică a polyodonului respectă specificitatea celorlalți sturioni, aceștia găsindu-se în marea lor majoritate în emisfera nordică a Pământului fig. 2.2. *Polyodon spathula* este o specie de sturion nord american, arealul natural al speciei fiind constituit de bazinul hidrografic al fluviului Mississippi, din zona Marilor Lacuri și până în Florida (Burr, 1980, p. 45-46) fig.2.3.

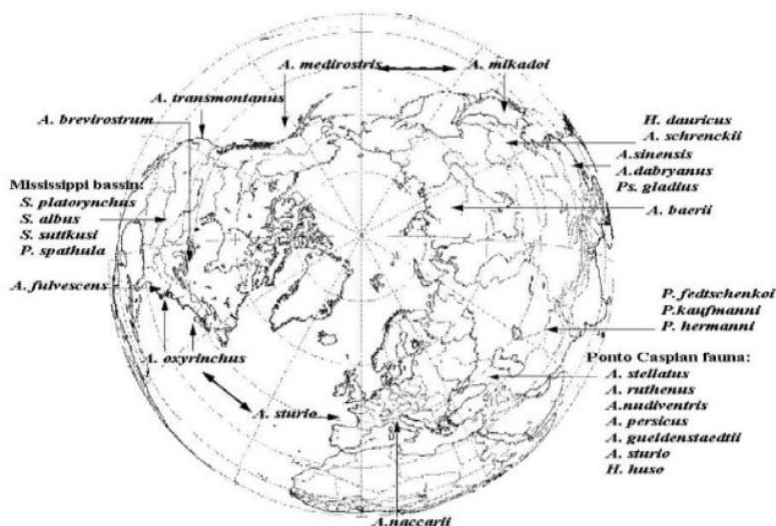


Fig. 2.2 Distribuția geografică a *Acipenseriformelor* (după Billard, 2009, p. 278-304)

Fig. 2.2 Geographical distribution of *Acipenseriformes* (after Billard, 2009, p. 278-304)

În trecut, specia era întâlnită chiar și în Marile Lacuri și Canada, dar în timp arealul de răspândire a acesteia s-a redus și a dispărut din aceste zone (Gengerke, 1986, p. 22-35, Graham, 1997, p. 279-289).

În momentul de față, polyodonul se găsește pe teritoriul a 22 de state din SUA, în râuri cu viteză a apei lentă și în lacurile asociate bazinului hidrografic al râului Mississippi (Alexei și colab., 2014, p. 14-201).

Aria de răspândire cuprinde Râurile Missouri și Yellowstone în nord-vest, Ohio și Allegheny, în nord-est, de la izvoarele Râului Mississippi și până la gura acestuia de

vărsare, și de la Râul San Jacinto, în sud-vest, până la Râul Tombigbee și Alabama în sud-est (Jennings și Zigler, 2000, p.167-181; Alexei și colab., 2014, p. 14-201).

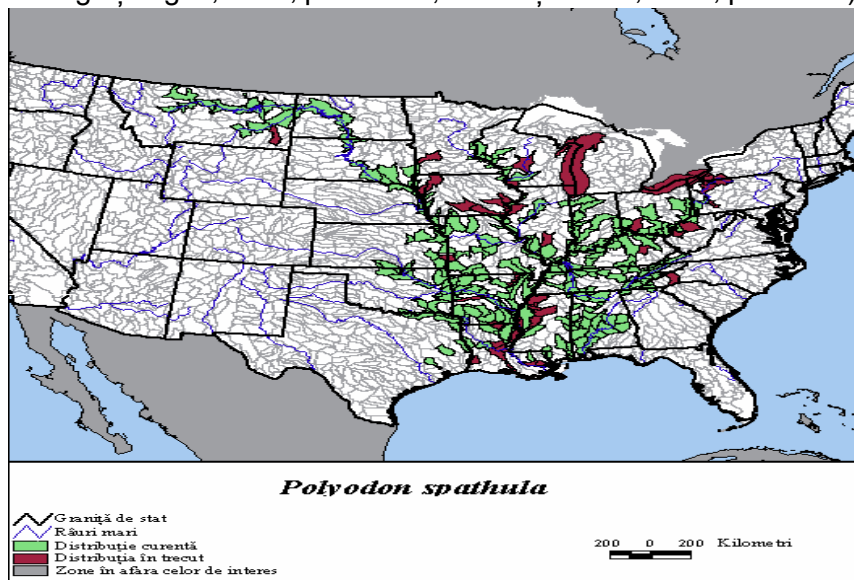


Fig. 2.3 Distribuția speciei în arealul ocupat (Sursa: [www.explorer.natureserve.org](http://www.explorer.natureserve.org))  
 Fig. 2.3 Distribution of breed in the occupied area (source: [www.explorer.natureserve.org](http://www.explorer.natureserve.org))

Specia este importantă în America de nord, mai ales datorită icrelor negre pe care le produce dar și pentru pescuitul sportiv. Inițial specia era pescuită pentru carnea sa iar începând cu anii 1800 a crescut și importanța dată de icrele negre (Jennings și Zigler, 2000, p. 167-191).

Datele oficiale arată că stocurile de polyodon în arealul natural au scăzut sau au un trend descrescător, datorită pescuitului excesiv și degradării condițiilor de mediu (Scholten, 2009).

Construcția de baraje, ce a dus la blocarea migrației în vederea reproducerii, poluarea, distrugerea locurilor de reproducere, construcția canalelor de irigații, au dus la dispariția unor stocuri de polyodon din aria lor de răspândire (Graham, 1997, p. 279-289; Mims 2001, p. 391-398). Aria largă de răspândire a speciei, în special latitudinal (nord-sud), indică o mare adaptabilitate la variate condiții de mediu și biotop. Specia s-a adaptat atât la condițiile fluviale cât și cele lacustre (Alexei și colab., 2014, p. 14-201).

Numeroase studii arată că, polyodonul, este un pește cu o mobilitate destul de mare, migrând în aval sau în amonte, în râul unde trăiește, chiar și sute de kilometri, iar migrarea, nu are întotdeauna legătură cu sezonul de reproducere (Stockard, 1907, Rosen, 1976, p. 753-766; Myers și colab., 1994, p. 191-205; Pracheil și colab., 2012).

Datorită adaptabilității la diferite condiții de mediu, a creșterii rapide, a calității cărnii și a icrelor, comparabile cu cele de morun și nisetru, specia a fost aclimatizată și în alte țări precum Rusia, China, Ucraina, Moldova, România, Bulgaria și Ungaria.

### 2.3. BIOLOGIA SPECIEI

Sturionii sunt animale acvatice vertebrate, preistorice, specia *Polyodon spathula* fiind considerată și ea primitivă, caracterizată prin schelet cartilaginos, valvulă spirală,

specifică *Acipenseriformelor* și rostru specific (Mims S.D. și Shelton W.L., 2005, p. 227-249, cit. de Simeanu Cristina, 2012).

Talia este mare, are o prelungire a corpului numită rostru, ce reprezintă aproximativ 30 % din lungimea corpului, de forma unei vâsle (Mims, 2005, p. 227-249). Au fost capturate exemplare care la vârsta de 30 de ani aveau 2,5 m lungime și 70-80 de kg, masculii fiind, în general, mai lungi decât femelele. Ritmul de creștere este rapid, atât în condiții naturale cât și controlate, dacă resursele sunt suficiente (Păsărin și colab., 2005). Rolul rostrului nu este cunoscut încă pe deplin, după unii autori acesta ar servi la detectarea concentrațiilor mari de hrană, datorită numărului mare de receptori și electro-receptori răspândiți pe suprafața acestuia, după alții acesta ar servi la dislocarea detritusului, în vederea hrănirii cu acesta. Totuși, s-a demonstrat că rostrul nu este esențial, găsindu-se exemplare care aveau rostrul porționat sau lipsind în totalitate și care totuși aveau aceeași greutate cu ceilalți (Russel, 1986, p. 2-20), ceea ce înseamnă că s-au hrănit la fel de activ.

Pielea este netedă, culoarea este variată, de la gri până la negru pe flancuri și alb cenușiu dorsal. Nu prezintă scuturi osoase specifice sturionilor, nici solzi, cu excepția unor formațiuni mici prezente de-a lungul liniei laterale, la baza dorsalei sau a pectoralelor (Costache Mioara, 2004).

La fel ca și ceilalți sturioni, scheletul este cartilaginos, mai puțin câteva piese osoase situate la nivelul craniului.

Corpul este alungit, înalt și gros în zona abdominală anterioară. Profilul dorsal este o linie ușor concavă de la baza rostrului și până la baza caudalei. Gura este situată ventral, mare și expansivă. Ochii, mici, sunt amplasați la baza rostrului, acuitatea vizuală fiind destul de scăzută (Wagner, 1904, p. 554-555; Danfort, 1912, p. 409-454, Nicolskii, 1961; Willis, 1993; Costache, 2008). Operculele, mari, sunt completate de o formațiune tegumentară elastică.

Culoarea, în funcție de calitatea apei și a hranei, este gri, în general, cu diferite nuanțe, până la negru în zona dorsală și alb-cenușiu în zona abdominală

Aparatul branhial este bine dezvoltat, caracteristic peștilor planctonofagi. Suprafața de filtrare este de cca 2 ori mai mare decât la exemplare de aceeași talie din specia *Aristichthys nobilis* (Cuvinciuc, 2002; Simeanu Cristina, 2011). Prezintă o serie de muguri gustativi în cavitatea buco-faringiană și pe arcurile branhiale, cu rol în selectarea organismelor.

Vezica înotoătoare este unicamerală și comunică cu tubul digestiv, la capătul anterior al acestuia (Eddy, 1929, p. 59-69; Costache, 2008). Tubul digestiv prezintă valvulă spirală specifică *Acipenseriformelor* (Weisel, 1973, citat de Costache Mioara, 2004) și este specializat pentru filtrarea și utilizarea zooplanctonului din apă. Filtrarea unui volum mare de apă este asigurată de gura cu deschidere mare, de posibilitatea expansiunii cavității buco-faringiene și de spinii branhiali numeroși și lungi, de pe suprafața arcurilor branhiale (Moor, 1998).

Hrana este reprezentată de organisme planctonice: zooplancton, larve de insecte, insecte acvatice. Consumul de detritus se datorează în principal suspensiilor din râuri, deci este pasiv. În zone din bazine cu aglomerări de zooplancton, polyodonul execută mișcări specifice ce antrenează zooplanctonul înspre gura, în acest caz hrănirea fiind selectivă (Drener, 1978; Crance, 1987; Rosen, 1981, p. 441-474; Costache, 2008). Faptul că este

o specie de importanță economică certă rezultă din dimensiunile pe care acesta le atinge, astfel: la 1 an are 50-70 cm lungime și poate ajunge la 1 kg greutate corporală, la 2 ani are 90-100 cm și 2-3 kg, la 10-15 ani 180-220 cm și 60-80 kg.

*Polyodon spathula* este o specie cu o longevitate destul de mare, raportându-se la capturarea de exemplare cu vârste între 23-55 de ani (Purkett, 1961, p. 31-33; Robinson, 1966, p. 33-44; Scarnecchia, 1996, p. 872-879; Runstrom, 2001 p. 546-556; , Alexei și colab., 2014, p. 14-201). Determinarea vârstei se poate face după otolite și oasele dentare (Adams, 1942, p. 617-630; Steven și colab. 1995; Costache, 2008).

### 2.3.1. Morfologia externă a speciei *Polyodon spathula*

Structural, corpul polyodonului este alcătuit din trei regiuni anatomice specifice, respectiv: cap, trunchi și coadă - fig.2.4.

Studii cu privire la anatomia sturionilor au fost făcute de Cărăușu, 1952; Feider, 1976; Ceucă, 1983; Bura și Grozea, 1995, p. 21-25; Cristina și Radu Muscalu, 2009.

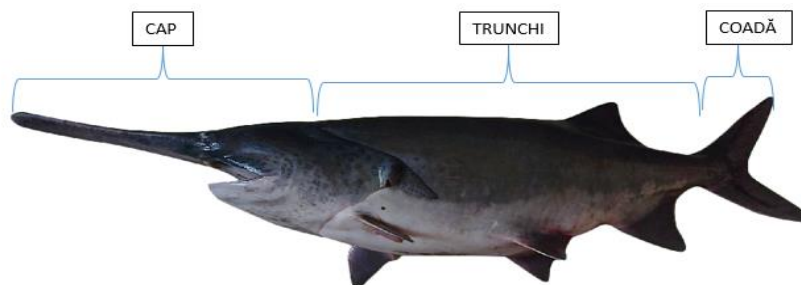


Fig. 2.4 Anatomia externă a speciei *Polyodon spathula* (foto original)

Fig. 2.4 External anatomy of *Polyodon spathula* breed (original photo)

Morfologia externă a speciei este prezentată în fig. 2.5

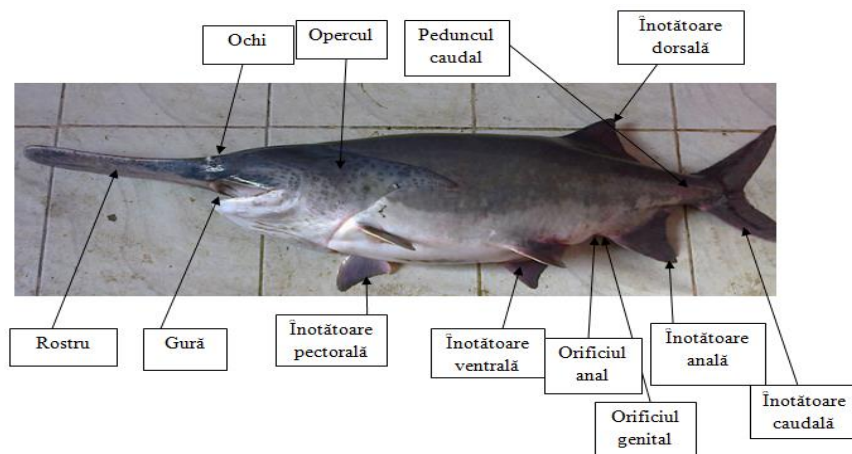


Fig. 2.5 Morfologia externă a speciei *Polyodon spathula* (foto original)

Fig. 2.5 External morphology of *Polyodon spathula* breed (original photo)

Maturitatea sexuală este atinsă, de către masculi, la 7-8 ani și la 10-13 ani de femele (Mims, 2005, p. 227-249). Ovocitele se maturează greu, timpul necesar fiind mai mare de

un an, de aceea femelele se reproduc odată la 2-3 ani. Masculii, odată ajunși la maturitate sexuală, se pot reproduce în fiecare an, timpul necesar dezvoltării spermatozoizilor fiind mai mic de un an (Graham, 1986, p. 78-94; Simeanu Cristina 2012).

Specia are un ritm rapid de creștere, mai accelerat în primul an, ritm care depinde foarte mult de abundența și disponibilitatea hranei. Există studii conform cărora creșterea polyodonului are loc și iarna (Pasch, 1980, p. 157-167; Costache Mioara, 2004).

În mediul natural, lungimea corpului poate ajunge la 65-85 cm, depinzând de abundența hranei (Houser, 1959, p. 50-52). De obicei, creșteri mai rapide s-au înregistrat la populațiile de polyodon din lacuri, unde hrana era mai abundentă, față de cele din râuri (Southall, 1984, p. 125-131).

Conform datelor din literatura de specialitate confruntată, în acvacultura din România, specia are un ritm de creștere foarte bun, superior crapului și ciprinidelor asiatice, putând ajunge la greutatea de 100-750 g/expl. în primul an de viață, 1000-2500 g/expl. în al doilea și 3000-5000 g/exemplar în al treilea, ceea ce-l face pretabil pentru comercializare încă din anul al doilea de viață (Barbacariu, 2015, p.106 -111).

### 2.3.2. Anatomia internă a speciei *Polyodon spathula*

Sturionii au un aparat digestiv specific, tipic carnivorelor primitive. Lungimea totală a aparatului digestiv este mică (70-100% din lungimea corpului), fiind constituită din cavitatea bucală, faringe, esofag, stomac, cecumuri pilorice, intestin anterior, intestin posterior și rect (Buddington și Christofferson 1985; Singer și Ballantyne, 2004 citați de Simeanu Cristina, 2012).

Tubul digestiv, ca origine, este considerat o diferențiere a doudemului, doar cele două extremități ale acestuia (gura și anusul), fiind considerate de origine ectodermică și fiind îmbrăcate de un epiteliu ectodermic denumit „stomodaeum și proctodaeum” (Muscalu Cristina, Muscalu R., 2009).

Cavitatea bucală a speciei *Polyodon spathula* este mare și expansivă, adaptată la hrănirea prin filtrare. Limba și glandele salivare lipsesc.

Cavitatea bucală, la exemplarele studiate, nu prezintă diferențe anatomice sau de altă natură. Cea mai mare parte a acesteia este destinată filtrării apei cu scopul hrănirii și respirației. Pe faringe - fig. 2.6, sunt situate arcurile branhiale. În această regiune se găsesc și glandele endocrine: tiroida și timusul.



Fig. 2.6 Faringele la specia *Polyodon spathula* (foto original)  
Fig. 2.6 Pharynx of *Polyodon spathula* breed (original photo)

Esofagul este un tub scurt, larg și care se deosebește foarte puțin de stomac. Pereții sunt alcătuiți din mușchi striati, care permit acestuia să-și modifice volumul în funcție de cantitatea de hrană ingerată.

Stomacul - fig. 2.7, reprezintă o dilatație a intestinului anterior. În stomac există o curbura cu ramuri, una descendentă ce pornește din esofag și una ascendentă ce comunică cu intestinul mediu.

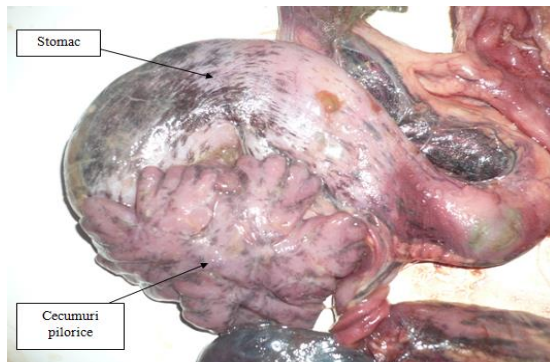


Fig. 2.7 Stomacul la specia *Polyodon spathula* (foto original)  
 Fig. 2.7 Stomach of *Polyodon spathula* breed (original photo)

Cecumurile pilorice - fig. 2.8, au rolul de a mări suprafața de absorbție a substanțelor nutritive. Acestea se află situate între orificiul piloric al stomacului și intestinul anterior. Cecumurile pilorice apar sub forma unor curbură în care se deschid trei apendice pilorice.

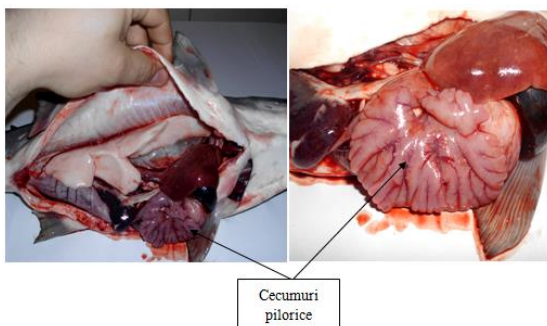


Fig. 2.8 Cecumuri pilorice la specia *Polyodon spathula* (foto original)  
 Fig. 2.8 Pyloric caeca of *Polyodon spathula* breed (original photo)

Intestinul, pe peretele intern, are o cută sub forma unei spirale și formează o formațiune specifică sturionilor, denumită, valvulă spirală (Norman, 1975).

La sturioni, numărul de răsări făcute de această spirală este de 7-8 (Cărăușu, 1952). Valvula spirală, mărește suprafața de absorbție și lungeste parcursul hranei ingerate, deci eficientizează digestia.

Ficatul - fig. 2.9, este una din glandele anexe ale aparatului digestiv. Glanda este voluminoasă, bilobată, și se situează în vecinătatea inimii (Stăncioiu, 1976). Capilarele biliare formează ductul hepatic prin unirea între ele și se varsă în vezica biliară (Lagler, 1977). Rolul bilei ce se varsă în intestin este de a emulsiona grăsimile, aceasta realizându-se deoarece conține pigmenți biliari și colesterolă.

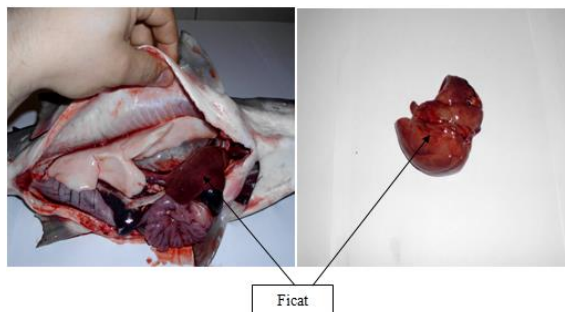


Fig. 2.9 Ficatul la specia *Polyodon spathula* (foto original)  
 Fig. 2.9 Liver of *Polyodon spathula* breed (original photo)

Pancreasul este un organ ce are rolul de a secreta insulina. Insulina este implicată și în metabolismul energetic. Buddington și colab., 1985, afirmă că „pancreasul este un organ difuz, ce se regăsește în diferite țesuturi din cavitatea abdominală”.

La pești, respirația se realizează prin branhiile ce alcătuiesc aparatul respirator și care are o funcționare continuă. Branhiile - fig. 2.10, sunt poziționate în cavitatea branhială. Specia *Polyodon spathula* prezintă o particularitate, respectiv, pentru a respira, este nevoită să înoate cu gura deschisă, apa traversându-i forțat branhiile și permițând efectuarea schimbului gazos. Din acest motiv peștele este obligat să înoate permanent. Acest lucru este evidențiat de absența valvei bucale și a imposibilității de a închide complet gura (Bemis și colab., 1997, p. 167-193).

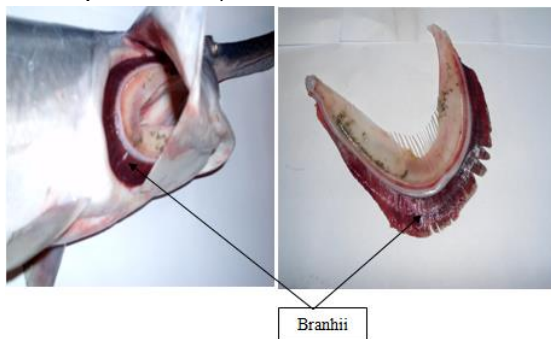


Fig. 2.10 Branhiile la specia *Polyodon spathula* (foto original)  
 Fig. 2.10 Gills of *Polyodon spathula* breed (original photo)

La pești, aparatul circulator este format din inimă - fig. 2.11 și vase sanguine. Inima este situată în cavitatea generală, imediat după arcurile branhiale, deasupra înotătoarelor pectorale. Aceasta este bicamerală, formată dintr-un atriu, ce primește sângele din corp, printr-un sinus, și un ventricul, cu rolul de a pompa sângele la branhiile și în tot corpul (Bura, 2006, Muscalu Cristina, Muscalu R., 2009). Sturionilor le este specifică o formațiune contractilă, musculară, denumită con arterial, ce este prevăzută cu o multitudine de valvule și care este foarte bine dezvoltată (Cărăușu, 1952).

Sistemul excretor este de tip primitiv, fiind reprezentat de tuburi nefidiene, tuburi care se deschid în două canale longitudinale, situate în regiunea posterioară a intestinului sau direct în afara corpului, printr-un orificiu excretor de tip papilă (Cărăușu, 1952).



Fig. 2.11 Inima la specia *Polyodon spathula* (foto original)

Fig. 2.11 Heart of *Polyodon spathula* breed (original photo)

Sistemul nervos al peștilor este împărțit în sistemul nervos central, format din creier și măduva spinării și sistemul nervos periferic, din care fac parte nervii ce fac legătura dintre cele două sisteme și restul corpului.

Encefalul este mic, raportat la mărimea corpului și ocupă un volum restrâns în cutia craniană, ocupată în cea mai mare parte de țesut adipos (Bura și colab., 1997 cit. de Muscalu Cristina și Muscalu, R., 2009).

La sturioni, encefalul se caracterizează prin reducerea platformei teleencefalului la o simplă lamelă epitelială lipsită de țesut nervos (Cărăușu, 1952). Acesta nu este divizat în emisfere, însă posterior, se găsesc două formațiuni bulbare ce poartă denumirea de bulbi olfactivi (Bura și colab., 1997).

Mezencefalul, reprezentat de tubercule biogene este foarte dezvoltat față de telencefalul și reprezentat de tubercule biogene (Muscalu Cristina și Muscalu R., 2009). Mezencefalul este centrul de corelație al senzațiilor statice și luminoase deci este centrul vizual primar (Bura și colab., 1997).

Sturionii au un schelet cartilagin, cu excepția craniului, care prezintă și formațiuni osoase. Rolul acestuia este de susținere a corpului. Scheletul - fig. 2.12, este alcătuit din: scheletul craniului; coloana vertebrală; scheletul centurilor și cel al înotătoarelor.

Craniul are în alcătuire o armură osoasă densă, formată dintr-o serie de plăci separate și simetrice, sub care se găsește țesut de tip cartilagin, care este specific rechinilor (Norman, 1975 cit. de Muscalu Cristina și Muscalu R., 2009).



Fig. 2.12 Scheletul la specia *Polyodon spathula* (sursa: [www.fishesoftexas.org](http://www.fishesoftexas.org))

Fig. 2.12 Skeleton of *Polyodon spathula* breed (source: [www.fishesoftexas.org](http://www.fishesoftexas.org))

Sistemul muscular al sturionilor este simplu, format din doi mușchi, lungi, ce se întind pe toată lungimea corpului, pe laturile acestuia, până la coadă. Mușchii sunt metamerizați în formațiuni ce poartă numele de miotome sau miomere - fig. 2.13.

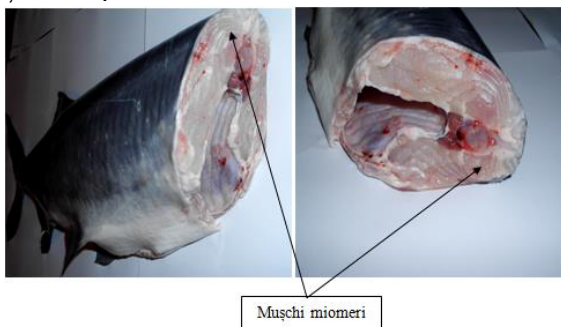


Fig. 2.13 Secțiune prin mușchii miomeri (foto original)  
 Fig. 2.13 Section through myomer muscles (original photo)

Sistemul electro receptor este sistemul senzorial predominant la polyodon. Organele sensibile ale unui asemenea sistem sunt cunoscute sub denumirea de organe ampulare și se întâlnesc la sturioni dar și la amfibieni, pești cu plămâni și polipteride (Simeanu Cristina, 2012).

Organele ampulare ale polyodonului se găsesc cu precădere pe cioc/spatulă dar și pe obraz și flapsul opercular. Un specimen matur are aproximativ 70 000 de organe ampulare (Nachtrieb, 1912, citat de Birstein, 1997; Mims și Shelton, 2005, p. 227-249).

Ciocul cu electro-receptori funcționează ca o antenă senzorială pentru detectarea hranei planctonice, dar are rol și în detectarea și evitarea obstacolelor (Gurgens și colab., 2000, p. 277-290). În urma unor experimente desfășurate în condiții de obscuritate, s-a demonstrat că polyodonul poate captura eficient zooplanctonul, până la distanțe de 8-9 cm de rostru (Wilkens și colab., 1997, p. 399-407).

Aparatul reproducător este reprezentat de glandele genitale (gonade). Aparatul reproducător mascul este reprezentat de testicul și conducte seminale. Testiculele - fig. 2.14, au rolul de a forma gameții masculi numiți spermatozoizi. La sturioni testiculele sunt perechi, lungi (ocupă aproape toată lungimea cavității generale) și asimetrici, testiculul stâng fiind mai dezvoltat.



Fig. 2.14 Testicule mature (de la un mascul cu vârsta de 10 ani) la specia *Polyodon spathula* (foto original)  
 Fig. 2.14 Mature testicles (from a male with age of 10 years) at *Polyodon spathula* breed (original photo)

La specia *Polyodon spathula*, ca și la celelalte specii de sturioni, există o perioadă „indiferentă” de dezvoltare a gonadelor (Păsărin, 2004). La sfârșitul acestei perioade, gonadele se prezintă ca două fire de-a lungul cavității abdominale ce se unesc la orificiul anal. Paralel cu creșterea gonadei are loc dezvoltarea conductelor seminale (Costache Mioara, 2004). La vârsta de 150-160 zile apare, la puii de *Polyodon spathula*, pe mijlocul gonadei, un „șanț-brazdă”. În acest timp, se modifică structura gonadei, de-a lungul brazdei și perpendicular pe aceasta se formează „plăcile bazale”, din care se formează ovocitele. Absența „șanțului-brazdă” în mijlocul gonadei la această perioadă ne indică faptul că gonada se transformă în testicul (Costache Mioara, 2004).

Conductele ce pornesc de la testicule se deschid în canalul Wolff, prin intermediul canaliculilor urinari. Rinichiul, prin nefronii părților craniană și mijlocie, îndeplinește atât o funcție urinară cât și genitală (elaborează urina și transportă spermatozoizii) (Păsărin, 2004). Canalul Wolff este un canal cu rol uro-genital.

Aparatul reproducător femel este reprezentat de ovare și oviducte. Ovarele sunt învelite de o capsulă conjunctivă, sub care se dispune un strat gros de țesut conjunctiv alcătuit din numeroase fibre de collagen, fibroblaste (Muscalu Cristina și Muscalu R., 2009). Sub albuminee se dispune parenchimul ovarian ce este format din foliculi ovarieni primordiali.

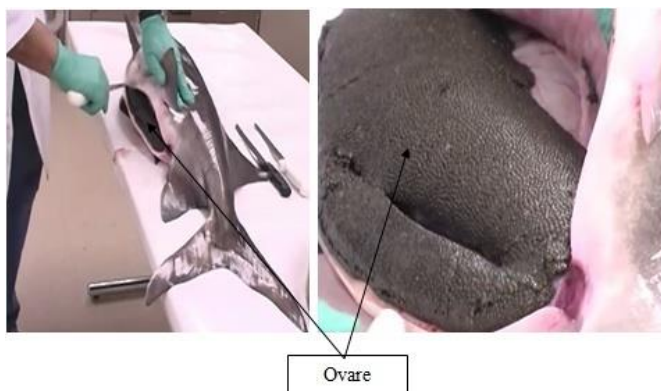


Fig. 2.15 Ovarele la specia *Polyodon spathula* (foto original)  
Fig. 2.15 Ovary at *Polyodon spathula* (original foto)

La specia *Polyodon spathula* diferențierea femelelor de masculi se face atunci când în mijlocul gonadei apare un „șanț brazdă”. Dezvoltarea acestui „șanț brazdă” se face concomitent cu dezvoltarea plăcilor bazale, unde urmează a se forma ovocitele (Costache Mioara, 2004). Decalajul între diferențierea anatomică și cea citologică la femelele din specia *Polyodon spathula* nu este semnificativă.

Conductele genitale femele au rolul de a direcționa ovulele înspre exterior, unde are loc întâlnirea cu spermatozoizii, în scopul fecundării. *Polyodonul*, ca și alți pești de tip chondostrei, are ovulele în cavitatea corpului, iar aceasta se deschide în una sau două pâlnii ovariene, prin conductele Muller, care joacă rol de oviduct. Pe o anumită porțiune a sa, canalul Wolff este un urino-spermiduct. Acest tip de aranjament este cunoscut sub denumirea de gimnovarium (Păsărin, 2004)

### 3. DATE DIN LITERATURA DE SPECIALITATE CU PRIVIRE LA BIOLOGIA ȘI SISTEMELE DE REPRODUCERE A SPECIEI *POLYODON SPATHULA*

### 3. DATA FROM LITERATURE REGARDING BIOLOGY AND REPRODUCTION SYSTEMS OF *POLYODON SPATHULA* BREED

---

#### 3.1. BIOLOGIA REPRODUCERII SPECIEI

Reproducerea este una din cele mai importante funcții ale organismului, prin care organismele se înmulțesc, iar urmașii moștenesc caracteristicile părinților (Păcală, 2006).

Factorii care influențează funcția de reproducere se pot clasifica în:

Factorii sociali (monocultura și policultura), climatici, (lumina și temperatura), hidrologici și hidrobiologici (curentul apei, debitul apei, creșterea bruscă a nivelului apei și a turbidității), fotoperiodismul, recunoașterea masculilor, substratul, calitatea apei, curenții de apă și tehnologia de creștere (în cazul reproducătorilor crescuți în captivitate), sunt principalii factori externi care influențează fiziologia reproducerii la sturioni ca și la majoritatea speciilor de pești (DeLonay și colab., 2009).

Reproducerea la pești este dependentă de acțiunea hormonilor produși de complexul creier-hipotalamus-hipofiză-gonade.

Hormonii sunt principalele substanțe ce influențează fiziologia reproducerii animalelor acvatice. Aceștia sunt substanțe chimice extrem de complexe, de tip glicoproteine sau steroizi, cu un puternic caracter de specificitate și, din cauza naturii lor biochimice complexe, nu pot fi obținuți prin sinteză, ci numai prin extracție și purificare (Cuvinciuc, 2002).

Factorii externi, corelați cu prezența reproducătorilor de sex opus, transmit semnale senzoriale la diverse părți ale creierului, care transmite semnale mai departe către hipotalamus, iar din hipotalamus se transmit semnale către hipofiză.

Funcția ovariană și testiculară la sturioni este controlată atât de gonadotropinele hipofizare GtH-I și GtH-II cât și de alți hormoni și factori de creștere ce acționează endocrin, paracrin și autocrin. Influențele factorilor de mediu ajung la adenohipofiză prin sistemul nervos central care cuplează funcția de reproducere la mediul înconjurător (Păcală, 2006).

Procesele de producere a celulelor spermatice la masculi și vitelogeneza la femele, pot fi stimulate prin injectarea hormonilor gonadotropi proveniți din diferite extracte hipofizare, de diferite origini.

Hipotalamusul reglează maturarea gonadelor și toate procesele legate de acestea prin secretarea de GnRH (*Gonadotropin Releasing Hormone*, hormonul de eliberare al gonadotropinelor).

Hormonii care sunt secretați de neuronii hipotalamici sunt denumiți neurohormoni.

În encefalul sturionilor există două grupe de celule care secretă GnRH, respectiv:

- una, care se află în mezencefal și care secretă GnRH, determină inclusiv și comportamentul sexual (Hazon și Balmet, p. 441-464, 1998 citați de Păcală, 2006) .

- cea de-a doua categorie care se află în aria preoptică a hipotalamusului și sistemul preoptic anterior, având același rol de sinteză de GnRH.

GnRH stimulează sinteza și eliberarea hormonilor gonadotropini adenohipofizari (GtH) (Goncharov, 1991, p. 514-524). Hipofiza este o glandă cu rol endocrin, situată în craniul cartilaginos, într-o nișă bine evidențiată a craniului, poziționată în partea ventrală a creierului, ce are rol în creștere și funcție gonadotropă (Cuvinciuc, 2002).

Hipofiza este formată din trei lobi: anterior (adenohipofiza), posterior (neurohipofiza) și intermediar. Greutatea, dimensiunea și capacitatea secretorie a hipofizei sunt determinate de greutatea corporală a indivizilor (Bura și colab., 1995, p. 21-25).

Hipofiza reglează sinteza și eliberarea de hormoni gonadotropi: hormonul foliculostimulant (FSH) și hormonul luteinizant (LH). Odată cu sinteza de hormoni, hipofiza secretă și dopamină, o substanță care inhibă eliberarea de FSH și LH (Yaron și colab., 2011). Gonadele răspund la eliberarea de hormoni gonadotropi prin secreția de hormoni steroizi, estradiol  $17\beta$  (E2), la femele, hormon care stimulează vitelogeneza și progesteroni cum ar fi  $17\alpha$ ,  $20\beta$  dihydroxy-4 pregnen-3-one (DHP) care stimulează inițierea meiozei celulelor germinale și foliculare, maturarea și ovulația. La masculi sunt secretați hormoni androgeni, de tip 11 ketosteron (11-KT), ce reglează spermatogeneza și spermiogeneza de tip DHP, ce inițiază diviziunea meiotică în spermatogonii și controlează maturarea spermatozoizilor și spermiția (Yaron și colab., 2011). Hormonul DHP poate avea rolul și de feromon.

Mai există un hormon, cortizolul, ce are legătură cu procesul de reproducție în sensul că dacă acesta se găsește în cantitate mare în sânge, peștele este stresat și procesul de reproducere nu va avea succes (DeLonay și colab., 2005).

Reglarea endocrină de la sine a ovulației se realizează doar în mediul natural, când se optimizează toți factorii de mediu. Sturionii crescuți în captivitate, pentru a ajunge la ovulație au nevoie de tratament hormonal aplicat suplimentar (Moberg și colab., 1992, p. 99-104).

### 3.1.1. Gametogeneza

Studii cu privire la gametogeneza speciei *Polyodon spathula* și ciclurile sexuale ale acesteia au fost făcute de Alexandrovna, 1989, citați de Lotus Meșter și colab. 1997; Costache Mioara, 2004; Costache Mihail 2008;

Gametogeneza este un proces de lungă durată, care începe încă din stadiile embrionare timpurii (Nicolau Aurelia și colab., 1973, p. 13). Celulele germinale primordiale, migrează în timpul organogenezei și se localizează în regiunea glandelor genitale. În momentul diferențierii sexuale, din acestea se vor forma ovarele sau testiculele, etapă cunoscută sub denumirea de ovogeneză sau spermatogeneză.

### Ovogeneza

Ovogeneza reprezintă totalitatea proceselor de producere a ovulelor. La *Polyodon spathula* există 6 stadii de dezvoltare a produselor sexuale, toate corelate cu vârsta reproducătorului și condițiile de creștere a acestuia (Costache Mioara, 2004).

Începutul ovogenezei este marcat de o diferențiere citomorfologică corelată cu înmulțirea ovogoniilor fapt, ce corespunde stadiului I de dezvoltare a ovarului. Tot în acest stadiu are loc mărirea numărului de celule diploide ce corespunde interfazei premeiotice. După această interfază, urmează profaza de meioză, perioadă când are loc creșterea

celulelor și când ovogoniile se transformă în ovocite având loc creșterea citoplasmatică (Costache, 2008). Această transformare ovogonii-ovocite, corespunde stadiului II de dezvoltare a ovarelor (Alexandrovna, 1989).

Ovarele, la vârsta de 3 ani sunt de culoare roz-galben și au un strat de țesut lipidic pe partea mediană. Raportul gonosomatic la exemplarele femele cu greutatea de 3 kg este de 0,06. Corespunzător vârstei de trei ani, femelele trec în stadiul II mijlociu. Celulele majoritare în ovar sunt cele în faza de folicul, cu nu singur strat, ce se află în faza creșterii protoplasmatică (Costache Mioara, 2004).

Când femelele au vârsta de 4 ani, o lungime a corpului de 106 cm și o greutate de 4,4 kg, raportul gonosomatic ajunge la 0,36. Ovocitele își continuă creșterea trofoplasmatică dimensiunea lor ajungând până la 150  $\mu$ , cu nucleul chiar și de 80  $\mu$ .

Corespunzător vârstei de 5 ani, la 110 cm lungime și 6,5 kg greutate, raportul gonosomatic ajunge la 0,47. Celulele sexuale au între ele numeroase incluziuni de lipide. La această vârstă, femelele au ovarele în stadiul II mijlociu de maturare. Atât ovogoniile cât și ovocitele primare sunt celulele unde se dezvoltă prima porție de icre.

Odată cu creșterea vârstei, la 6-7 ani, nu se întâmplă modificări importante la nivelul ovarului (Alexandrovna, 1989). Masa gonadei crește, dimensiunea ovocitelor de asemenea, iar raportul gonosomatic se mărește de două ori. Dimensiunea ovocitelor atinge valoarea de 250-260  $\mu$ , nucleul având maxim 80  $\mu$ , astfel se încheie al doilea stadiu de maturare a gonadelor.

Cel de-al doilea stadiu de maturare a ovarelor durează până la vârsta de 7 ani, perioadă în care femela crește în lungime, iar raportul gonosomatic crește exponențial (Costache Mioara, 2004).

Odată cu vârsta de 8 ani, începe și stadiul III de maturare a gonadelor, perioadă care include și creșterea trofoplasmatică. Ovocitele ajung la o dimensiune de 390  $\mu$ , cu nucleul de 160 $\mu$ . Incluziunile de lipide se găsesc în gonadă iar ovarelor le lipsesc ovogoniile. Acest fenomen este cunoscut la mai multe specii de pești, practic având loc degenerarea tuturor ovogoniilor, mai puțin una, care se dezvoltă ca ovocit și este înconjurată de un înveliș de celule foliare (Costache, 2008). Raportul gonosomatic ajunge la valoarea 1, diametrul ovocitelor fiind de 250-300 $\mu$ , iar creșterea acestora este sincronă.

Odată cu atingerea vârstei de 9 ani, ovocitele acumulează vitellus, iar masa gonadelor se mărește, raportul gonosomatic ajungând până la valoarea de 3,5. În ovare se găsesc depuneri de țesut gras, iar în citoplasma ovocitului are loc mărirea vacuolelor, odată cu acumularea de vitellus granular. Ovocitele se măresc, diametrul acestora ajungând la 0,8-1,3 mm. Aceasta reprezintă generația de ovocite ce va asigura prima porție de icre iar, pe lângă acestea, în plăcile ovariene sunt ovocite mai mici cu diametrul de 200  $\mu$ , care reprezintă următoarele serii de icre (Costache Mioara, 2004).

La femelele cu vârsta de 8-9 ani apare stadiul al III-a de maturare a ovarelor, ce durează aproximativ 2 ani. După vârsta de 9 ani apare stadiul al IV-lea de maturare a ovarelor, fază timpurie nedesăvârșită. Începând cu acest moment determinarea stadiului de maturare se poate face după metoda descrisă de Kazanskii, 1956. Icrele au dimensiuni de 1,8-2 mm, nucleul acestora ajunge la 0,5 mm iar culoarea este specifică icrelor de sturioni. La exterior, acestea sunt acoperite de un înveliș folicular, iar sub acesta se situează învelișurile interioare și exterioare de vitellus (Costache Mioara, 2005, p. 327-338). Substanțele nutritive sunt acumulate în principal toamna.

Stadiul IV desăvârșit este atins în primăvară la femelele cu vârsta de 10 ani. Odată cu atingerea acestui stadiu, nucleul migrează spre polul animal. În partea vegetativă, icra este de culoare gri și foarte bogată în granule de vitelus. Partea mai deschisă la culoare corespunde polului animal, acolo aflându-se concentrată cea mai mare parte a vitelusului și a citoplasmei (Alexandrovna, 1989). Centrul polului animal are o pată, înconjurată de inele pigmentare. Vitelogeneza durează 2,5 ani, dezvoltarea fiind sincronă. Față de celulele primare icrele, își măresc dimensiunea de aproximativ 200 de ori (Costache Mioara, 2004).

Corelația dintre lungime, masă medie și stadiile de dezvoltare în condițiile de creștere din România, ne sunt oferite de SCDP Nucet în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1

Indicatori de lungime, masă medie și stadiile de dezvoltare a ovarelor la femelele de *Polyodon spathula* (Walbaum 1792) în condițiile SCDP Nucet (după Costache Mioara, 2004 citat de Costache Mihail, 2008)

Indexes for length, mean mass and development stages for ovaries of *Polyodon spathula* (Walbaum 1792) females in conditions of SCDP Nucet (after Costache Mioara, 2004 cited by Costache Mihail, 2008)

Vârsta (ani)	Lungimea corpului (cm)	Masa corpului (kg)	Raportul gonosomatic	Stadiile de maturare
0+	35/30-45	0,10/0,08-0,13	0,03/0,02-0,03	I
1+	80/70-90	1,2/1,0-1,4	0,06/0,04-0,08	I trecerea la II
2+	86/85-88	3,1/3,0-3,2	0,07/0,06-0,08	II
3+	106/96-114	4,7/3,0-4,9	0,36/0,33-0,62	II
4+	109/98-119	6,5/3,5-8,0	0,47/0,3-0,7	II
5+	122/118-127	6,8/4,7-8,5	0,75/0,65-0,86	II
6+	123/100-130	7,9/7,2-8,9	0,78/0,67-1,0	II
7+	124/115-132	9,7/8,4-11,0	0,96/0,83-1,09	II trecerea la III
8+	128/106-135	10,2/8,5-12,0	3,5/3,1-4,0	III
9+	133/108-135	10,7/8,5-13,0	8/5,5-9,5	IV nedesăvârșit
10+	135/110-165	12,2/10,4-14,0	10/8,0-15,0	IV desăvârșit

Notă: deasupra liniei (/)- valoare medie, sub linie oscilații

### Spermatogeneza la specia *Polyodon spathula*

Spermatogeneza reprezintă procesul de transformare a celulelor sexuale primare diploide în celule sexuale masculine diferențiate haploide (spermatozoizi). Procesul de spermatogeneză cuprinde trei perioade: înmulțirea spermatogoniilor, diviziunile meiotice și spermiogeneza (formarea spermatozoizilor) (Costache Mioara, 2004). Diferențierea anatomică apare la masculii din specia *Polyodon spathula*, la 2 ani, când peștii au o greutate de aproximativ 3 kg. În testicule apar canale seminale și începe înmulțirea spermatogoniilor, tot testiculul este străbătut de prelungiri citoplasmice ce aparțin celulelor foliculare și care sunt ramnificate între spermatogonii. Greutatea gonadelor este nesemnificativă și sunt de forma a două filamente, vizibile și de culoare alb-roz. Valorile raportului gonosomatic nu depășește 0,03 la masculii cu vârsta de 2 ani și 0,04 la cei de 4 ani (Costache, 2008). În aceste momente, gonadele sunt în stadiul I-II de maturare. Odată cu vârsta de 4 ani, gonadele își măresc masa astfel, crescând și raportul gonosomatic. Începând cu vârsta de 4 ani începe stadiul II-III de maturare. Spermatoцитеle își măresc dimensiunile și odată cu ele crește și volumul gonadelor. Numeroase spermatogonii sunt

vizibile în partea de jos a spermatocistului, iar acestea începe să formeze o generație nouă și ultimă de spermatogonii, adică spermatocitele primare. Acest proces prin care spermatogoniile se înmulțesc se încheie iar celulele retrec în meioză, acesta fiind indiciul de diferențiere citomorfologică a sexului (Costache, 2008).

Dimensiunile celulelor sexuale sunt de: 6,2-7,0  $\mu$  la spermatogonii, de 6,5-6,7  $\mu$  la spermatocitele de ordin I, de 3-3,7 $\mu$  spermatocitele de ordin II, de 2-2,4  $\mu$  spermatide și de 5,2-1,0  $\mu$  la spermatozoizi (Costache Mioara, 2004).

Stadiul III-IV este atins la vârsta de 5 ani. Testiculele au culoarea roz-liliachiu, iar dimensiunea acestora crește, raportul gonosomatic atingând valoarea 1. În testicule sunt numeroși tubuli cu spermatide, iar în aceștia predomină cantitativ spermatozoizii ce se formează (Alexandrovna, 1989). Maturitatea sexuală, este atinsă de masculii de *Polyodon spathula*, la vârsta de 5-6 ani, când au o lungime corporală de 125 cm și o masă medie de 7-8 kg, în condițiile din România (Meșter și colab., 1997)

În acest stadiu creșterea masei gonadelor nu este însemnată, raportul gonosomatic fiind situat în jurul valorii 1. Masa gonadelor se mărește odată cu creșterea vârstei, la fel și raportul gonosomatic care poate să ajungă la valori de 7-8. La masculii ajunși la maturitate, primăvara, o simplă apăsare a abdomenului duce la apariția spermei (Costache, 2008). Stadiul V de maturare a gonadelor corespunde cu această situație. În acest stadiu testiculele au ampule formate, pline de spermatozoizi maturi. După încheierea perioadei de reproducere, testiculele trec la stadiul VI de maturare a gonadelor, devin inflamați, scad în volum și raportul gonosomatic se reduce la 1. Spermatozoizii care nu au fost depuși se resorb. Spermatogonii se mai găsesc pe marginile spermatociștilor, dispuse dezordonat, în stare de repaus, o parte din ele fiind în timpul procesului de diviziune mitotică (Alexandrovna, 1989). În tot acest timp, în testicule, mai sunt spermatozoizi maturi, de aceea ei pot fi folosiți de mai multe ori în sezonul reproducerii (Costache Mioara, 2004).

Corelația dintre lungime, masă medie și stadiile de dezvoltare în condițiile de creștere din România ne sunt oferite de SCDP Nucet, în tabelul 3.2.

Tabelul 3.2

Indicatori de lungime, masă medie și stadiile de dezvoltare a testiculelor la masculii de *Polyodon spathula* (Walbaum 1792) în condițiile SCDP Nucet (după Costache Mioara, 2004, citat de Costache Mihail, 2008)

Indexes for length, mean mass and development stages for testicles at *Polyodon spathula* (Walbaum 1792) males in conditions of SCDP Nucet (after Costache Mioara, 2004, cited by Costache Mihail, 2008)

Vârsta (ani)	Lungime corp (cm)	Masa corpului (kg)	Raport gonosomatic	Stadiul de dezvoltare al testiculului
0+	35/30-39	0,12/0,11-0,13	0,07/0,06-0,08	Perioadă indiferentă
1+	71/65-74	1,0/0,9-1,2	0,03/0,02-0,04	I
2+	80/76-83	2,0/1,7-2,4	0,4/0,35-0,43	II
3+	93/90-109	5,1/3,3-4,0	0,77/0,33-1,10	III
4+	105/98-109	5,1/3,5-6	1,11/0,51-1,5	IV
5+	124/103-128	8,0/6,7-9,2	7,5/7,0-8,0	V
6+	129/108-132	9,1/8,5-10,2	1,32/1,20-1,60	III, IV

Deasupra liniei (/) valoare medie, dedesupt maxime și minime

### 3.2. REPRODUCEREA SPECIEI *POLYODON SPATHULA* ÎN MEDIUL NATURAL

Specia *Polyodon spathula* a avut privilegiul, să fie studiată de aproximativ 300 de ani (Hoover, 2000, p. 1-10) și exploatată economic atât pentru carne cât și pentru icre, de aproximativ 100 de ani (Costache, 2008).

Primele date referitoare la migrația de reproducere și perioadele de reproducere, în funcție de habitat sunt oferite de Allen, 1911, p. 280-282.

În anul 1914, Alexander, p. 34-39, experimentează creșterea unor larve și a puietului de polyodon, recoltați din mediul natural și crescuți în condiții de laborator. Primele studii legate de vârsta reproducătorilor și maturitatea sexuală a acestora sunt oferite de Adams, 1942, p. 617-630, citat de Costache, 2008, care menționează că femelele capturate din Râul Mississippi s-au maturat la vârsta de 9-10 ani, la greutatea de 14 kg, iar cele din Râul Missouri la vârsta de 13 ani și greutatea de 13 kg. Masculii de pe Râul Mississippi erau maturi sexual încă de la vârsta de 5-6 ani în timp ce masculii de pe râul Missouri aceștia au devenit maturi sexual începând cu vârsta de 8-9 ani.

Gametogeneza speciei a fost prezentată prima dată de Larimore, în anul 1950, p. 116-124, pe baza secțiunilor histologice din gonadele peștilor capturați din mediul natural. Date importante și precise referitoare la locurile unde depune pontă polyodonul sunt oferite de Purkett, 1961, p. 31-33. El a observat că specia *Polyodon spathula* migrează în amonte, pe râuri, când temperatura apei ajunge la 10-11°C și se reproduce pe bancurile de nisip, proaspăt inundate în primăvară. În anul 1962, Meyer și Stevenson, p. 65-67, stimulează hormonal polyodonul, dar nu reușesc reproducerea artificială a acestuia.

Primele descrieri ale stadiilor dezvoltării embrionare și post-embriionare sunt făcute de Ballard și Needham, în anul 1963, p. 465-477.

În urma studiilor legate de reproducerea în mediul natural se poate afirma faptul că:

- pentru reproducere, specia migrează în amonte fluviilor și afluenților lui, când apa ajunge la temperatura de 10-11°C, iar nivelul apei este în creștere, perioadă ce corespunde cu inundațiile din primăvară (Thomson, 1933; Barbour, 1951; Purkett, 1961, p. 31-33; Lein și Devries, 1998, p. 441-454);
  - icrele sunt depuse pe substrat, reprezentat de pietriș, la adâncimi de 2-10 m, când temperatura apei ajunge la 13-16°C, corelat, cu existența unui curent de apă suficient de puternic, creșterea nivelului acesteia și a turbidității (Purkett, 1963, p. 239-244; Pasch și colab., 1980, p. 157-167; Russel, 1986, p. 2-20; Mims și colab, 2015) ;
  - depunerea pontei și fecundarea se realizează în grupuri formate dintr-o femelă și 2-3 masculi (Russel, 1986, p. 2-20; Costache, Mioara, 2004);
  - icrele sunt lipicioase, ovale, de culoare gri-închis, iar după fecundare, acestea se lipesc de substrat (Purkett, 1961, p. 31-33, 1963; Ballard și Nedham, 1964, p. 465-477; Shelton și Mims, 1995, p. 22-27);
  - dacă unul dintre factorii de mediu declanșatori nu este optim (lumina, temperatura apei >11°C, curent suficient de puternic, creșterea nivelului apei, turbiditatea, adâncimea), depunerea pontei nu are loc, iar icrele se resorb (Russel, 1986, p. 2-20; Costache Mioara 2004).

Incubarea durează 7-10 zile, în funcție de temperatura apei. După eclozare, larvele sunt antrenate de curentul apei, datorită sacului vitelin voluminos și duse în aval, în zone

cu adâncime mai mică, curent mai slab și unde se găsește zooplancton în abundență (Russel, 1986, p. 2-20; Pitman și Parks, 1994, p. 181-189).

Resorbția sacului vitelin durează 5-6 zile, în funcție de temperatura apei, după această perioadă, larvele trec la hrănirea exogenă și consumă copepode, cladocere și larve de insecte. După 10-14 zile începe să se formeze rostrul, ritmul de creștere fiind rapid în această perioadă. După 30 de zile, puii seamănă cu părinții, au 10 cm și încep să se hrănească și prin filtrare. După ce ajung la 40 de cm, aparatul filtrator este complet dezvoltat și puietul se hrănește exclusiv prin filtrare.

Odată cu trecerea la hrănirea prin filtrare are loc accelerarea ritmului de creștere, eficiența capturării hranei fiind mai mare. Odată cu zooplanctonul, peștii adulți consumă accidental și alți pești (Graham, 1986, p. 78-94).

Nu sunt date cu privire la reproducerea naturală a speciei în locurile unde s-a încercat aclimatizarea ei (Rusia, Moldova, România, Ucraina), deci se consideră că însușirile mediului din zonele de aclimatizare nu asigură posibilitatea de reproducere naturală în astfel de habitate și de dezvoltare postembrionară.

### **3.3. TEHNOLOGIA REPRODUCERII ARTIFICIALE A SPECIEI *POLYODON SPATHULA***

Reproducerea artificială este o metodă prin care omul creează anumiți factori favorizanți în vederea desfășurării corespunzătoare a maturării elementelor sexuale, fecundării, dezvoltării embrionare și postembrionare a viitoarelor generații (Manea, 1980). Specia *Polyodon spathula* a fost aclimatizată în România însă nu se poate reproduce natural, singura posibilitate de a o înmulți fiind prin reproducere artificială.

Primele încercări de reproducere artificială a speciei au fost făcute de Meyer și Stevenson, în anul 1962, p. 65-67. Aceștia stimulează hormonal reproducători de polyodon capturați din apele naturale, dar rezultatele au fost nesemnificative.

Needham, 1965, p. 13-19, este cel care reușește reproducerea artificială a speciei, folosind hipofiză de polyodon congelată. Alte studii care prezintă tehnologia de reproducere artificială a speciei sunt făcute de Russel, 1982, p. 2-20; Graham și colab., 1986, p. 78-94.

Din anii 80' și până în prezent, există numeroase studii referitoare la tehnologia de reproducere artificială sau a unor etape din ea, cele mai importante fiind cele ale cercetătorilor americani: Russel, Scarnecchia, Shelton, Mims, Clark, Birstein și alții.

În Rusia, prima reproducere artificială a speciei a fost făcută în anul 1985, la nouă ani de la introducerea acesteia în țară, iar studii cu privire la aclimatizarea speciei și reproducerea artificială a acesteia au fost făcute de Vinogradov și colab., 1987, p. 20-23; Alexandrovna, 1989 ș.a.

În Moldova, Vedrașco, Lobchenko, Billard, 2001, p. 355-392, prezintă rezultatele referitoare la sistemele de creștere și tehnologia de reproducere artificială a acesteia.

În România, studii referitoare la tehnologiile de creștere și reproducere artificială ne sunt oferite de: Costache Mioara, Costache M., Bucur Cecilia, Meșter L., Stoicescu C., Vizitiu D., Niță M., în anii: 1997, 1998, 2000, 2003, 2004, 2005, 2008, 2012.

Reproducerea artificială cuprinde mai multe etape: selecția lotului de reproducători, stimularea maturării elementelor sexuale, colectarea elementelor seminale, fecundarea, descleierea, incubația și eclozarea.

### 3.3.1. Selecția lotului de reproducători

În cazul selecției lotului de reproducători cu scopul reproducerii artificiale, criteriile de dimorfism sexual nu sunt destul de evidente ca la alte specii de pești, masculii deseori fiind confundați cu femelele, și invers (Voican, 1975). Cea mai folosită și uzuală metodă de selecție a reproducătorilor de *Polyodon spathula* este cea a biopsiei, restul din cele enumerate fiind folosite la sturionii din familia *Acipenseridae*-lor, iar unele dintre ele sunt utilizate doar la stadiul de cercetare.

Studii legate de folosirea endoscopiei în diferențierea femelelor de masculi, la speciile de *Acipenseridae* au fost făcute de: Webb și colab., 2002, p. 132-142; Ceapă, Williot și Bacalbasa-Dobrovici, 2002, p. 507-515; Semenkova și colab., 2005, p. 340-345. Cercetări legate de corelația diferitelor măsuri ale orificiului uro-genital și determinarea sexului au fost făcute de Fujii și colab., 1987, citați de Billard, 2002, p. 345-352.

Cercetătorii ruși (Vinogradov și colab., 1987, p. 20-23) au fost primii care au format un lot de reproducători de polyodon crescuți în condiții de fermă. La reproducere au folosit femele cu greutatea de 10-17 kg și vârsta de 11 ani. Reproducerea s-a realizat în cadrul unei stații de reproducere artificială folosită pentru celelalte tipuri de sturioni.

În România, la SCDP Nuceț, selecția lotului de reproducători s-a făcut în toamnă, din exemplarele crescute de asemenea în condiții de fermă piscicolă. Selecția s-a făcut după dimorfismul sexual al reproducătorilor, dar și după metode de determinare a stadiului de maturare al ovarului elaborată și folosită la peștii din familia *Acipenseridae*-lor de (Kazanski, 1954). Au fost selecționate femele cu vârsta de 9-15 ani și greutatea corporală de 10-14 kg/exemplar, și masculi cu greutatea corporală situate între 8-15 kg.

### 3.3.2. Stimularea maturării elementelor seminale

În practica reproducerii artificiale a peștilor, pentru a ajunge la stadiul de icră matură, se folosesc diferite substanțe în vederea stimulării maturării elementelor sexuale, substanțe denumite hormoni.

Primul cercetător care a reușit reproducerea artificială a speciei *Polyodon spathula* a fost Needham, în anul 1965. El a folosit pentru stimularea maturării elementelor sexuale hipofiză de polyodon congelată.

În decursul anilor, au fost testați mai multe tipuri de hormoni cu scopul maturării elementelor sexuale, respectiv hipofiză de crap, hipofiză de polyodon, LHRH-A (*Luteinizing hormone releasing hormone*, hormon eliberator de hormon luteinizant), HCG (*human chorionic gonadotropin*, gonadotropina corionică umană), LH (luteinizing hormone, hormon luteinizant), FSH (*follicle stimulating hormone*, hormonul foliculostimulant), Nerestin 5A.

Lagios, în anul 1968, în urma cercetărilor întreprinse a constatat că masculii stimulați cu două hipofize de polyodon manifestă o creștere a fluidității spermei și a fertilității acesteia în timp. Masculii cedează sperma în 5-7 zile. Femelele sunt injectate în două reprize, obținându-se icre de la 85 % dintre acestea.

Russell, în anul 1982, folosește atât hipofiza de crap cât și hipofiza de polyodon și consideră că cea de polyodon este mai sigură și duce la rezultate mult mai bune.

Conform studiilor bibliografice cel mai folosit hormon de către cercetătorii americani este LHRH-A (*Luteinizing hormone releasing hormone*, hormon eliberator de hormon luteinizant).

Doza optimă de hormon LHRH-A este de 0,1 mg/kilogram corp femelă, administrat în două doze (10% prima, 90 % a doua) și de 0,05 mg/ kilogram corp mascul, administrat într-o singură doză.

Cercetătorii ruși și cei din România, au folosit în experiențele lor Nerestin 5A. Acesta este un hormon sintetic, folosit în stimularea maturării elementelor sexuale fiind de fabricație rusească. Varianta 5A este creată special pentru sturioni. Doza optimă de hormon Nerestin 5 A este de 0,2 ml/ kilogram corp femelă, în două reprize (20% prima și 80% a doua) și 0,1 ml/ kilogram corp mascul, într-o singură repriză. Schema acțiunii hormonului Nerestin, comparativ cu ceilalți hormoni, este prezentată în figura 3.1.

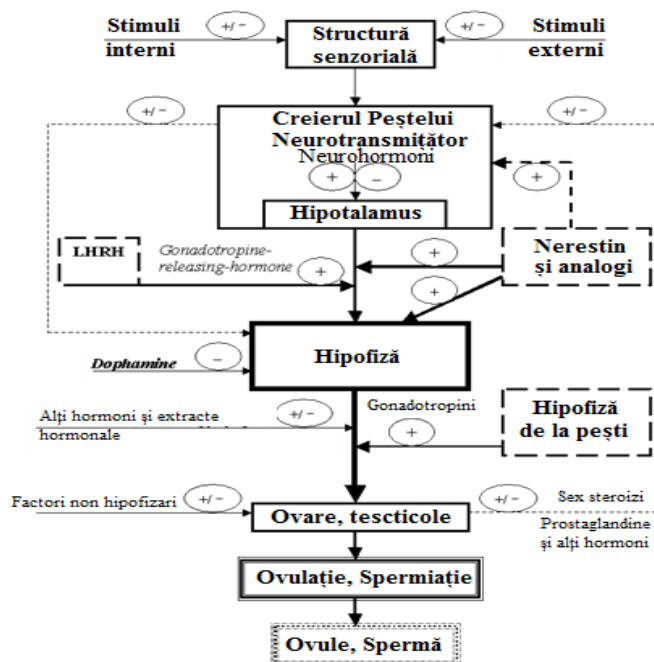


Fig. 3.1 Schema acțiunii hormonului Nerestin, comparativ cu ceilalți hormoni (după: [www.nerestin.ru](http://www.nerestin.ru))  
 Fig. 3.1 Scheme of Nerestin hormone action, in comparison with other hormones (after [www.nerestin.ru](http://www.nerestin.ru))

### 3.3.3. Colectarea elementelor seminale

Mulgerea reproducătorilor se poate face prin sacrificarea acestora sau folosind o tehnică minim invazivă, ce implică efectuarea unei mici incizii în oviduct și îndepărtarea ovulelor din gonopor (Mims, 2004, p. 70-72). Metoda constă în efectuarea unei incizii, cu ajutorul unui bisturiu, prin care este secționat oviductul. Incizia are lungimea de 2-3 cm și este poziționată în partea dorsală a oviductului, la 4-6 cm de ieșirea exterioară a acestuia. Prin această incizie, icrele sunt extrase din cavitatea abdominală, prim masarea abdomenului femelei (Chebanov, 2013, p.81).

Timpul scurs de la momentul injectării și până la momentul colectării produselor sexuale diferă în funcție de hormonul folosit. De obicei, femelele cedează icrele după 24 de ore, când le este administrat Nerestin 5A, și 12-24 de ore, când le este administrat LHRH-A. Masculii cedează lapții după 24 de ore, în cazul folosirii ambelor produse.

Recoltarea spermei se face prin mulgere manuală sau prin sondarea cu un tub conectat la o seringă. Cele mai bune rezultate s-au obținut cu cea de-a doua metodă.

### 3.3.4. Fecundarea elementelor seminale

Fecundarea produselor seminale la pești poate fi de trei feluri:

- Fecundarea uscată, când atât icrele cât și lapții sunt amestecați fără a adăuga nici un fel de lichid fecundant, după care se activează prin adăugarea apei;
- Fecundarea semiuscată este cea mai utilizată metodă de fecundare la sturioni, aceasta prevenind apariția polispermiei (Podushka, 1999, p. 319, 2008, p. 82-87; Debus, p. 585-603; Winkler, p. 345-352, 2002; Chebanov, 2013, p. 91). Lapții sunt diluați în raport de 1:100, 1:200 și amestecați cu icrele;
- Fecundarea umedă, când atât icrele cât și lapții sunt diluați în diferite rapoarte și apoi amestecați.

La toate speciile de sturioni se practică fecundarea semiuscată.

Peste icrele proaspăt recoltate se adaugă lapți, diluați în raport de 1:50-1:200 și care se amestecă ulterior, timp de aproximativ 2-5 minute.

### 3.3.5. Descleierea icrelor fecundate

În mod normal icrele, după fecundare, își măresc volumul, iar la exteriorul acestora se secretă o substanță lipicioasă, bogată în mucoproteine, cu ajutorul căreia aderă la substrat. Adezivitatea icrelor trebuie înlăturată, în cazul reproducerii artificiale, deoarece aceasta poate duce la aglomerări de icre, ce ar împiedica schimbul gazos și ar favoriza dezvoltarea agenților patogeni.

Există mai multe categorii și tipuri de substanțe folosite la descleiere, cele mai folosite fiind suspensia de nămol, acidul tanic, enzimele proteolitice, amidonul, talcul, etc. (Linhart, 2004; Grozea și colab., 2010).

Metoda cea mai folosită în reproducerea artificială a speciei *Polyodon spathula* este descleierea cu suspensie de nămol. În tehnica acestei metode se folosește nămolul de pe fundul unui bazin. Acesta se colectează, se trece printr-o sită deasă, cu laturile ochiului de sub 1 mm, se spală în mai multe ape. După descleiere cu nămol, icrele fecundate se spală în două-trei ape, pentru îndepărtarea acestuia și se transferă la incubat.

### 3.3.6. Incubarea

Durata incubației depinde de temperatura apei, astfel la 18°C, durata este de 240 de ore (Costache Mioara, 2004). Pe parcursul incubației, trebuie monitorizați parametri fizico-chimici ai apei, în special oxigenul, care nu trebuie să scadă sub 6 mg/l, și trebuie prevenit atacul fungic și bacterian al icrelor. Pentru aceasta, se fac tratamente preventive cu diferite substanțe, cele mai folosite fiind violetul de gențiana (soluție 1%), sau formalină.

În funcție de țara unde se reproduce polyodonul, se folosesc mai multe tipuri de incubatoare, astfel: în America, sunt specifice incubatoarele Mc Donalds și Zugg-Weiss, în Rusia, se folosesc incubatoarele folosite la *Acipenseridae* (Osetr, Cealikov, Iuscenko, Kazanskii), iar în România, se folosește un incubator confecționat după modelele rusești folosite la incubarea icrelor de *Acipenseridae*, ce are în componență o cuvă din plexiglas de 10 l, un dozator la alimentare, sită și preplin la evacuare (Costache, 2008), fig 3.2.



Fig. 3.2 Incubator din pexiglas folosit în România la incubarea icrelor de *Polyodon spathula* (foto original)  
 Fig. 3.2 Plexiglas incubator utilised in Romania for *Polyodon spathula* roes' incubation (original photo)

### 3.4. CARACTERISTICILE DEZVOLTĂRII EMBRIONARE ALE SPECIEI *POLYODON SPATHULA*

Dezvoltarea embrionară a speciei *Polyodon spathula* cuprinde 4 etape și 46 de stadia de dezvoltare (după Ballard și Nedham, 1964, citați de Costache Mihail, 2000, p. 144-147, 2008, p. 55-71, Costache Mioara, 2004):

- etapa I - cuprinsă între apariția primei linii de segmentare și formarea blastocelului;
- etapa a II-a - cuprinde gastrulația și etapa de formare a foițelor embrionare;
- etapa a III-a - cuprinsă între sfârșitul gastrulației și începutul pulsării inimii, etapă în care se conturează principalele sisteme și organe: digestiv, nervos, excretor, musculatura și coarda dorsală, și cuprinde stadiile 19-27 (Costache, 2008);
- etapa a IV-a – în care se formează porțiunea caudală a larvei și se accentuează mișcările embrionului, cuprinzând stadiile 27-36.

Stadiul 1 - imediat după fecundare când fiecare icră este orientată cu polul animal în poziție orizontală iar efectele fecundării nu sunt atât de vizibile - fig. 3.3.

Stadiul 2 - polul animal se deplasează în punctul cel mai de sus, se observă un inel îngust neregulat, depigmentat ce înconjoară citoplasma (Ballard și Needham, 1964, p. 465-477).

Stadiul 3 - are loc diviziunea holoblastică, dar brăzdează spre exterior și pătrunde în interior, prin vitellus, diviziune ce este identică cu cea de la alte *Acipenseridae* (Ballard și Needham, 1964, p. 465-477).

Stadiile 4-6 - apar primele trei fusuri de diviziune, după 2-6 ore de la fecundare, iar separarea macromerelor de micromere are loc pe parcursul celei de-a patra diviziuni (stadiului 7) care are loc după 8 ore de la fecundare (Costache, Mioara, 2004).

Stadiile 8 și 9 - corespund diviziunilor a 5-a și a 7-a și au loc la 8-10 ore după fecundare.

Stadiul 10 - se observă o zonă marginală de celule între micromere și macromere.

Stadiul 11 - se observă o structură granulară situată spre suprafața superioară, blastula este timpurie transformarea având loc după 24 de ore de la fecundare (Ballard și Needham, 1964, p. 465-477).

Stadiul 12 - la cca. 28 de ore de la fecundare, blastula este târzie, iar suprafața superioară seamănă cu un epiteliu neted.

Stadiul 13 - după 32 de ore de la fecundare, când partea superioară a blastocelului este subțiată și are protuberanțe, nu prezintă fus de diviziune, însă concentrația pigmentului din zona marginală ne arată faptul că mișcările de gastrulație încep (Costache, 2000, p. 144-148), (fig. 3.3).

Stadiul 14 - după 35-38 de ore de la fecundare, moment în care începe invaginarea la joncțiunea dintre celulele epibolice și celulele vegetative pe un fus de diviziune situat la ecuator.

Stadiul 15 - are loc după 38 de ore de la fecundare, stadiu în care are loc deplasarea sub ecuator a celulelor mai ușoare, iar macromererele viteline, ce sunt grupate, au diametrul ceva mai mare decât jumătatea întregului embrion.

Stadiul 16 - are loc la 42 de ore după fecundare, când diametrul vitelusului este jumătate cât cel al embrionului, iar celulele endodermale au pigmentul slab distinct prin gastrocel, pe partea dorsală (Ballard și Needham, 1964, p. 465-477).

Stadiul 17 - după 45-55 de la fecundare, embrionul face mișcări rotative, partea dorsală a acestuia se mută în partea superioară a icrei, iar vitelusul la ecuator (Costache, 2008, p. 55-71).

Stadiul 18 - are loc la 55-58 de ore de la fecundare, când orificiile blastoporului formează partea dorsală, iar vitelusul este înglobat aproape în întregime. Placa medulară ce se extinde în jurul embrionului dinspre blastopor este subțiată (Costache Mioara, 2004).

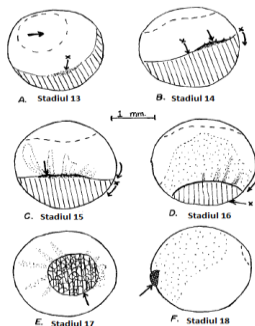


Fig. 3.3 Stadiile de dezvoltare embrionară 13-18 la specia *Polyodon spathula* (după Shelton și Mims, 1995; Ballard și Nedham, 1964, citați de Costache Mioara, 2004)

Fig. 3.3. Stages of embryonic development 13-18 at *Polyodon spathula* breed (after Shelton and Mims, 1995; Ballard and Nedham, 1964, cited by Costache Mioara, 2004)

Stadiul 19 - după 60 de ore după fecundare, moment în care nerula timpurie cu blastoporul deschis nu prezintă nici o prelungire de vitelus la suprafață (fig. 3.4).

Stadiul 20 - debutează la 64 de ore de la fecundare, când scobitura neurală este deschisă, la o distanță mică de la deschiderea blastoporului.

Stadiul 21 - la 68 de ore după fecundare, cutele neurale sunt proeminente, dar nu sunt unite.

Stadiul 22 - are loc la 74 de ore după fecundare, cutele neurale se unesc doar la nivelul trunchiului, iar axul embrionic acoperă 150 de grade din masa de vitelus (Costache, 2008).

Stadiul 23 - are loc la 78 de ore după fecundare, moment în care cutele neurale sunt apropiate doar în zona capului, regiunea cefalică se alungește, formându-se veziculele creierului primordial. În acest stadiu devin vizibile 1-3 perechi de somite și apar

„coaste” scurte, ce formează viitorului rinichi (Costache Mioara, 2004). Forma embrionului este mai mare în regiunea caudală și anterioară și îngustată la centru (Ballard și Needham, 1964, p. 465-477).

Stadiul 24 - are loc după 90 ore de la fecundare, când axul embrionic este extins cu 200 de grade în jurul vitelului, iar mugurele notocordului are formă de vâslă plată, (Costache, 2008, p. 55-71). Arcurile mandibulare au forma unor aripi, orientate înainte, ce ajung la nivelul veziculelor optice (Ballard și Needham, 1964, p. 465-477).

Stadiul 25 - are loc la 102 ore după fecundare, atunci când la nivelul ductului renal se observă o serie de cute pronefrice ce încep să se extindă ușor spre înainte.

Stadiul 26 - are loc la 114 ore de la fecundare, când arcurile mandibulare, proaspăt formate, care arată ca niște aripi, ajung la nivelul veziculelor optice.

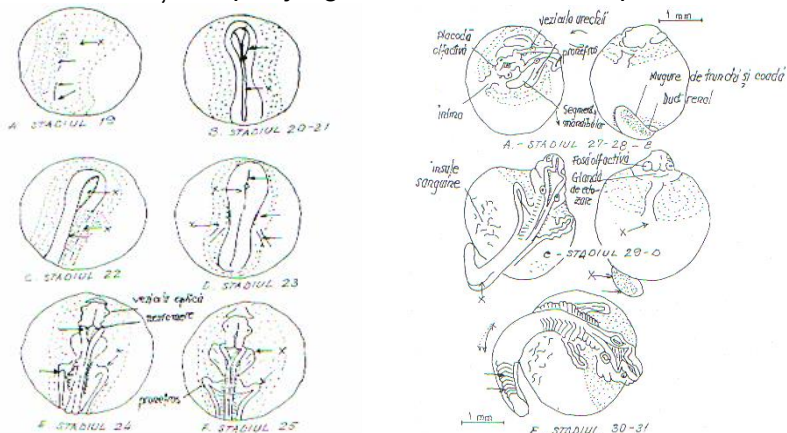


Fig. 3.4. Stadiile de dezvoltare embrionară 19-25 și 27-31 la specia *Polyodon spathula* (după Ballard și Nedham, 1964, citați de Costache Mioara, 2004)

Fig. 3.4. Stages of embryonic development 19-25 and 27-31 at *Polyodon spathula* breed (after Ballard and Nedham, 1964, cited by Costache Mioara, 2004)

Stadiul 27 - are loc după 126 ore de la fecundare, când embrionul nu este încă mobil, trunchiul cozii acestuia este plat sau cilindric, iar bătăile inimii sunt slabe.

Stadiul 29 - începe la 138 de ore după fecundare, embrionul devine mobil, coada prezintă un trunchi subțire, iar capul devine drept și se ridică de pe suprafața vitelului.

Stadiul 30 - debutează la 150 de ore după fecundare, coada devine liberă și reprezintă 1/3 din lungimea sacului vitelin, moment în care începe procesul de îndreptare.

Stadiul 31 - după 150 ore de la fecundare, se poate observa un pliu median ce corespunde înotătoarelor, nu depășește capătul cozii (Costache, 2008, p. 55-71).

Stadiul 32 - are loc după 174 ore de la fecundare și debutează când embrionul atinge 7,5 mm în lungime, iar pliul înotătoarelor ajunge aproape de capătul cozii.

Stadiul 33 - are loc la 186 ore de la fecundare, când se îndreaptă axul cozii, iar segmentul hioid are extremitățile umflate (Ballard și Needham, 1964, p. 465-477).

Stadiul 34 - are loc la 204 ore după fecundare, atunci când embrionul are o lungime de 8 mm, segmentarea se apropie de final și are loc prima eclozare (Costache Mioara, 2004).

Stadiul 35 - debutează la 216 ore de la fecundare, stadiu în care la cap se observă o crăpătură ventrală, branhiile încep să prindă contur, iar inima începe să își formeze camerele.

Stadiul 36 - are loc la 240 de ore după fecundare, când are loc eclozarea masivă, capul are o secțiune pe axa longitudinală, ochii nu au încă pigment.

Dezvoltarea postembrionară începe odată cu eclozarea larvei și se încheie în momentul în care larva trece de la stadiul de alevin la cel de pui, când seamană în totalitate cu formele parentale și cuprinde stadiile 37-46. În momentul eclozării larvele au dimensiuni cuprinse între 10-12 mm (Onders și colab., 2011, p. 127-134). Corpul acestora este transparent și nepigmentat, observându-se orificiile nazale și ochii, iar în zona branhială se conturează primordiile arcurilor branhiale- fig. 3.5.

Stadiul 38 - începe la 48 de ore după eclozare, moment în care primordiile pectorale apar ca o creastă spre suprafață, pliul dorsal prezintă o lățire locală. Sunt vizibile mici umflături (viitoarele mustăți) și se separă stomacul de intestinul mijlociu (Costache, 2000, p. 144-148).

Se formează arcurile branhiale, inima pulsează, sângele are deja globule roșii, gura are forma unei adâncituri, însă nu este deschisă (Costache Mioara, 2004).

La eclozare larvele au o mobilitate redusă, înoată de jos în sus, iar când ajung aproape de suprafața apei cad pe fund, după care înoată înapoi către suprafață.

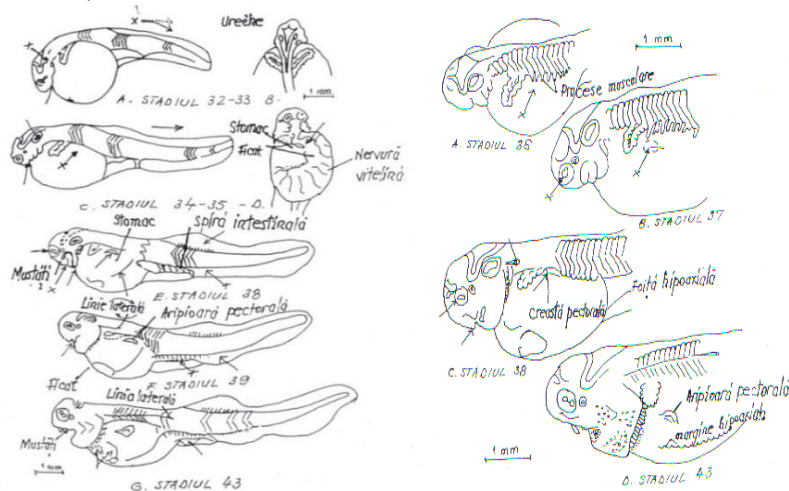


Fig. 3.5 Stadiile de dezvoltare 32-43 la specia *Polyodon spathula* (după Ballard și Nedham, 1964, citați de Costache Mioara, 2004)

Fig. 3.5 Stages of embryonic development 32-43 at *Polyodon spathula* breed (after Ballard and Nedham, 1964, cited by Costache Mioara, 2004)

Stadiul 39 - are loc la 72 de ore de la eclozare, gura larvelor se deschide, se vede tubul digestiv, iar larvele înoată permanent, manifestând un fototropism negativ.

Stadiul 40 - după 96 de ore de la eclozare se dezvoltă aparatul branhial, circulația sângelui ajunge la nivelul branhiilor, rudimentele înotătoarelor pectorale sunt lungi, iar mustățile încep să fie bine evidențiate (Ballard și Needham, 1964, p. 465-477).

Stadiul 41 - la 120 de ore de la eclozare în intestinul mijlociu se găsește lichid biliar galben, cavitatea pericardică începe să ocupe spațiu mai mic decât ficatul. Corespunde stadiului 41 de dezvoltare (Costache Mioara, 2004).

Stadiul 42 - după 144 de ore de la eclozare lățimea înotătoarelor ventrale egalează membrana înotătoarelor pectorale pe care le separă, o parte mică din vitelus mai rămâne în intestinul mijlociu, iar larvele înoată în masa apei - fig. 3.6.

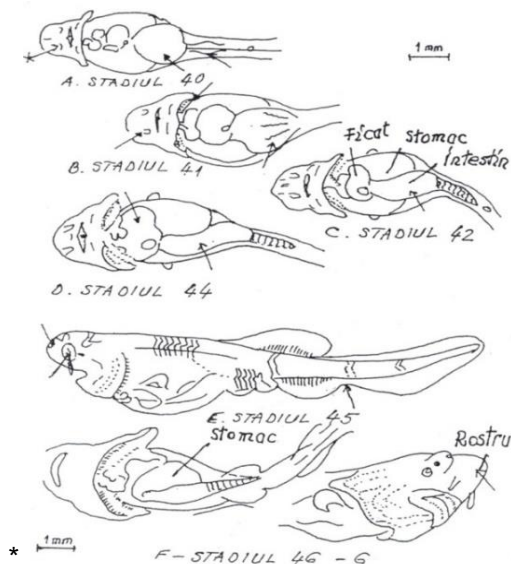


Fig. 3.6 Stadiile de dezvoltare 40-46 la specia *Polyodon spathula*  
(după Ballard și Nedham, 1964, citați de Costache Mioara, 2004)

Fig. 3.6 Development stages 40-46 at *Polyodon spathula* breed (after Ballard and Nedham, 1964, cited by Costache Mioara, 2004)

Stadiul 43 - la 168 de ore de la eclozare înotătoarea dorsală nu este separată de cea caudală, ventralele sunt lățite și depășesc pliul median, se formează rostrul. Intestinul mijlociu nu mai are vitelus și apare ca un tub îngust. Operculele acoperă arcurile branhiale, larvele trecând la hrănirea mixtă (Costache 2008, p. 55-71).

Stadiul 44 - la 192 de ore de la eclozare sacul vitelin este aproape resorbit, larvele trec la hrănirea mixtă și înoată orizontal (Costache, Mioara, 2004).

Stadiul 45 - la 216 ore de la eclozare, când dispăre pliul dintre înotătoarele ventrale și dintre caudală și dorsală, mustățile, rostrul, ochii și gura sunt bine evidențiate, iar tubul digestiv comunică cu vezica înotătoare (Ballard și Needham, 1964, p. 465-477).

Stadiul 46 - la 240 ore de la eclozare rostrul are lungimea de 1 mm, larvele au o lungime de 14 - 16 mm și cântăresc cca. 30 mg (Onders și colab., 2011, p. 127-134).

După 16 zile de la eclozare, puii ajung la lungimi de 23-25 mm și greutatea de 55 - 60 mg. Aceștia se hrănesc prin capturarea zooplanctonului, ajutat de dinții numeroși ce sunt dispuși atât pe buze cât și pe bolta palatină (Costache Mioara, 2004).

La trecerea a 25 de zile de la eclozare, puii au lungimi cuprinse între 50-80 mm și cântăresc cca. 3-5 g. Aceștia se hrănesc atât prin capturarea exemplarelor de zooplancton cât și prin filtrarea apei din bazinele de creștere.

### 3.5. DATE DIN LITERATURA DE SPECIALITATE ASOCIATE TEHNOLOGIEI DE REPRODUCERE ARTIFICIALĂ

Specia *Polyodon spathula* a fost supusă numeroselor studii legate de crioconservarea spermei, conservarea de scurtă durată, caracteristicile spermei (durata mobilității, soluții de activare), constituirea de linii heterogametice, făcute de: Brown și Mims, 1999; Horvat și colab., 2010, p. 715-719; Linhart și colab., 2000, p. 454-460, 2001,

2003, p. 203-205, 2006, p. 389-394; Mims și colab., 1991, p. 224-229, 1997, p. 334-343, 2000, p. 121-129, 2005, p. 340-343; Ciereszko și colab., 2000, p.197-203; Cosson și colab, 2000., p. 1348-1367.

Studii legate de crioconservarea spermei au fost făcute de Brown și Mims, 1999, care au reușit să păstreze sperma, inițial combinată cu un mediu crioprotectant și ambalată în paiete de 5 ml. Studii asemănătoare dar cu rezultate mai bune au fost făcute și de, Mims și colab., 2001, p. 391-398; Linhart și colab., 2006, p. 389-394 și Horvat și colab., 2010, p. 715-719.

Mobilitatea spermatozoizilor a fost studiată de Cosson și colab., 2000, p. 1348-1367. Acesta a observat că viteza spermatozoizilor, la începutul activării este de 175-250  $\mu\text{m/s}$  și scade la 50-100  $\mu\text{m/s}$  după 3-6 minute de la activare. Linhart și colab., 2000, p. 456-460, ne oferă date legate de spermiția masculilor de polyodon injectați cu LHRH-A și Hipofiză de crap. Date legate de soluții de activare a spermatozoizilor, mobilitatea acestora și conservarea de scurtă durată a acestora ne sunt oferite de Mims, 1991, p. 224-229.

Inducerea ginogenezei meiotice în vederea obținerii de linii monosex a fost studiată de Mims și colab., 1997, p. 334-343, 1998, 2005, p. 340-343. Inducerea ginogenezei s-a făcut prin diploidizarea ovulelor și fecundarea cu spermă inactivată genetic ce provenea de la o altă specie (*Scaphinynchus platorynchus*). După eclozare, la 20 de zile, înainte de începerea diferențierii sexuale, descendenților ginogenetici le-au fost implantate capsule care eliberează lent metiltestosteron. Au rezultat aproximativ 90% femele.

**PARTEA A II-A**  
**CERCETĂRI PROPRII**

---

## 4. SCOPUL, OBIECTIVELE ȘI ORGANIZAREA CERCETĂRILOR

### 4. AIM, GOALS AND DESIGN OF RESEARCH

---

#### 4.1. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRILOR

Apa, cu toate bogățiile sale, a fost dintotdeauna o resursă îndelung exploatată. Sturionii, considerați fosile vii, sunt peștii cei mai vechi care populează apele globului și care au constituit hrană pentru om încă din antichitate.

Cererea mare a sturionilor este dată nu numai de calitatea cărnii și a icrelor ce au un gust deosebit, dar și de multe subproduse, omul neînțelegând faptul că aceștia sunt o resursă limitată, restrânsă la o familie, cu majoritatea speciilor pe cale de dispariție, iar unele chiar dispărute.

Acclimatizarea speciei *Polyodon spathula* a avut rolul de a scădea presiunea exercitată de pescuitul excesiv al stocurilor de sturioni din apele naturale și de a se înlocui, treptat, novacul din formulele de populare, considerat a avea o carne calitativ inferioară.

Introducerea în cultură a speciei *Polyodon spathula* a avut ca scop și utilizarea întregului potențial trofic natural al bazinelor, creșterea producției obținută pe unitatea de suprafață, diversificarea sortimentală a producției, creșterea calității cărnii, creșterea eficienței economice și a rentabilității exploatației. Ritmul de creștere pe care specia îl are, net superior ciprinidelor (poate ajunge la greutate de până la 1 kg în prima vară, 2-3 kg în a doua și 4-6 kg în vara a treia), spectrul nutritiv al acesteia (consumă cu predilecție zooplancton la fel ca și novacul) și posibilitatea de creștere în policultură cu celelalte specii autohtone au făcut ca procesele de acclimatizare a speciei să fie intens cercetate.

În România cercetări legate de specia *Polyodon spathula* au fost întreprinse începând cu anul 1992 și până în prezent în principal la Stațiunea de Cercetări Piscicole Nucet dar și în alte regiuni ale țării. S-a studiat creșterea speciei corespunzătoare diferitelor stadii de dezvoltare, hrănirea și comportamentul de hrănire, tehnologia de reproducere artificială a speciei, dezvoltarea embrionară și postembrionară, calitatea cărnii speciei.

Aceste argumente dar și faptul că pescuitul sturionilor autohtoni este interzisă, creează premise favorabile dezvoltării acvaculturii acestei specii.

Cercetările legate de această specie au fost efectuate, marea lor majoritate, în zona Munteniei, de aceea consider oportună efectuarea de noi cercetări în zona Moldovei legate de tehnologia reproducerii artificiale și tehnologiile de creștere. De asemenea, faptul că cercetările legate de reproducerea artificială a speciei s-au făcut la nivelul unei Stațiuni de Cercetare-Dezvoltare pentru Piscicultură, (SCDP Nucet), care are în dotare aparatură și tehnică specifică reproducerii artificiale și personal calificat pentru aceasta, face oportună dezvoltarea cercetărilor la nivelul unei ferme piscicole, principalul argument fiind scăderea prețului pe exemplar achiziționat și creșterea supraviețuirii datorită faptului că puietul nu mai trebuie transportat de la o distanță mare.

Scopul principal al acestei lucrări este acela de îmbunătățire a tehnologiei de reproducere artificială a speciei *Polyodon spathula*, la nivelul unei ferme piscicole, prin

efectuarea diferitelor studii cu privire la selectarea reproducătorilor prin diferite metode, optimizarea folosirii hormonilor de reproducere, conservarea de scurtă durată a materialului seminal, găsirea unor noi soluții de desclieiere, dezvoltarea de noi tehnologii de creștere a larvelor care să ducă la o supraviețuire superioară și dezvoltarea metodelor de cultivare a hranei vii (cladocere și nematode).

Caracterul de noutate este dat de faptul că întreg lotul de reproducători a fost crescut în cadrul unei ferme piscicole locale, s-a urmărit dezvoltarea acestora de la stadiul de pui de 25 de zile până la cel de reproducător matur, reproducerea artificială s-a făcut în nord-estul Moldovei, zonă cu condiții climatologice diferite față de SCDP Nucet, iar reproducătorii provin dintr-un lot aclimatizat, originar din SUA, ceea ce întărește afirmația că specia s-a aclimatizat și în România.

Ideea principală ce a stat la baza acestui studiu a fost, înlocuirea din formulele de populare a heleșteiilor de creștere, a speciei *Aristichthys nobilis* (novac) cu specia *Polyodon spathula*, specie considerată mai valoroasă, care ar aduce un aport valoric mai mare pe unitatea de suprafață. La nivelul unei ferme piscicole de dimensiunea Fermei Piscicole Țigănași, cu suprafața de 180 de ha luciu de apă, necesarul anual de novac pentru populare este de 60 000 bucăți pui predezvoltați, 30 000 bucăți pui de vara I și 12 000 bucăți pui de vara a II-a. În vederea înlocuirii novacului din formulele de populare cu polyodon, prețul plătit pentru aceste cantități ar fi fost prea mare, singura variantă plauzibilă, din punct de vedere economic, fiind, asigurarea proprie a puietului, prin realizarea reproducerii artificiale, în cadrul fermei pentru specia *Polyodon spathula*.

Istoria speciei *Polyodon spathula* în această fermă este mai veche și începe cu anul 1992, când au fost aduși de la Stațiunea de Cercetări Piscicole Chișinău, prin intermediul cercetătorului Arkadie Vedrașco, atât polyodon cu vârste de 2-4 ani, cât și puiet cu vârsta de 25 de zile. Studii legate de creșterea acestor loturi, în condițiile SCPP Acvares Iași, au fost făcute de Matei, 1990, p. 99-127; Aicoboiaie, 1998, p.238-239. Dat fiind conjunctura acelor vremuri, loturile respective s-au pierdut. În fiecare an, începând cu anul 2002, când s-a reușit prima reproducere artificială a speciei *Polyodon spathula* la SCDP Nucet, Ferma Piscicolă Țigănași a cumpărat larve și puiet predezvoltat. Din primul lot de pui predezvoltați aduși, s-a păstrat un număr de 300 de exemplare, în vederea constituirii unui lot de reproducători. Din cele 300 de exemplare de polyodon, în urma deficienței proceselor tehnologice, a prădătorilor și a braconajului, au rămas doar 150 de exemplare care, după 12 ani, fac obiectul studiului meu.

Lucrarea își propune să contribuie la îmbunătățirea tehnologiei de reproducere artificială și acelei de dezvoltare postembrionară a speciei *Polyodon spathula*.

Principalele obiective ale acestei lucrări evidențiate și în planul general experimental - fig. 4.1, sunt:

- Cunoașterea caracteristicilor de mediu natural și a tehnologiilor de creștere;
- Selecția lotului de reproducători, determinarea gradului de maturare a gonadelor și a vârstei optime pentru reproducere;
- Stimularea maturării elementelor sexuale, colectarea, fecundarea și incubarea acestora;

- Dezvoltarea postembrionară a speciei și aplicarea unor metode diferite de cultivare a hranei vii.

Principalii indicatori urmăriți, conform primului obiectiv au fost evaluarea și determinarea condițiilor hidrologice și hidrobiologice ale apei de cultură (determinarea parametrilor fizico-chimici și hidrobiologici ai apei) astfel încât rezultatele obținute să reliefeze dacă apa tehnologică a influențat sau influențează în mod pozitiv sau negativ creșterea și dezvoltarea unui lot de reproducători din specia *Polyodon spathula* precum și atingerea maturității sexuale a acestora.

Al doilea indicator urmărit, conform primului obiectiv, a fost evidențierea tehnologiilor de creștere a speciei de la vârsta de 25 de zile până la vârsta de exemplar matur, apt pentru reproducere fapt ce s-a realizat în cadrul fermei pe parcursul a 12 ani.

Obiectivul al II-lea, a avut ca principalii indicatori urmăriți determinarea gradului de maturare a gonadelor și a vârstei optime de reproducere, determinări bazate pe metoda biopsiei și selectarea unui lot de reproducere, atât prin analiză vizuală cât și prin folosirea unor indici de apreciere corporală. Pentru realizarea acestora, lotul a fost separat pe sexe, reproducătorii au fost mășurați și cântăriți, li s-au calculat diferiți indici corporali (indicele de profil, indicele de grosime, indicele de calitate, indicele Fulton), pentru evidențierea atât a stării acestora de întreținere dar și pentru a depista eventuale diferențieri ale lotului de femele față de lotul de masculi, pentru a face mai ușoară selectarea acestora. Selectarea finală a reproducătorilor apti a se folosi la reproducerea artificială s-a făcut prin determinarea coeficientului de polarizare a nucleului icrelor și prin determinarea mobilității spermatozoizilor, prin metoda Persov.

Obiectivul al III-lea a avut ca scop dezvoltarea cunoștințelor cu privire la diferiți hormoni folosiți la stimularea maturării elementelor sexuale, colectarea icrelor și a lapților prin diferite metode, fecundarea, descleierea și incubarea în incubatoare specifice speciei. Pentru determinarea celui mai eficient hormon de reproducere, s-a făcut un studiu comparativ între produsul LHRH-A, de proveniență americană și produsul Nerestin 5A, de proveniență rusească. Tot în cadrul acestui obiectiv, dar în următorul an de experiențe realizate pe specia *Polyodon spathula*, s-a realizat un studiu cu privire la optimizarea folosirii preparatului hormonal Nerestin 5A la stimularea reproducătorilor din specia *Polyodon spathula*. S-a studiat, de asemenea și posibilitatea de păstrarea de scurtă durată a materialului seminal recoltat de la specia *Polyodon spathula*, precum și folosirea unei noi substanțe de descleiere (enzime alcalaze, *Bacillus licheniformes*).

Al IV-lea obiectiv a avut scopul de a evidenția dezvoltarea postembrionară a speciei, creșterea larvelor în diferite densități, sisteme și bazine de creștere, precum și asigurarea de hrană vie prin cultivarea nematodelor *Enchytraeus buchholzi* și *Enchytraeus albidus* precum și a cladocercilor *Daphnia sp.* și *Moina sp.* Pentru realizarea acestora s-a făcut un studiu comparativ cu privire la creșterea larvelor în sistem intensiv, în perioada 1-20 zile și 20-40 de zile. S-a experimentat cultivarea cladocercilor în bazine de pământ și s-a comparat eficiența metodei față de culegerea acestora din heleșteiele de creștere mai mari. În cadrul acestui studiu, s-a testat o tehnologie de cultivare a nematodelor *Enchytraeus buchholzi* și *Enchytraeus albidus* în caserole de plastic.

**Contribuții privind îmbunătățirea tehnologiei de reproducere artificială și de dezvoltare postembrionară la specia *Polyodon spathula***

Materialul biologic utilizat: Reproducători din specia *Polyodon spathula*

**Obiective Urmărite**

Contribuții privind cunoașterea înșușirilor de mediu natural și a tehnologiilor de creștere

**INDICATORI URMĂRIȚI:**

- Rezultate privind înșușirile hidrologice și hidrobiologice ale apei de cultură în unitatea de creștere;
- Rezultate privind tehnologia de creștere în vara I în sistem extensiv, în bazine de pământ;
- Rezultate privind tehnologia de creștere în vara a II-a în sistem semiintensiv în policultură cu ciprinide, siluride, percide;
- Rezultate privind tehnologia de creștere a speciei *Polyodon spathula*, în sistem semiintensiv în policultură cu ciprinide, siluride, percide, în vederea constituirii lotului de reproducători.

Contribuții privind selecția lotului de reproducători și a vârstei optime pentru reproducere

**INDICATORI URMĂRIȚI:**

- Repartizarea pe sexe a lotului în vederea reproducerii;
- Rezultate privind selecția lotului de reproducători în funcție de determinările gravimetrice și dimensionale ale speciei *Polyodon spathula* și calcularea unor indici corporali:
  - Calcularea Indicelui de profil;
  - Calcularea Indicelui de grosime;
  - Calcularea Indicelui de calitate;
  - Calcularea Indicelui de Fulton;
- Rezultate privind selecția lotului de reproducători în funcție de gradul de maturare al gonadelor;
- Determinarea mobilității spermatozoizilor după metoda Persov.

Contribuții privind stimularea maturării elementelor sexuale, colectarea, fecundarea și incubarea acestora

**INDICATORI URMĂRIȚI:**

- Cercetări privind utilizarea diferiților tipuri de hormoni și preparate hormonale folosite în reproducerea artificială a speciei *Polyodon spathula*;
- Cercetări privind optimizarea folosirii preparatului hormonal Neresțin 5A în funcție de temperatura apei;
- Rezultate privind colectarea produselor seminale;
  - Cercetări privind păstrarea de scurtă durată a spermei de *Polyodon spathula*;
- Rezultate privind fecundarea produselor seminale;
- Rezultate privind descleierea icrelor fecundate;
  - Cercetări cu privire la îmbunătățirea etapei de descleiere a icrelor fecundate;
- Rezultate privind incubarea icrelor fecundate;
- Rezultate privind reproducerea artificială a speciei *Polyodon spathula* în exploatarea piscicolă.

Contribuții privind dezvoltarea postembrionară a speciei și diferite metode de cultivare a hranei vii

**INDICATORI URMĂRIȚI:**

- Influența densităților de populare asupra dezvoltării postembrionare și performanțelor de creștere;
  - Studiu comparativ cu privire la influența densității și a tehnologiei de creștere în sistem intensiv, în perioada 1-20 zile, a larvelor de *Polyodon spathula*;
  - Studiu comparativ cu privire la influența densității și a tehnologiei de creștere în sistem intensiv, în perioada 20-40 zile, a larvelor de *Polyodon spathula*;
- Contribuții privind metode de cultivare a cladocercelor (*Daphnia sp.* și *Moina sp.*) și a Nematodelor (*Enchytraeus buchholzi*, *Enchytraeus albidus*) folosite în hrana larvelor de *Polyodon spathula*;

Fig. 4.1 Plan general experimental  
Fig. 4.1 Design of experimental plan

## 4.2. MATERIALUL BIOLOGIC STUDIAT ȘI METODELE DE LUCRU UTILIZATE

### 4.2.1. Materialul biologic studiat

În vederea realizării cercetărilor, materialul biologic a fost reprezentat de 150 de exemplare de *Polyodon spathula* – fig. 4.2, cu vârsta de 12 ani. Inițial, lotul a fost compus din 300 de exemplare, supraviețuirea, după 12 ani fiind de 50%.

Din acest efectiv, în funcție de obiectivele specifice alese, s-au format 6 loturi a câte 5 indivizi pe lot, 3 loturi de femele și 3 de masculi de posibili reproducători ce au fost supuși la anumite studii specifice procesului reproductiv.



Fig. 4.2 Exemplar matur de *Polyodon spathula* (foto original)  
Fig. 4.2 Mature individual of *Polyodon spathula* (original photo)

Unele din cercetările efectuate au presupus separarea pe sexe a remonților, în femele - fig. 4.3 și masculi – fig. 4.4.



Fig. 4.3 Femelă de *Polyodon spathula* (foto original) Fig. 4.4 Mascul de *Polyodon spathula* (foto original)  
Fig. 4.3 *Polyodon spathula* female (original photo) Fig. 4.4 *Polyodon spathula* male (original photo)

În cei 12 ani în care au fost crescuți în fermă, indivizii din lotul inițial de 300 de polyodoni au trecut prin diferite procese tehnologice, astfel: în perioada de vară ei au

crescut într-un heleșteu de creștere vara a 3-a cu suprafața de 30 de ha, în policultură cu crap, coșă, sânger, novac și somn, toamna au fost pescuiți și parcați într-un bazin de iernare cu suprafața de 1 ha. În primăvară au fost din nou pescuiți și populați în heleșteul de creștere.

#### 4.2.2. Metode de lucru utilizate

În vederea realizării cercetărilor s-au folosit mai multe metode de lucru acreditate științific unitatea de lucru deținând mai multe echipamente și aparatură, adaptate cerințelor parametrilor urmăriți.

#### Determinarea parametrilor fizico-chimici ai apei

Stabilirea capacității biogene, a productivității piscicole și a capacității de producție a unui heleșteu depinde în mare măsură de calitatea fizico-chimică a apei, ce se apreciază cu ajutorul următorilor parametri: temperatură, oxigen dizolvat, pH, concentrația de clor, calciu, magneziu, fosfați, azotați și azotiți, amoniac (Simeanu Cristina, 2012). În funcție de valorile acestor indicatori se pot aplica diverse măsuri de ameliorare a calității apei, pentru o bună desfășurare a proceselor de creștere și dezvoltare a materialului piscicol.

Condițiile de creștere și calitatea fizico-chimică a apei influențează capacitatea reproductivă la specia *Polyodon spathula*. Astfel, dacă de exemplu apa are un conținut în oxigen mai mic de 6 mg/l, sau pH-ul nu se încadrează în valorile 7,8-8,5, specia nu se reproduce chiar dacă este stimulată hormonal.

Pentru a cunoaște calitatea apei în care au fost crescuți reproducătorii s-au măsurat o serie de parametri fizico-chimici, atât în perioada de vară, perioadă în care polyodonii reproducători au fost crescuți într-un heleșteu de creștere vara a III-a, cât și în perioada de iarnă, când aceștia au fost parcați într-un bazin de iernare.

Pe parcursul perioadei de monitorizare a parametrilor fizico-chimici ai apei s-a ținut cont de metodologia de lucru prevăzută în Ghidul general pentru stabilirea programelor de prelevare, SR-ISO 5667- 1/1998, Ghidul de prelevare a apelor din lacuri naturale și artificiale SR-ISO 5667-4/2000, stabilindu-se adâncimea și locul de prelevare a probelor (alimentare, evacuare).

Prelevarea probelor s-a făcut din trei locuri diferite, atât în heleșteul de creștere cât și în bazinul de iernare (de la alimentare, mijloc și evacuare), la adâncimea de 40 cm.

Oxigenul solvit s-a determinat, în mod obișnuit cu următoarea periodicitate:

- săptămânal, atunci când ultima determinare indică valori mai mari de 6 mg/l;
- la fiecare 3 zile, atunci când valorile s-au situat în intervalul 3 - 6 mg/l;
- zilnic, atunci când valorile determinate sunt mai mici de 3 mg/l.

Recoltarea probelor de apă s-a făcut întotdeauna la ora 8<sup>00</sup>.

Temperatura apei a fost monitorizată permanent, în heleșteul de creștere. Măsurătorile s-au efectuat la ora 8<sup>00</sup>, 14<sup>00</sup> și 20<sup>00</sup>, calculându-se media zilnică.

Măsurarea oxigenului solvit și a temperaturii s-a făcut cu aparatul Oxyguard HQ 30D – fig. 4.5.



Fig. 4.5 Aparat pentru măsurarea oxigenului solvit și a temperaturii Oxyguard HQ 30D (foto original)  
 Fig. 4.5 Device for measuring of solvit oxygen and temperature Oxyguard HQ 30D (original photo)

Ceilalți parametrii (pH, calciu, magneziu, clor, azotați, azotiți, fosfor, amoniac) au fost determinați o dată pe lună, probele de apă fiind luate la ora 8<sup>00</sup>, la adâncimea de 40 de cm și prelucrate la laboratorul de hidrochimie al Stațiunii de Cercetări pentru Acvacultură și Ecologie Acvatică, Iași.

### Determinarea parametrilor hidrobiologici ai apei

Planctonul reprezintă o verigă importantă a lanțurilor trofice din ecosistemele acvatice, constituind cea mai valoroasă sursă de hrană pentru peștii planctonofagi, dar și pentru alte specii, în primele stadii ale dezvoltării ontogenetice. Planctonul se împarte în: fitoplancton (reprezentat de diferite tipuri de alge din masa apei), zooplancton și bentos (reprezentat de diferite tipuri de organisme animale din masa apei și de pe vatra bazinului).

Transferul de energie și substanțe de la producătorii primari la consumatori este asigurat de către zooplancton (Miron, 1995, cit. de Simeanu Cristina 2012).

Probele prelevate au fost supuse analizei și prelucrate, după metoda numărării pe specii și a calculării densității pe unitatea de volum de apă. Rezultatele obținute pun în evidență densitatea numerică frecventă și dominantă a formelor planctonice. Probele au fost analizate microscopic.

- Densitatea algală se calculează după formula:

$$X = \frac{20xBxC}{Dx0,03xnxA} \times I$$

X= numărul de alge din volumul de apă V;

20= latura lamelei microscopice în mm;

B= volumul de sediment algal în ml;

C= volumul de concentrat algal rămas după centrifugare;

D= diametrul câmpului vizual în mm (în funcție de ocularul folosit);

0,03= volumul unei picături de concentrat algal în mm;

n= numărul de câmpuri microscopice analizate;

A= volumul de sediment algal dintr-o eprubetă de centrifugă (ml);

I= numărul total de alge numărate în cele n câmpuri (nr. alge).

- Biomasa algală se calculează după ce a fost identificată fiecare specie.

Calculul biomasei algale se face după aceeași formulă, înlocuind factorul I cu factorul M (biomasă totală a algelor numărate în cele n câmpuri).

Pentru analiza structurii zooplanctonului din heleșteul studiat au fost calculați anumiți parametri și indici biocenotici cum ar fi: abundența numerică, densitatea, biomasa.

- Densitatea numerică reprezintă numărul de exemplare raportate la un litru.

Se calculează după formula:

$$X = \frac{Vxn}{S}$$

X= numărul de indivizi raportat la volumul V;

V= volumul de apă filtrată;

S-volumul de sediment rămas după filtrare;

n= numărul de indivizi dintr-o cameră de numărare.

Calculul densității numerice raportată la un litru de apă se face folosind regula de trei simple.

- Abundența numerică reprezintă numărul de indivizi dintr-o specie raportați la numărul total dintr-o probă. Se exprimă în procente.

Biomasa reprezintă greutatea zooplanctonului, în mg/litru de apă. Se calculează după ce fișa de calcul a zooplanctonului este completată în coloana cu biomasă medie, ce se exprimă fie în greutate umedă fie în greutate uscată (Florea Luiza, 2006).

Se calculează după formula:

$$Y = \frac{VxB}{S}$$

Y= biomasă raportat la volumul V;

V= volumul de apă filtrată;

S-volumul de sediment rămas după filtrare;

B= biomasă dintr-o cameră de numărare.

- Abundența gravimetrică se calculează raportând biomasa unei specii la biomasa totală a unei probe. Este exprimată în procente.

La fel de important ca și fito și zooplanctonul este și bentosul. Acesta este reprezentat de organisme animale dar și vegetale ce trăiesc în sedimente sau pe acestea și au dimensiuni macroscopice sau microscopice. Caracteristica comună a acestor organisme este faptul că au afinitate pentru mediile încărcate în materii organice. Biomasa bentonică este formată în proporție de 75% din larve de insecte și viermi (Cuvinciuc, 2002).

Zoobentosul se analizează în laborator, după ce probele au fost recoltate cu ajutorul dragăi de tip Marinescu a cărei suprafață de prelevare este de 225 cmc. Determinările gravimetrice s-au efectuat pe material fixat aflat în stare umedă. Probele sunt spălate sub jet de apă pentru îndepărtarea sedimentelor deasupra unei site. Se analizează toate speciile găsite și se numără pe specii sau grupe taxonomice mari

În ciclul ei de dezvoltare, specia *Polyodon spathula* consumă de la diferite specii de viermi în primele zile ale vieții până la zooplancton, mai rar sau puțin fitoplancton, detritus și unele specii de insecte. Ponderea zooplanctonului în hrana unui exemplar matur este de peste 80%.

Pe parcursul unui an, cantitatea de zooplancton variază și prezintă două maxime: la sfârșitul primăverii, perioada mai-iunie, odată cu creșterea intensității luminoase și a temperaturii apei, și la începutul toamnei, sfârșitul lunii august, începutul lunii septembrie (Pricope și colab., 2004, p. 27-33).

Recoltarea probelor s-a făcut la ora 8<sup>00</sup> cu fileul planctonic, respectiv dragă tip Marinescu iar prelucrarea lor s-a făcut în Laboratorul de hidrobiologie al Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Acvacultură și Ecologie Acvatică, Ezăreni.

### **Determinări legate de tehnologia de creștere a speciei *Polyodon spathula***

Determinările legate de tehnologiile de creștere au avut ca scop evidențierea dezvoltării corporale pe parcursul întregii perioade de creștere, de la vârsta de puiet de 25 de zile, până la vârsta de reproducător matur, apt pentru reproducere. Pentru evidențierea acestora, principalii bioindicatori urmăriți au fost: densitățile de populare, greutatea la populare, lungimea totală, supraviețuirea, greutatea la recoltare și producția la hectar.

Densitatea de populare este foarte importantă, între aceasta și producția realizată existând o corelație pozitivă cu privire la producția la hectar, gradul de utilizare a hranei sau calitatea apei. În experimentele noastre, densitatea de populare folosită a fost mică, specia fiind crescută ca o specie suplimentară. Informații cu privire la diferite densități de populare ne sunt oferite de diferiți cercetători: Cristea și colb., 2003, p. 24-30; Costache Mioara și colab., 2004; Păsărin, 2007.

Densitatea de populare a fost calculată după formula:

$$N = \frac{Z}{z} + V \text{ (buc.)}$$

Unde: N = număr de exemplare;

Z = producția posibilă pe unitatea de suprafață (kg);

z = sporul mediu de creștere (kg);

V = pierderi.

Greutatea și lungimea totală, atât la populare cât și la recoltare, au fost determinate direct, prin cântărire cu ajutorul cântarului electronic și măsurare cu ajutorul ihtiometrului.

După numărarea exemplarelor pescuite, s-a făcut raportarea la totalul exemplarelor populate și s-a calculat procentul de supraviețuire.

### **Determinări gravimetrice și dimensionale**

Evidențierea stării de sănătate a unui material piscicol precum și adaptabilitatea la diferiți factori de mediu se poate face cu ajutorul măsurătorilor corporale și a cântăririlor (Pagu, 2013). Această metodă poartă denumirea de biometrie și presupune determinarea variabilității a anumitor caractere la grupe de indivizi, date reliefate în urma măsurării, a cântăririlor și a prelucrării datelor obținute cu ajutorul statisticii (Nistor, 2013). Practica biometriei este foarte importantă, prin aceasta putem evidenția dacă o anumită populație din specia studiată își păstrează constante anumite caractere față de media grupului, raportate la elemente variabile, cum ar fi mediul de creștere sau vârsta exemplarelor.

Principalele instrumente folosite la determinarea diferitelor caractere metrice (lungimi, grosime) și gravimetrice (greutatea) sunt: ihtiometrul - fig. 4.6, ruleta șublerul, panglica de croitorie, cântarul și balanță analitică.

Ihtiometrul – fig. 4.6 este alcătuit din două plăci gradate, una orizontală și una verticală, principalul avantaj al folosirii acestuia fiind manipularea mai redusă a materialului piscicol și posibilitatea cumulată de a înregistra date biometrice (lungime, lățime, înălțime, grosime și diametru).



Fig. 4.6 Ihtiomtru (foto original)  
Fig. 4.6 Ihtiomter (original photo)

Măsurătorile de lungime și greutate corporală au fost efectuate în conformitate cu metodele descrise în literatura de specialitate (Păsărin, 2003; Macovei Valerica, 2008; Simeanu Cristina, 2010; Nistor, 2012; Pagu, 2012; Măgdici, 2014) - fig. 4.7.

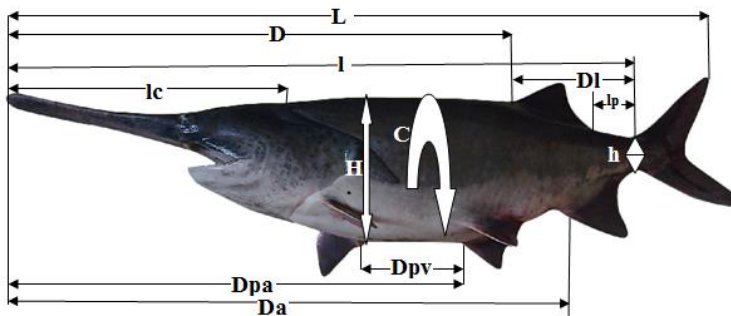


Fig. 4.7 Măsurători somatice la specia *Polyodon spathula* (foto original)  
Fig. 4.7 Somatic measurements at *Polyodon spathula* breed (original photo)

L - lungimea totală a peștelui; I - lungimea standard a corpului; lc - lungimea capului; H - înălțimea maximă a corpului; G - grosimea maximă a corpului; C - circumferința maximă a corpului; lp - lungimea pedunculului caudal; h - înălțimea minimă a corpului; D - distanța predorsală; D1 - distanța postdorsală; Da - distanța preanală; Dpv - distanța dintre pectorală și ventrală; Dpa - distanța dintre pectorală și anală.  
L – total length of fish; I – standard length of body; lc – length of head; H – maximum height of body; G – maximum thickness of body; C – maximum circumference of body; lp – length of caudal peduncle; h – minimal height of body; D – pre-dorsal distance; D1 – post-dorsal distance; Da – pre-anus distance; Dpv – distance between pectoral and ventral; Dpa – distance between pectoral and anal

Principalele măsurători efectuate la reproducătorii de *Polyodon spathula* sunt:

- (L) - lungimea totală a peștelui – se măsoară începând de la partea anterioară a rostrului și până la marginea părții posterioare a înotătoarei caudale (Păsărin, 2007);
- (I) - lungimea standard a corpului – reprezintă lungimea măsurată de la vârful rostrului și până la baza înotătoarei caudale. Conform literaturii de specialitate, lungimea standard se măsoară de la vârful botului peștelui și până la ultimul rând de solzi ce se află la baza înotătoarei caudale (Macovei, Valerica, 2008; Nistor și colab., 2012; Măgdici, 2015), având în vedere faptul că specia nu are solzi, lungimea standard va fi măsurată de la vârful rostrului și până la baza înotătoarei caudale.
- (lc) - lungimea capului – reprezintă lungimea măsurată de la vârful rostrului și până la margine posterioară a operculului ce acoperă branhiile;
- (H) - înălțimea maximă a corpului – reprezintă porțiunea corpului cea mai înaltă, măsurată de la linia dorsală până la linia dorsală;
- (G) - grosimea maximă a corpului – reprezintă distanța măsurată acolo unde grosimea corpului este cea mai mare.

## Calcularea indicilor și coeficienților de creștere

Corelarea măsurătorilor biometrice cu starea de sănătate, forma corporală a peștilor respectiv capacitatea reproductivă, se poate calcula după indici corporali și coeficienți de creștere specifici (Grozea, 2007).

În urma măsurătorilor corporale făcute (lungime totală, standard, a capului, a pedunculului caudal, maximă a corpului, grosimea maximă a reproducătorilor), a măsurării distanței nucleului față de membrana icrei, s-au calculat indicii următori:

### • Indicele de profil (înălțimii)

- Calcularea acestui indice permite evidențierea formatului corporal al reproducătorului, astfel putând încadra o anumită populație într-un anumit profil (Bud și colab., 2004, Pagu, 2013)

Indicele se calculează după formula:

$$I_p = \frac{l}{H}$$

unde:  $I_p$  = indicele de profil;

$l$  = lungimea standard a corpului (cm);

$H$  = înălțimea maximă a corpului (cm).

Pentru selecția reproducătorilor se vor reține exemplarele cu indicele de profil cel mai mic, deoarece, valorile mici ale acestuia reflectă o masă musculară bogată (Măgdici și colab., 2014).

### • Indicele de calitate (Kiselev)

Acesta evidențiază calitatea reproducătorilor și se stabilește după relația lui Kiselev.

Indicele se calculează după formula:

$$IC = \frac{l}{c}$$

unde:  $IC$  = indicele de calitate;

$l$  = lungimea standard a corpului (cm);

$c$  = circumferința maximă a corpului (cm).

Este un indicator al dezvoltării corporale normale a reproducătorului. Prin calculul acestuia putem să ne dăm seama de calitatea unui reproducător fără a face alte măsurători (Nistor, 2012).

### • Indicele de grosime

Calcularea acestui indice ne oferă informații cu privire la lățimea musculaturii raportată la înălțimea maximă a corpului. Indicele exprimă lățimea spinării.

Indicele se calculează după formula:

$$I_g = \frac{G \times 100}{H}$$

unde:  $I_g$  = indicele de grosime (%);

$G$  = grosimea maximă a corpului (cm);

$H$  = înălțimea maximă a corpului (cm).

### • Indicele Fulton (coeficientul de îngrășare sau indice de întreținere)

Acest indice oferă informații referitoare la starea de întreținere a reproducătorilor.

Indicele se calculează după formula:

$$li = \frac{m \times 100}{l^3}$$

unde: li = indicele de întreținere (%);

m = masa corporală (g);

l = lungimea standard a peștelui (cm).

Cu cât valoarea acestui indice este mai mare cu atât starea de întreținere a reproducătorului este mai bună (Pagu, 2012).

#### • Indicele carnozității

Calcularea acestui indice oferă informații referitoare la ponderea în procente a capului sau pedunculului caudal raportat la lungimea corpului.

Indicele se calculează după formula:

$$I_c = \frac{l_c \times 100}{l} \quad \text{sau} \quad I_c = \frac{l_p \times 100}{l}$$

unde: I<sub>c</sub> = indicele carnozității (%);

l<sub>c</sub> = lungimea capului (cm);

l<sub>p</sub> = lungimea pedunculului caudal (cm);

l = lungimea standard a corpului (cm).

Valorile mici ale acestui indice reflectă o carnozitate mare (Grozea, 2002)

#### • Indicele de polarizare a nucleului icrelor sau coeficient de polarizare

Determinarea stadiului de maturare al ovarelor femelelor de sturioni se poate face prin analiza poziției nucleului în ovocit, denumit indice de polarizare a nucleului sau coeficient de polarizare (Kazanski, 1978). Metoda a fost elaborată de specialiștii ruși și folosită la aprecierea maturării gonadelor la sturionii din familia *Acipenseridae*. Aceasta a fost preluată și folosită și la reproducerea artificială a speciei *Polyodon spathula*. Metoda presupune extragerea unor ovule din cavitatea abdominală a femelelor cu ajutorul unei sonde, fierberea acestora, secționarea pe axa pol animal-pol vegetal și măsurarea distanțelor nucleului față de membrană - fig. 4.8.

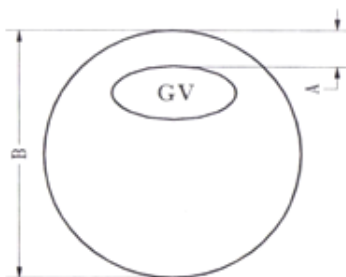


Fig. 4.8 Reprezentare schematică a unui ovul secționat (după: Patriche, 1998)

Fig. 4.8 Schematic representation of a sectioned ovule (after Patriche, 1998)

Indicele se calculează după formula:

$$I_p = \frac{A}{B}$$

unde: I<sub>p</sub> = indicele de polarizare (mm);

A= distanța de la nucleu la marginea ovocitului spre polul animal (mm);

B = distanța de la polul animal la polul vegetal (mm);

Indicele de polarizare are diferite valori, în funcție de stadiul în care se află ovocitele la acel moment. Valoarea acestui indice între intervalul 0,05-0,07 corespunde cu stadiul IV desăvârșit de maturare a gonadelor, stadiu în care se poate realiza reproducerea artificială prin stimularea hormonală a reproducătorilor, după efectuarea a două doze de hormon.

### Evaluarea mobilității spermei

Evaluarea mobilității spermei s-a făcut după metoda scării lui Persov (Persov, 1941 citat de Chebanov și Galich, 2013, p. 88 și Barbacariu, 2016, p. 95-100).

Conform acestei metode mobilitatea spermatozoizilor poate fi împărțită în mai multe scale:

- 5 puncte - mișcare rapidă și de înaintare a tuturor spermatozoizilor observați.
- 4 puncte - mișcarea este rapidă și de înaintare a majorității spermatozoizilor observați față de o minoritate care au mișcări în zig-zag și oscilatori.
- 3 puncte - mișcarea rapidă și de înaintare a spermatozoizilor este minoritară, iar mișcarea în zig-zag și oscilatorie predomină. Pot fi observați și spermatozoizi imobili.
- 2 puncte - mișcarea rapidă și de înaintare este aproape absentă. Se observă sporadic mișcare oscilatorie. Spermatozoizii imobili predomină (mai mult de 75 %).
- 1 punct - toți spermatozoizii sunt imobili.

Pentru a studia mobilitatea, probele de spermă au fost diluate în raport de 1:20 și la temperatura camerei, corespunzătoare celei când a fost obținut produsul seminal.

Evaluarea calitativă a spermei s-a făcut cu ajutorul microscopului de tip D-350 Optika – fig. 4.9.



Fig. 4.9 Microscop D-350 Optika (*foto original*)  
Fig. 4.9 D-350 Optika microscope (*original photo*)

Evaluarea exactă și imparțială a calității materialului seminal solicită utilizarea de metode moderne de citometrie în flux, care să permită măsurarea vitezei, traiectoria mecanică a celulelor germinale de sex masculin, concentrația, cantitățile de celule vii și moarte și a altor caracteristici.

## Evaluarea calității ovulelor

Calitatea icrelor și capacitatea acestora de fecundare se evaluează vizual prin examinarea uniformității de culoare, regularității formelor, lipsa de ovule resorbite și activate, transparența lichidului ovarian. Capacitatea icrelor de a se lipii în urma expunerii la apă poate, de asemenea, să fie un criteriu de evaluare a acestora. De exemplu la sturionul *Acipenser mikadoi*, momentul optim necesar pentru lipirea a 90-95 % din icre variază între 8-19 min post-inseminare, la morun 4-6 min, la păstrugă 5-12 minute (Chebanov, 2013, p. 90). Știindu-se momentul optim când icrele ar trebui să se lipească putem selecta ovulele de calitate cea mai bună.

### Păstrarea de scurtă durată a spermei de *Polyodon spathula*

Pentru aprecierea celei mai bune metode de conservare de scurtă durată a spermei de *Polyodon spathula* s-au folosit trei metode:

- Sperma a fost depozitată într-o seringă de unică folosință, de plastic, de 20 ml. În seringă au fost puși 2 ml de spermă iar restul până la 20 ml, aer;
- Sperma a fost depozitată într-un recipient de tip pack, de capacitatea de 200 ml, steril, închisă ermetic cu adaos de oxigen tehnic.
- Sperma a fost depozitată într-un recipient de tip pack, cu capacitatea de 200 ml, steril, închis ermetic, cu adaos de aer.

Depozitarea probelor s-a făcut în frigider, la o temperatură de 4°C.

Analiza probelor de spermă s-a făcut după, 2, 18, 36 și 48 de ore. A fost determinată mobilitatea spermatozoizilor după metoda Persov, 1941 și astfel s-a ales cea mai bună metodă de conservare de scurtă durată a acesteia.

### Determinarea procentului de fecundare

Pentru determinarea procentului de fecundare se folosește metoda concepută de cercetătorii Detlaff, Ginsgurg, Schmalhausen, 1993, p. 213.

Icrele se studiază când se află în faza a doua de diviziune, fază ce corespunde stadiului 5 de dezvoltare. La acest stadiu corespund 4 blastomere. Acest stadiu se regăsește la aproximativ 9 ore după fecundare, la o temperatură a apei de 13°C, la 4 ore dacă apa are 20°C sau la 3,5 ore, dacă apa are 24°C.

Înainte de a fi recoltate, icrele se omogenizează, prin amestecarea cu mâna. Pentru a fi analizate sunt recoltate aleatoriu 50-100 icre. Acestea se pun într-un vas Petri în care este apă tehnologică și se observă cu lupa sau stereomicroscopul. Se numără icrele care sunt normale, cele activate, polispermatică și icrele nefertilizate. După numărare se calculează procentul de fecundare raportând ponderea fiecărei categorii la total. Un procent de fecundare de 90% este considerat bun. Realizarea unui procent de fecundare sub 50% duce la renunțarea la acel lot de reproducători din motive economice.

### Evaluarea procesului de descleiere

Pentru a testa eficiența metodei de descleiere s-a folosit testul sticlei de ceas, descris de Kucharczyk, 2007. Metoda constă în verificarea aderenței icrelor prin punerea

unei mostre pe o bucată de sticlă de ceas. Astfel, icrele se așează pe o sticlă, se toarnă apă peste ele și se verifică dacă acestea aderă la sticlă sau se lipesc între ele.

### Determinarea procentului de eclozare

Eclozarea larvelor de *Polyodon spathula* nu se face sincron ci în trepte, putând să dureze și 2-3 zile. În fiecare incubator este știut numărul de icre puse la incubat. După eclozare, fiecare larvă este numărată și transvazată în bazinele de creștere a larvelor. După transvazarea acestora se va calcula procentul de eclozare.

### Metode de apreciere a calității larvelor

Există mai multe metode de apreciere a calității larvelor, respectiv:

- Evaluarea în funcție de schimbarea adâncimii apei;
- Evaluarea în funcție de capacitatea de înot a larvelor;
- Evaluare în funcție de forma sacului vitelin.

### Metode de prelucrare a datelor experimentale

Datelor experimentale li s-au aplicat o serie de calcule statistice, și anume: media aritmetică, varianța, abaterea standard a mediei și coeficientul de variabilitate. Diferențele între valorile folosite au fost analizate cu testul Fisher.

- Media aritmetica reprezinta o sinteza a tuturor valorilor individuale inregistrate si este descrisa de urmatoarea formula matematica:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

unde:  $\sum x$  - reprezinta suma tuturor valorilor individuale;

n - reprezintă numărul de înregistrări.

- Varianța (s<sup>2</sup>) denumită și pătratul mediei, oferă indicații asupra variabilității caracterului studiat și asupra gradului de dispunere a variabilei în jurul valorii centrale. Se calculează după relația de calcul:

$$s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}$$

unde:  $\sum x^2 = \sum (x - \bar{x})^2$  - suma pătratelor abaterilor față de medie.

n-1 -numărul gradelor de libertate

- Deviația standard (s) (abaterea standard a valorilor individuale) este prezentată în valori absolute specifice caracterului analizat. Variabilitatea unui caracter cercetat este direct proporțională cu mărimea deviației standard. Cu cât această mărime este mai ridicată, cu atât și variabilitatea caracterului analizat este mai mare și invers. Formula de calcul pentru deviația standard este:

$$s = \pm \sqrt{s^2}$$

- Abaterea standard a mediei ( $\pm s\bar{x}$ ) reflectă gradul de încărcare cu eroare a mediei aritmetice și indică limitele între care se află media adevărată. Formula utilizată pentru calcul este:

$$(\pm s\bar{x}) = \pm \frac{s}{\sqrt{n}}$$

- Coeficientul de variabilitate (V%) reprezintă măsura variabilității caracterului analizat și se exprimă procentual. Cu ajutorul acestui estimator există posibilitatea de comparare a gradului de variabilitate a diferitelor caractere ce au unități de măsură diferite. În funcție de mărimea coeficientului de variabilitate probele se apreciază ca fiind cu o variabilitate mică, când V are valori mai mici sau egale cu 10 %; cu variabilitate mijlocie, când V are valori cuprinse între 10 și 20 % și cu variabilitate mare când V are valori ce depășesc 20 %. Formula de calcul utilizată pentru V % este:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

- Testul Fisher este unul dintre cele mai cunoscute teste de omogenitate a varianțelor. Statistica acestui test este un raport al varianțelor. În cazul a două eșantioane,  $\hat{F} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$  valoarea tabelară s-a luat de la  $n_1-1$  și  $n_2-2$  grade de libertate pentru orice nivel de semnificație. Varianțele sunt omogene dacă  $\hat{F} < F_{1-\alpha}^{2-1}$ . Gradele de libertate ale probei cu varianța cea mai mare se consideră a fi  $n_1-1$ . Testul Fisher se poate folosi și în cazul mai multor eșantioane dacă este precedat de o analiză dispersională. Valoarea calculată F se obține raportând media pătratelor între probe la media pătratelor din interiorul lor. Citirea valorii critice se face ținând cont de gradele de libertate ale pătratului mediu cel mai mare și cel mai mic, indiferent de locul ocupat în raport ( $F_{GL}^{G1}$  pentru  $MP >$  și  $F_{GL}$  pentru  $MP < \alpha$ ).

Pentru testarea semnificației statistice a diferențelor dintre mediile caracterelor studiate s-a utilizat algoritmul ANOVA Single Factor, inclus în pachetul Microsoft Excel.

### 4.3. CADRUL NATURAL, ORGANIZATORIC ȘI INSTITUȚIONAL ÎN CARE S-AU DESFĂȘURAT EXPERIMENTELE

Cercetările experimentelor s-au desfășurat în cadrul a trei unități:

1. Ferma de Producție și Cercetări Piscicole, Țigănași, Iași, unitate ce aparține de societatea SC ACVARES SRL, firmă înființată în anul 2001, desprinsă din Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Acvacultură și Ecologie Acvatică, Ezăreni, Iași.
2. Laboratorul de Acvacultură, din cadrul Facultății de Zootehnie, USAMV, Iași.
3. Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Acvacultură și Ecologie Acvatică, Ezăreni, Iași, unitate ce aparține de Universitatea „Alexandru Ioan-Cuza”.

#### **Ferma de Producție și Cercetări Piscicole, Țigănași, Iași**

Pe lângă cercetare, firma SC Acvares SRL, are ca domeniu de activitate principal producția de pește, ce corespunde codului CAEN 0322, Acvacultura în ape dulci.

Ferma este situată la 2,1 km de DN 24 C, Iași - Ștefănești, aproape de localitatea Cîrniceni. Amplasarea acesteia în bazinul hidrografic al Prutului mijlociu, lângă Jijia inferioară, oferă condiții prielnice pentru creșterea crapului și a ciprinidelor asiatice.

Unitatea are o suprafață de 237 ha, din care luciu de apă efectiv 170 de ha.

Structura tehnologică și administrativă a fermei este următoarea:

- 5 heleștee de creștere puiet vara a II-a și pește marfă, cu o suprafață totală de 160 hectare;

- 2 bazine pentru iernat cu o suprafață de 1,6 hectare;
- 9 bazine folosite pentru reproducere natural dirijată la crap, somn, șalău, cu o suprafață totală de 7 hectare;
- 17 bazine experimentale și pentru parcare, cu o suprafață de 5 hectare;
- 3 bazine pentru parcare și prematurare reproducători cu suprafața de 0,6 ha;
- 1 bazin creștere puiet vara I, cu suprafața de 6,4 ha;
- clădire de birouri, magazie de furaje, magazie pentru depozitare, diguri, canale, silozuri, drumuri de acces, fânețe, etc. cu o suprafață de 52 ha.

Alimentarea fermei cu apă se face prin pompare, din două râuri: Prut și Jijia. Fiecare sursă de alimentare are câte o stație de pompare, debitul pompat fiind următorul:

- Debit apă pompată din râul Jijia, 3600 mc/oră;
- Debit apă pompată râul Prut, 1800 mc/oră.

Debitul pompat este estimativ, depinzând de starea pompelor, procentul de funcționalitate al acestora, uzura pompelor și a motoarelor.

Amenajarea piscicolă are forma dreptunghiulară, cu lungimea de 2600 m și lățimea de 900 m, poziția acesteia fiind pe direcția Est-Vest - fig. 4.10.



Fig. 4.10 Ferma Piscicolă Acvares, vedere din satelit (sursa: google maps)  
 Fig. 4.10 Acvares Fishery Farm, satellite view (source: google maps)

Ferma este specializată în creșterea crapului, în ciclu de 2 și 3 ani, circuitul acestuia fiind închis, cu aplicarea de tehnologii atât clasice cât și moderne, toate cu ameliorări substanțiale.

Producția de pește pe unitatea de suprafață variază, în funcție de categoria de vârstă crescută, astfel că la crapul de vara I poate ajunge la 4000-6000 kg/ha, la crapul de vara a II-a, la 3000-5000 kg/ha, iar la peștele marfă la 2000-4000 kg/ha.

Principala specie crescută în fermă este crapul românesc (*Cyprinus carpio*), societatea comercializându-l în diferite forme: crap de vara I, crap de vara a II-a, crap de vara a III-a (marfă), remonți și reproducători.

Pe lângă crap, în fermă se mai cresc diferite specii, în policultură cu acesta, pentru a acoperi diferite nivele trofice și pentru a rentabiliza procesul de producție. Astfel, amintim speciile: *Ctenopharingodon idella* (cosaș), *Hypophthalmichthys molitrix* (sânger), *Arystichtys nobilis* (novac), *Silurus glanis* (somon), *Stizostedion lucioperca* (șalău), *Carassius auratus gibelio* (caras), *Polyodon spatula* (lopatar), *Acipenser stellatus* (păstrugă), *Tinca tinca* (lin).

În cadrul fermei s-a amenajat o stație de reproducere artificială a peștilor utilată cu toate dotările necesare tehnologiei de reproducere artificială a peștilor. Reprezentarea schematică a stației este prezentată în Anexa I.

#### **Laboratorul de Acvacultură, din cadrul Facultății de Zootehnie, USAMV, Iași**

Cercetările legate de examinarea calității spermei și a conservării de scurtă durată a acesteia au fost făcute în cadrul Laboratorului de Acvacultură, ce aparține de Facultatea de Zootehnie din cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad”, Iași.

Facultatea a fost înființată în anul 1951, în cadrul Institutului Agronomic din Iași. Începând cu anul universitar 2001/2002 s-a înființat o specializare nouă: Piscicultură și Acvacultură, iar din anul universitar 2009/2010 alte două: Controlul și Expertiza Produselor Alimentare și Inginerie și Management în Alimentație Publică și Agroturism.

#### **Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Acvacultură și Ecologie Acvatică, Ezăreni, Iași**

Cercetările legate de parametri fizico-chimici și hidrobiologici ai apei și cultivarea de hrană vie, au fost efectuate în cadrul Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare pentru Acvacultură și Ecologie Acvatică, Ezăreni, Iași, unitate ce aparține de Universitatea „Alexandru Ioan Cuza”. De această unitate a aparținut inițial și Ferma piscicolă Țigănași, sub denumirea de SC ACVARES SA. Stațiunea are profil științifico-didactic și efectuează cercetări atât fundamentale cât și aplicative în ecologie acvatică și acvacultură.

## 5. CONTRIBUȚII PRIVIND ÎNSUȘIRILE HIDROLOGICE ȘI HIDROBIOLOGICE ALE APEI DIN BAZINELE DE CREȘTERE

### 5. CONTRIBUTIONS REGARDING WATER HYDROLOGICAL AND HYDROBIOLOGICAL CONDITIONS IN REARING PONDS

#### 5.1. REZULTATE PRIVIND DETERMINAREA PARAMETRILOR FIZICO-CHIMICI AI APEI

Analiza fizico-chimică a apei s-a făcut după metodologia descrisă de STAS 4706/1988, completată de Ghidul general pentru tehnicile de prelevare SR-ISO 5667-1/1998 și de Ghidul de prelevare a apelor din lacuri naturale și artificiale SR-ISO 5667-4/2000, stabilindu-se adâncimea și locul de prelevare a probelor (alimentare, evacuare).

Prelevarea probelor de apă s-a făcut din trei puncte ale heleșteului sau bazinului (alimentare, mijloc, evacuare), de la adâncimea de 40 de cm, alcătuiindu-se o probă medie.

Oxigenul solvit s-a determinat cu următoarea periodicitate, respectiv:

- săptămânal, atunci când ultima determinarea a indicat valori mai mari de 6 mg/l;
- la fiecare 3 zile, atunci când valorile determinate s-au situat între 3 - 6 mg/l;
- zilnic, atunci când valorile determinate sunt mai mici de 3 mg/l.

Valorile măsurătorilor oxigenului solvit pentru perioada martie-octombrie sunt prezentate în tabelul 5.1 și fig. 5.1, iar pentru perioada de iernare (octombrie-martie), sunt prezentate în tabelul 5.2 și fig. 5.2.

Tabelul 5.1

Dinamica oxigenului solvit în heleșteul de creștere HC3, în perioada martie-octombrie 2013  
Dynamics of solvit oxygen in HC3 rearing pond, during March-October 2013

Luna calendaristică	Ziua (din lună)	O <sub>2</sub> (mg/l)	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$
Martie	3	12,3	12,25
	12	13,4	
	20	12,8	
	27	10,5	
Aprilie	4	10,2	9,92
	13	9,6	
	21	8,7	
	29	11,2	
Mai	2	9,6	7,18
	9	8,4	
	16	7,3	
	23	6,1	
	27	5,9	
Iunie	30	5,8	6,35
	2	6,6	
	9	4,2	
	11	6,6	
	18	7,2	
	25	7,3	
Iulie	30	6,2	5,57
	6	5,4	
	13	4,3	
	16	6,0	
	23	5,2	
	26	5,8	
	29	5,8	
	30	6,5	

<b>August</b>	6	6,3	4,61
	13	5,9	
	17	6,0	
	24	4,5	
	27	2,9	
	28	2,8	
	29	3,0	
<b>Septembrie</b>	4	6,3	7,2
	11	6,5	
	18	7,1	
	25	7,9	
	30	8,2	
<b>Octombrie</b>	9	8,8	8,3
	18	7,1	
	28	9,0	

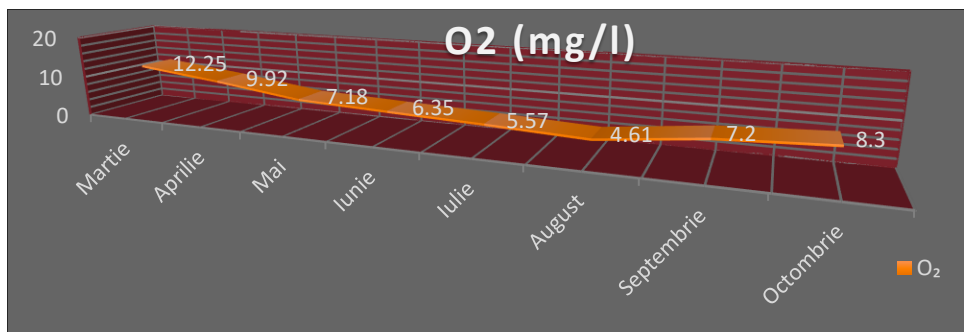


Fig. 5.1 Dinamica oxigenului solvit heleșteul de creștere HC3, în perioada martie-octombrie 2013  
Fig. 5.1 Dynamics of solvit oxygen in HC3 rearing pond during period March-October 2013

Pentru perioada analizată se poate observa că maximum nivelului de oxigen solvit a fost atins în luna martie (12,25 mg/l) și minimum oxigenului solvit a fost atins în luna august (4,61). Aceste minime și maxime sunt corelate direct cu temperatura apei, cu cât apa este mai caldă (luna august), cu atât nivelul oxigenului este mai mic.

Tabelul 5.2

Dinamica oxigenului solvit în bazinul de iernare P4, în perioada noiembrie-februarie  
Dynamics of solvit oxygen in P4 hibernation pond, during November-February

Luna calendaristică	Ziua (din lună)	O <sup>2</sup> (mg/l)	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$
<b>Noiembrie</b>	3	9,5	8,96
	11	8,8	
	18	8,6	
	25	10,2	
<b>Decembrie</b>	1	12,4	13,65
	9	14,6	
	19	14,2	
	25	13,4	
<b>Ianuarie</b>	3	16,9	15,85
	12	17,4	
	21	14,2	
	30	14,9	
<b>Februarie</b>	4	11,4	11,02
	10	10,3	
	17	12,3	
	28	10,1	

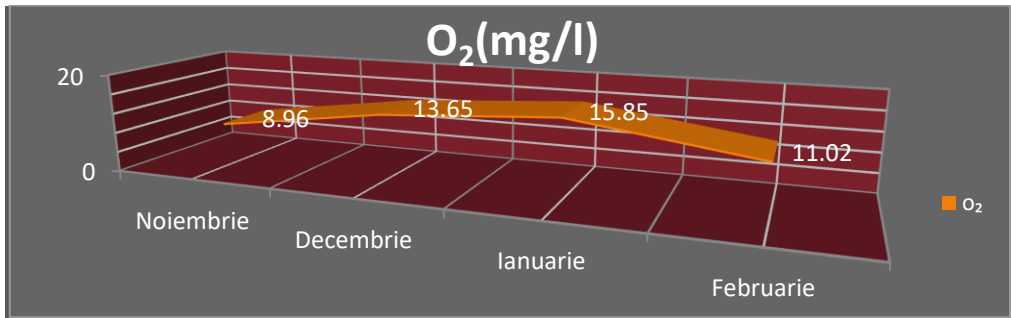


Fig. 5.2 Dinamica oxigenului solvit în Bazinul de iernare P4, în perioada noiembrie-februarie  
 Fig. 5.2 Dynamics of solvit oxygen in P4 hibernation basin during period November-February

În perioada de iarnă, nivelul oxigenului solvit a avut valori mari, minimul fiind atins în luna noiembrie (8,96 mg/l), iar maximum în luna ianuarie (15,85 mg/l).

Temperatura apei a fost monitorizată permanent în heleșteul de creștere și periodic în bazinul de iernare. Măsurătorile s-au făcut la ora 8<sup>00</sup>, 14<sup>00</sup> și 20<sup>00</sup>, calculându-se media zilnică. Rezultatele determinărilor le găsim în tabelul 5.3 și fig. 5.3 pentru perioada martie octombrie și în tabelul 5.4 și fig. 5.4 pentru perioada noiembrie-februarie.

Tabelul 5.3

Dinamica temperaturii în heleșteul de creștere HC3 în perioada martie-octombrie  
 Dynamics of temperature in HC3 rearing pond during March-October

Luna Ziua	Martie	Aprilie	Mai	Iunie	Iulie	August	Septembrie	Octombrie
1	5,5	11,7	14,6	22,6	25,0	25,6	19,6	14,6
2	5,6	12,0	14,8	22,6	25,6	25,6	19,0	16,0
3	5,7	12,3	14,9	23,0	25,6	25,6	18,6	14,6
4	5,9	12,4	15,0	23,6	27,0	27,0	19,3	14,0
5	6,2	12,7	14,6	22,3	28,3	27,0	19,6	15,0
6	6,3	12,7	15,5	22,3	29,3	27,0	19,0	15,3
7	6,5	12,9	15,8	23,6	30,3	25,6	18,6	14,0
8	6,8	13,1	15,8	24,6	30,6	27,3	19,3	12,6
9	6,8	13,3	15,7	25,0	30,3	27,6	18,6	11,0
10	6,9	13,4	15,9	25,3	29,0	28,0	18,3	10,6
11	6,4	13,6	16,2	25,6	28,0	28,0	18,0	10,6
12	6,3	13,7	16,3	25,6	28,0	27,3	18,0	9,3
13	6,9	13,9	16,0	26,6	28,3	26,6	18,0	10,0
14	6,8	13,8	17,0	26,0	27,3	26,0	18,0	9,6
15	6,7	14,0	17,5	26,0	27,3	25,3	18,0	9,3
16	7,3	14,2	17,8	24,6	28,3	25,0	18,0	9,3
17	7,7	14,2	17,9	25,0	27,6	25,0	18,0	9,2
18	7,9	14,3	18,0	24,6	27,6	26,0	18,6	9,2
19	7,8	14,4	18,1	23,0	27,6	26,6	18,6	9,1
20	8,2	14,6	18,2	21,6	27,6	27,0	19,6	9,0
21	8,3	14,8	18,5	21,6	27,3	26,6	20,0	8,8
22	8,4	15,2	19	22,6	26,6	26,0	21,0	8,7
23	8,6	15,1	19,3	23,3	26,0	25,6	21,6	8,7
24	9,8	15,0	20,1	25,0	25,3	25,0	21,0	8,5
25	10,2	14,9	21,2	24,0	25,0	25,6	19,3	7,9
26	10,5	14,9	21,0	24,6	26,6	25,6	18,6	7,5
27	11,0	14,7	19,5	24,6	26,0	26,3	17,3	7,2
28	11,3	14,7	19,8	25,0	26,0	24,0	16,0	7,1
29	11,4	14,3	19,9	25,0	25,5	21,0	15,3	7,0
30	11,5	14,5	21,4	25,0	25,0	18,6	15,0	7,0
31	11,7	-	22,2	-	25,0	18,6	-	7,0
$\bar{X} \pm s_x$	<b>7,9</b>	<b>13,8</b>	<b>17,6</b>	<b>24,1</b>	<b>27,2</b>	<b>26,2</b>	<b>18,6</b>	<b>10,5</b>

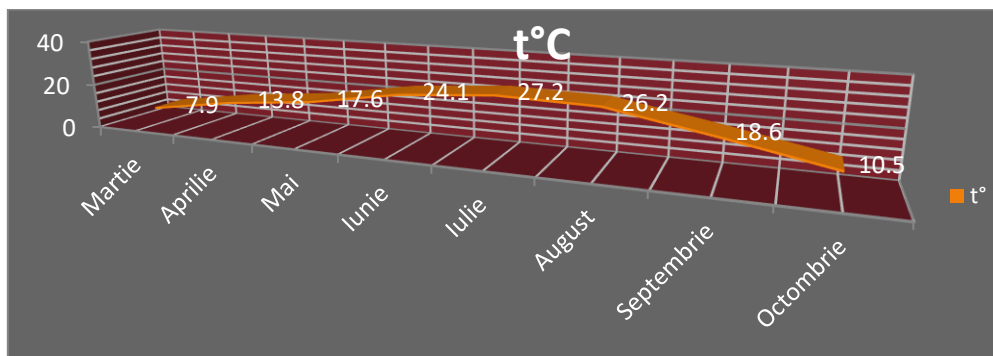


Fig. 5.3 Dinamica temperaturii în heleșteul de creștere HC3 în perioada martie-octombrie  
 Fig. 5.3 Temperature dynamics in HC3 rearing pond during period March-October

În această perioadă, minimele temperaturii apei au fost atinse în luna octombrie (10,5 °C), iar maximele în luna iulie (27,2 °C). Valorile înregistrate se situează în limitele normale pentru zona de nord-est a României.

Tabelul 5.4

Dinamica temperaturii în bazinul de iernare P4 în perioada noiembrie-februarie  
 Dynamics of temperature in P4 hibernation pond during November-February

Luna calendaristică	Ziua (din lună)	t°C	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$
Noiembrie	3	7,1	6,6
	11	6,5	
	18	6,2	
	25	6,6	
Decembrie	1	5,3	4,7
	9	4,6	
	19	4,2	
	25	4,4	
Ianuarie	3	3,2	2,53
	12	2,3	
	21	2,1	
	30	1,0	
Februarie	4	1,8	3,6
	10	4	
	17	5	
	28	6,7	

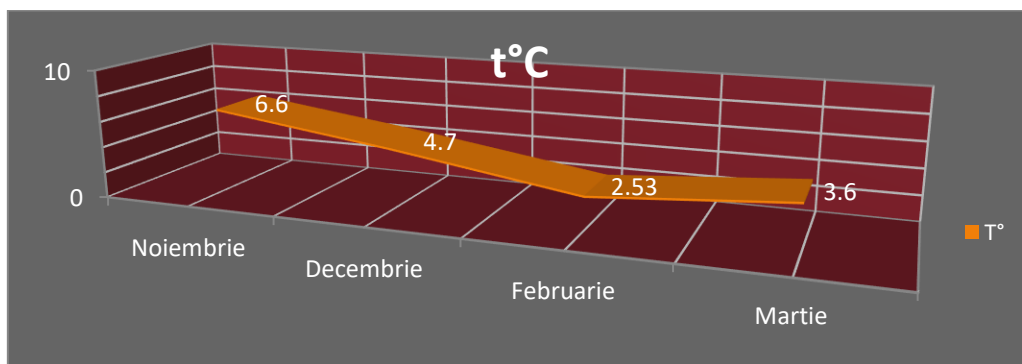


Fig. 5.4 Dinamica temperaturii în bazinul de iernare P4 în perioada noiembrie-februarie  
 Fig. 5.4 Temperature dynamics in P4 hibernation basin during period November-February

Temperaturile apei pentru această perioadă sunt specifice unor luni de iarnă cu minime de 2,53 °C, atinse în luna ianuarie și maxime de 6,6 °C atinse în luna noiembrie.

Rezultatele obținute în urma analizei fizico-chimice a apei au evidențiat o serie de aspecte cu privire la condițiile calității apei din bazinele respective.

Necesarul de oxigen la pești poate varia în funcție de stadiul de viață și este mai crescut în funcție de temperatura apei, salinitate, poluarea acesteia sau odată cu creșterea activității metabolice. În apă, oxigenul, este prezent din două surse: echilibrul atmosferă/apă și procesele fotosintetice ale diferitelor plante acvatice (Diudea, 1986, p. 126).

Pentru specia *Polyodon spathula*, cantitatea de oxigen minimă este de 3 mg/l, pentru o scurtă durată de timp și 6-9 mg/l pentru o dezvoltare normală.

Conform STAS 4706/1988 pentru ape de calitate a II-a, cantitatea de oxigen minimă la care organismele acvatice se dezvoltă normal este cuprinsă între 3- 5 mg/l. Valorile înregistrate corespund apelor de categoria a II-a și s-au atins în luna iunie, iulie și august având concentrația de oxigen solvit în apă între 2,8-6,8 mg/l. Chiar dacă în luna august s-a ajuns la un minim al oxigenului solvit de 2,8 mg/l, nu s-au înregistrat mortalități.

În lunile, martie, aprilie, mai, septembrie și octombrie valorile oxigenului solvit au oscilat între 5,8-12,8 mg/l, valori care sunt considerate optime pentru dezvoltarea peștilor.

În perioada de iernare a speciei (lunile noiembrie-februarie), valorile oxigenului solvit au fost cuprinse între 8,6-17,4 mg/l, valori net superioare perioadei de vară datorită temperaturii scăzute a apei.

Specia *Polyodon spathula* are cerințe ce țin de oxigenul dizolvat în apă la fel ca și crapul, cu excepția perioadei de reproducere, când acestea sunt mai mari.

Valorile optime ale oxigenului solvit pentru specia *Polyodon spathula* sunt de 6-9 mg/l, cu limite tolerabile între 2,5-3 mg/l și letale la valori mai mici de 0,5 mg/l.

În toată perioada de creștere valorile oxigenului dizolvat au fost peste limitele tolerabile, apropiindu-se de limitele domeniului optim, astfel încât starea de sănătate a peștilor nu a avut de suferit. Un alt parametru care influențează creșterea și hrănirea speciei *Polyodon spathula*, este temperatura. În timpul sezonului de creștere, perioada martie-octombrie, aceasta a avut valori cuprinse între 5-27,2°C. Valorile maxime au fost atinse în luna iulie. Temperatura influențează dezvoltarea zooplanctonului, acesta, începând să fie mai numeros de la temperatura de 8°C și atingând un maxim la temperatura de 23°C. Peste această temperatură, dezvoltarea zooplanctonului se înscrie într-o pantă descendentă.

Menținerea temperaturii apei la un nivel de peste 26°C duce la scăderea intensității hrănirii speciei *Polyodon spathula*. Temperatura apei influențează și intensitatea capacității de înot a speciei astfel încât la temperaturi de peste 26°C și sub 5°C aceasta reducându-se (Rosen și Hales, 1981, p. 441-475). Alți parametri cum ar fi: pH-ul, concentrația apei în calciu, magneziu, clor, azotați, azotiți, fosfor, amoniac, au fost determinați odată pe lună, probele de apă fiind prelevate la ora 8<sup>00</sup>, la adâncimea de 40 de cm. La acești parametri s-au făcut analize doar în perioada martie-octombrie considerându-se că în perioada de iarnă, datorită temperaturii scăzute a apei, nu sunt variații peste limitele tolerabile. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 5.5 și fig. 5.5.

Valoarea maximă a pH-ului, corespunzătoare STAS 4706/1988, trebuie să se încadreze între 6,5-8,5. Valoarea pH-ului depinde, în principal, de natura substratului geologic, dar poate fi modificat și de alți factori cum ar fi: temperatura, conținutul apei în

CO<sub>2</sub>, poluare ș.a. Din rezultatele analizelor efectuate, pH-ul se menține între valorile 7,3-7,8, în conformitate cu valorile normale.

Tabelul 5.5

Dinamica parametrilor fizico-chimici ai apei în perioada martie-octombrie, 2013  
Dynamics of physical-chemical indicators of water during March-October 2013

Nr. Crt.	Data analizei	pH	DT (°D)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)
1	15.03	7,3	8,29	36,3	14,21	79,4	0	0,64	0,06	0,08
2	15.04	7,3	7,65	37,5	10,46	79,3	0,06	0,35	0,05	0,10
3	15.05	7,5	9,65	32,4	22,15	103	0,11	0,54	0,12	0,05
4	15.06	7,4	6,35	22,1	14,75	67	0	0,24	0,20	0,19
5	15.07	7,3	6,44	31,0	8,51	83,2	0,29	0,37	0,09	0
6	15.08	7,5	7,02	32,8	10,94	98	0,26	0,58	0,07	0,11
7	15.09	7,5	7,6	33,5	12,84	107	0,12	0,18	0,12	0,06
8	15.10	7,8	7,14	25	15,20	92,4	0,30	0,52	0,14	0,02

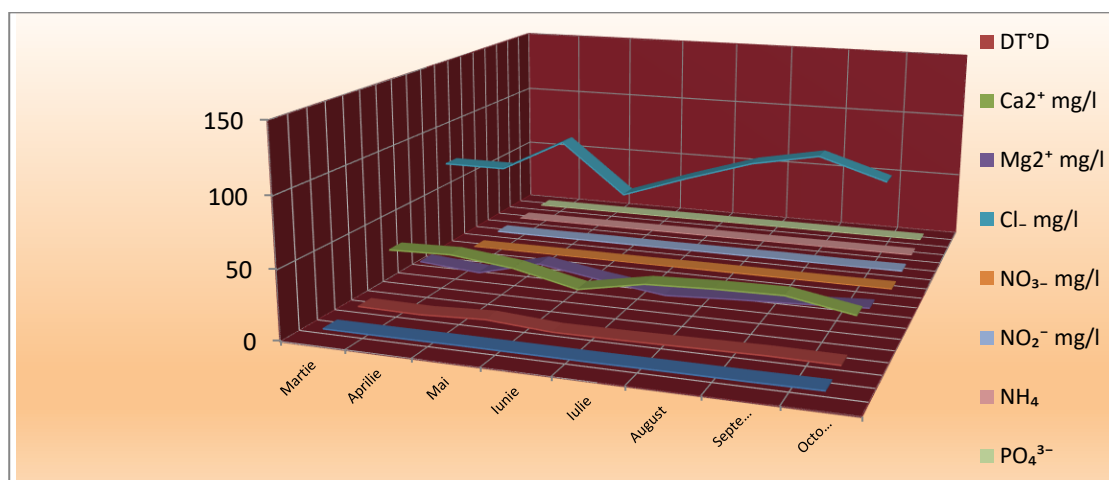


Fig. 5.5 Dinamica parametrilor fizico-chimici ai apei în perioada martie-octombrie, 2013  
Fig. 5.5 Dynamics of waters' physical-chemical parameters during period March-October 2013

Alcalinitatea unei ape este foarte importantă, unele specii de pești fiind sensibile la variațiile acesteia. Conform literaturii de specialitate, specia studiată poate suporta variații mari ale pH-ului apei fără să fie afectată.

Calciul a avut valori cuprinse între 22,1-37,5 mg/l. Valoarea maximă admisă a calciului pentru ape piscicole, de categoria a II-a este de 200 mg/l. Valorile găsite în urma analizei apei au fost mult mai mici decât cele din STAS 4706/1988. Aceste valori ne indică faptul că apa are o duritate scăzută.

Duritatea apei este un factor ce condiționează activitatea de reproducere a speciei *Polyodon spathula*, dar și a tuturor speciilor de pești, valori ridicate ale acesteia influențând negativ procesul reproductiv. Apariția calciului în apele de suprafață este dată de carbonați, silicați, sulfuri respectiv degradarea acestora.

Magneziul a avut valori cuprinse între 8,5-22,1 mg/l. Valoarea maximă pentru magneziu, corespunzătoare STAS 4706/1988, nu trebuie să depășească 100 mg/l. La fel ca și calciul, magneziul influențează duritatea apei. Sursele de magneziu în apele de suprafață sunt date de vegetație, solul bazinului, ape reziduale cât și din surse naturale.

Clorurile au avut valori cuprinse între 67-107 mg/l. Valoarea maximă a clorului, conform STAS 4706/1988, corespunzătoare apelor piscicole este de 300 mg/l. De obicei, valori mari ale clorurilor într-un bazin piscicol se regăsesc atunci când se administrează clorură de var ca și tratament pentru anumite boli sau pentru corectarea pH-ului, în vederea prevenirii eutrofizării apei. Nu au fost înregistrate valori superioare ale parametrului în heleșteul studiat.

Conținutul în azotați ai apei a avut valori cuprinse între 0-0,3 mg/l. Pentru apele piscicole de categoria a II-a, valoarea maximă a azotaților trebuie să nu depășească 30 mg/l. Rezultă că nivelul azotaților din apă, în perioada analizată, nu a prezentat efecte toxice asupra peștilor, având în vedere valoarea maximă admisă.

Conținutul în azotiți ai apei a avut valori cuprinse între 0,18-0,64 mg/l. Valoarea maximă a azotaților corespunzătoare STAS 4706/1988 nu trebuie să depășească 3 mg/l. La fel ca și la azotați, având în vedere nivelul scăzut din apă în perioada de creștere, nu a prezentat efecte toxice asupra peștilor.

Conținutul în amoniac al apei a avut valori cuprinse între 0,06-0,20 mg/l. Pentru apele piscicole de categoria a II-a, valoarea maximă a amoniacului trebuie să nu depășească 0,3 mg/l (Cristea, 2002). Chiar dacă amoniacul a atins o valoare destul de mare (0,2 mg/l), aceasta nu a depășit maximul admis și nu a manifestat efecte toxice asupra peștilor.

Conținutul în fosfați al apei a avut valori cuprinse între 0-0,01 mg/l. Valoarea maximă pentru fosfați corespunzătoare STAS 4706/1988, nu trebuie să depășească 0,2 mg/l.

Pentru fiecare dintre parametrii prezentați în tabelul anterior, valorile analizate s-au încadrat în limitele date de literatura de specialitate rezultând faptul că apa în care au crescut remonții de *Polyodon spathula* este prielnică dezvoltării și maturării lor, în vederea reproducerii artificiale.

## 5.2. REZULTATE PRIVIND DETERMINAREA PARAMETRILOR HIDROBIOLOGICI AI APEI

Planctonul și zoobentosul au fost monitorizate lunar, atât din punct de vedere calitativ, cât și cantitativ. Monitorizarea s-a făcut în perioada martie-octombrie. Recoltarea probelor s-a făcut la ora 8<sup>00</sup> cu fileul planctonic, respectiv dragă tip Marinescu iar prelucrarea lor s-a făcut în Laboratorul de hidrobiologie al SCDAEA, Ezăreni Iași.

Rezultatele sunt prezentate în tabelul și fig. 5.6. pentru zoobentos respectiv în tabelul 5.7, fig. 5.7 și fig. 5.8 pentru plancton (fitoplancton și zooplancton).

Tabelul 5.6

Dinamica biomasei zoobentonică în heleșteul de creștere HC3  
Dynamics of zoo-benthic biomass in HC3 rearing pond

Anul	Data prelevării	Biomasa bentică		Procente (%)				
		(kg/ha)	mii expl./ha	Chironomide	Nematode	Oligochete	Anelide	Insecte
2013	10.03	10,98	2052	40,7	10,2	28,5	20,6	0
	10.04	23,55	4450	68,3	0	30,3	0	1,4
	10.05	18,9	3855	65,0	5,4	33,5	0	6,1
	10.06	23,82	4586	48,4	0	45,0	2,3	4,3
	10.07	12,96	2446	55,0	0	45,0	0	0
	10.08	4,58	865	48,0	0	48,2	0	3,8
	10.09	6,54	1235	55,1	3,4	33,8	4,4	3,3
	11.10	4,95	926	44	0	56	0	0

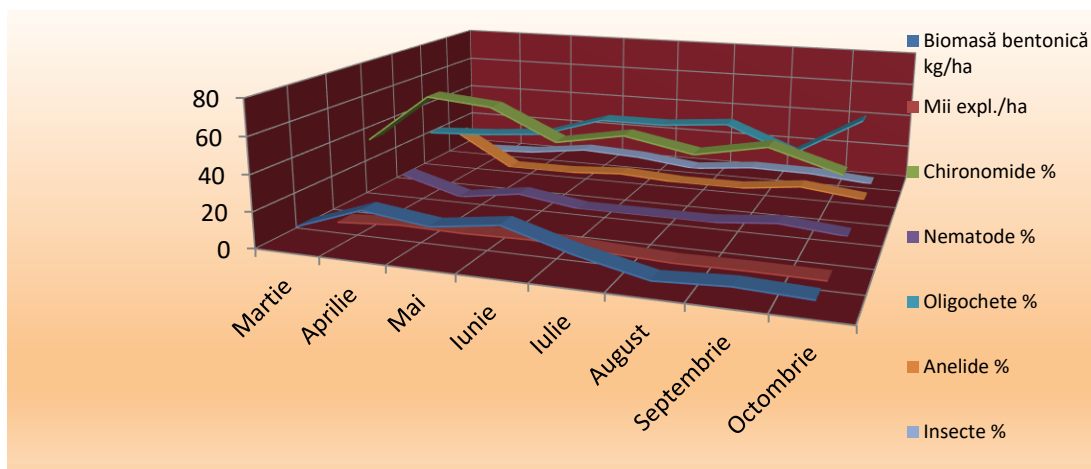


Fig. 5.6 Dinamica biomasei zoobentice în heleșteul de creștere HC3  
 Fig. 5.6 Dynamics of zoo-benthic biomass in HC3 rearing pond

Organismele bentonice au două roluri principale în ecosistemul acvatic:

- accelerează circulația materiei în apă;
- sunt hrană pentru unele specii de pești, printre care și polyodonul.

Biomasa zoobentonică a avut două vârfuri de dezvoltare, în luna aprilie când a ajuns la valoarea de 23,55 kg/ha, respectiv 4450 de expl./ha și al doilea în iunie când s-a atins valoarea de 23,82 kg/ha și 4586 de exemplare în luna iunie. Nivelul dezvoltării zoobentosului este normal spre superior corelat cu datele din literatura de specialitate, ceea ce a dus la o bună dezvoltare a remonților de *Polyodon spathula*.

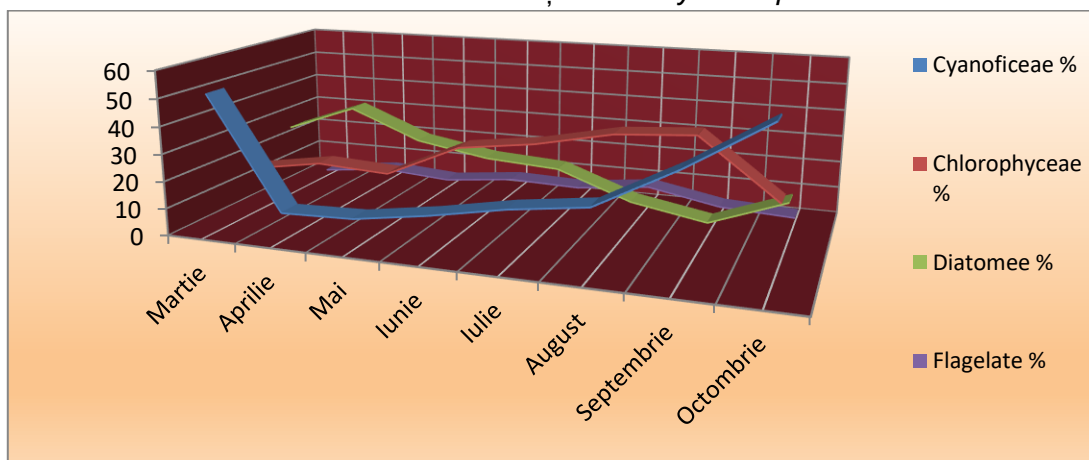


Fig. 5.7 Dinamica biomasei fitoplanctonice în heleșteul de creștere HC3  
 Fig. 5.7 Dynamics of phytoplanktonic biomass in HC3 rearing pond

Analiza planctonului, cu cele două componente ale sale, are importanță deosebită în creșterea speciei *Polyodon spathula*, deoarece acesta reprezintă hrana sa de bază (majoritar zooplanctonul). Colectarea materialului s-a făcut în perioada martie-octombrie a anului 2013.

Fitoplanctonul, a fost reprezentat de taxoni aparținând principalelor grupe sistematice: *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* și *Euglenophyta*.

Se poate observa că maximul de dezvoltare înregistrat pentru grupa *Cyanoficeae* a fost atins în lunile martie și octombrie, corespunzătoare cu o temperatură a apei mai scăzută. În marea lor majoritate (peste 80%), acestea au fost reprezentate de *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon*. *Chlorophyta*-ele au avut un maxim de dezvoltare corespunzător sfârșitului lunii august, începutul lunii septembrie. Principalele specii înregistrate au fost reprezentate de: *Scenedesmus*, *Chlorella* și *Crucigenia*.

*Diatomeele* înregistrat un maxim de dezvoltare în luna aprilie, principalele genuri prezente fiind: *Synedra*, *Navicula*, *Diatoma*, *Asterionella* și *Nitzschia*. Procentul de flagelate a fost oarecum constant, cu puține oscilații, principalele genuri prezente fiind: *Euglena* și *Phacus*.

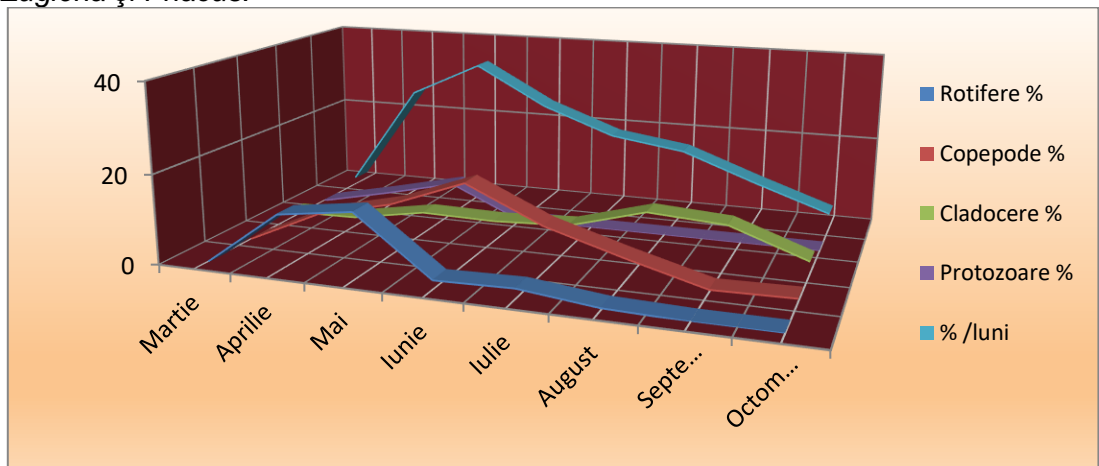


Fig. 5.8 Dinamica biomasei zooplanctonice în heleșteul de creștere HC3

Fig. 5.8 Dynamics of zooplanktonic biomass in HC3 rearing pond

Zooplanctonul a fost reprezentat de principalele patru grupe: rotifere, cladocere, copepode și protozoare. Dintre rotifere, principalele genuri au fost reprezentate de: *Brachionus*, *Keratella* și *Asplachna*, copepodele au fost reprezentate de *Daphnia* și *Moina* iar cladocerele de cele din genul *Cyclops*. În luna mai a fost atins maximul de dezvoltare al zooplanctonului cu valoarea înregistrată de 38,8 % din totalul cantității de zooplancton pe perioada studiată. Este știut faptul că variațiile cantitative sezoniere, ale populațiilor zooplanctonice aflate în dezvoltare, prezintă, pe perioada anului, două maxime, și anume: la sfârșitul primăverii (mai - iunie), odată cu creșterea temperaturii apei și a intensității luminoase, și la sfârșitul verii (august-septembrie). În luna mai a fost atins maximul preconizat, dar în lunile august și septembrie maximul nu a fost atins, datorită ploilor din acele luni, ce au fost înregistrate în anul 2013.

Pe tot parcursul perioadei studiate, cladocerele au avut cea mai mare pondere, fiind urmate de copepode, rotifere și protozoare. Nivelul dezvoltării zooplanctonului este considerat normal spre superior, corelat cu datele din literatura de specialitate, ceea ce a dus la o bună dezvoltare a remonților de *Polyodon spathula*.

Dinamica biomasei planctonice în heleșteul de creștere HC3  
Dynamics of planktonic biomass in HC3 rearing pond

Nr crt	Data prelevării probelor	PLANCTON		FITOPLANCTON										ZOOPLANCTON									
		mii expl./mc	Voluml ml / mc	Cyanophyceae		Chlorophyceae		Diatomee		Flagelate		Total fitoplancton		Rotifere		Copepode		Cladocere		Protozoare		Total zooplancton	
				mii expl./mc	%	mii expl./mc	%	mii expl./mc	%	mii expl./mc	%	mii expl./mc	%	mii expl./mc	%	mii expl./mc	%	mii expl./mc	%	mii expl./mc	%	mii expl./mc	%
1	12.03	1020	2,5	520	51,2	175	17,2	275	27,2	30	2,6	1000	98,2	0	0	0	0	20	1,8	0	0	20	1,8
2	12.04	6314	46,5	640	10,3	1328	21,5	2288	36,9	320	5,4	4576	74,2	776	12,4	480	7,7	128	2,1	224	3,6	1584	25,8
3	12.05	13680	145	1520	11,1	2755	20,1	3610	26,3	475	3,4	8360	61,1	2014	14,7	1596	11,6	684	5,0	1026	7,5	5320	38,8
4	12.06	20265	250	3108	15,2	6510	32,2	4389	21,7	1260	6,2	15267	75,3	399	2,0	3675	18	924	4,7	0	0	4998	24,7
5	12.07	19972	210	3987	20,3	7137	35,8	4005	20	1068	5,4	16198	81,5	480	2,4	2055	10,3	1112	5,5	0	0	3649	18,5
6	12.08	37904	360	1874	23,9	15738	41,5	3852	10,1	3151	8,4	31827	83,9	206	0,5	1957	5,2	3914	10,3	0	0	6077	16,0
7	12.09	43632	277	16887	38,7	18887	43,4	2222	5,2	1393	3,2	39390	90,3	0	0	222	0,5	4019	9,2	0	0	4242	9,7
8	12.10	12000	70	6700	55,9	2760	23,0	1850	15,5	230	1,8	11540	96,2	0	0	90	0,8	370	3,0	0	0	460	3,8

## 6. CONTRIBUȚII PRIVIND SISTEMELE ȘI TEHNOLOGIILE DE CREȘTERE A SPECIEI *POLYODON SPATHULA*

### 6. CONTRIBUTIONS REGARDING REARING SYSTEMS AND TECHNOLOGIES FOR *POLYODON SPATHULA* BREED

---

#### 6.1. REZULTATE PRIVIND TEHNOLOGIA DE CREȘTERE ÎN SISTEM EXTENSIV, ÎN MONOCULTURĂ ÎN BAZINE DE PĂMÂNT, ÎN VARA I

Puietul predezvoltat de *Polyodon spathula* în vârstă de 25 de zile a fost adus de la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Acvacultură Nucet, la începutul lunii mai.

Aceștia au fost transportați în saci de polyetenă, umpluți cu 20 de litri de apă și restul oxigen tehnic. Într-un sac au fost introduși aproximativ 200 de bucăți. Supraviețuirea, la transportul acestora, a fost de 95 %.

Creșterea în vara I s-a efectuat în 5 bazine, fiecare având suprafața de 0,8 ha, adâncimea medie de 1,5-2 m, fundul plat, taluzul abrupt și canal drenor bine evidențiat.

Alimentarea cu apă a acestora s-a făcut dintr-o conductă metalică cu diametrul de 250 mm, racordată la conducta principală de aducțiune a apei din Râul Prut. Apa a fost trecută printr-un filtru din sită metalică – fig. 6.1 cu diametrul ochiului de 1 mm.



Fig. 6.1 Filtru din sită metalică (*foto original*)  
Fig. 6.1 Filter from metallic sieve (*original photo*)

Înainte de a inunda bazinele de creștere vara I, acestea au fost pregătite conform tehnologiei de creștere vara I a ciprinidelor, cu unele îmbunătățiri. Astfel, bazinele au fost supuse următoarelor lucrări:

- reparația digurilor și a lucrărilor de artă;
- reparația altor materiale auxiliare (site, grătare, vanete și filtre);
- realizarea unui gard de protecție împotriva vidrelor;
- drenarea platformei bazinului și decolmatarea canalelor drenoare;
- îndepărtarea vegetației uscate, prin cosire sau ardere;
- pentru dezinfecție și omorârea speciilor de pești fără valoare economică am administrat clorură de var în doză de 100 g/mp în zonele unde bălțește apa;
- administrarea de var nestins, în doze de 100-1500 kg/ha, împrăștiat uniform pe toată suprafața bazinului;

- pentru dezvoltarea în abundență a zooplanctonului, administrarea de 10-20 t/ha gunoi de grajd împrăștiat pe întreaga suprafață a bazinului;
- pentru înglobarea în sol a varului și a gunoiului de grajd, discuirea întregii suprafețe a bazinului;
- inundarea bazinului prin casete de filtrare formate din cadru de metal și tablă perforată cu diametrul de 1 mm;

Toate aceste lucrări au ca scop dezvoltarea maximă a zooplanctonului în vederea menținerii unei densități minime de 200 expl./l.

La începutul perioadei de creștere s-au introdus în bazin 7 kg de zooplankton, ce conținea în principal speciile *Daphnia longispina*, *Daphnia magna* și *Moina micrura*, zooplancton recoltat cu un voloc cu lungimea de 6 m și lățime de 2, confecționat din țesătură de nylon de 200 μ. În această perioadă este foarte importantă asigurarea ad libitum a hranei pentru puii de polyodon, calitatea și cantitatea acesteia influențând considerabil supraviețuirea. Popularea bazinelor s-a făcut cu 2000 expl. puiet/ha, adică 1600 exemplare/bazin. Creșterea acestora în vara I s-a făcut în monocultură.

Puii de polyodon înoată la suprafața apei, în apropierea malurilor, în căutarea concentrațiilor de zooplancton, ceea ce îi face foarte vulnerabili, de aceea a fost necesară instalarea unor plase de protecție deasupra bazinelor. Pe tot parcursul perioadei de creștere s-au monitorizat parametri fizico-chimici ai apei, în special oxigenul dizolvat din apă, temperatura și pH-ul. Pe lângă administrarea, de două ori pe săptămână, de zooplancton (2-7 kg masă umedă), am administrat și gunoi de grajd, fermentat, făcut grămezi semiinundate, pe toate laturile bazinelor. Pescuitul de control s-a efectuat de două ori pe lună, în vederea monitorizării stării de sănătate a peștilor și determinarea ritmului de creștere.

Creșterea în vara I s-a realizat pe parcursul a 153 de zile, puietul fiind pescuit din cele 5 bazine de creștere vara I pe data de 15 octombrie și transferați într-un bazin de iernare cu suprafața de un hectar. Rezultatele privind creșterea în vara I a puilor de polyodon au fost superioare celor înscrise în literatura de specialitate și sunt prezentate în – Tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

Rezultate privind creșterea în vara I a puilor din specia *Polyodon spathula* (Ps0+)

Results regarding growing in 1<sup>st</sup> summer of *Polyodon spathula* breed juveniles

Bazinul	Densitatea (expl./bazin)	Greutatea la populare (g/ex)	Supraviețuirea (%)	Greutatea medie la recoltare (g/ex)	Producție la hectar (kg/ha)
BR9	1600	2,5	70	235	329
BR10	1600	2,5	80	165	264
BR11	1600	2,5	75	178	267
BR12	1600	2,5	68	295	401
BR13	1600	2,5	64	320	409
$\bar{X} \pm s_x$	<b>1600</b>	<b>2,5</b>	<b>71,4</b>	<b>238,6</b>	<b>334</b>

Procentul de supraviețuire a puietului a fost cuprins între 64-80 %, iar greutatea corporală între 165-320 g/ex. Principalii dăunători care au influențat supraviețuirea acestora au fost păsările ihtiofage și vidrele - 6.2. Nu s-au înregistrat îmbolnăviri ale materialului piscicol. Producția de polyodon raportată la un hectar de bazin a fost cuprinsă între 264-409 kg, încadrându-se în limitele date de literatura de specialitate.



Fig. 6.2 Pui de un an de *Polyodon spathula* omorât de o pasăre ihtiofagă (foto original)  
 Fig. 6.2 One year *Polyodon spathula* breed juveniles killed by a ichthyophagous bird (original photo)

Dinamica creșterii în vara I a puilor de polyodon este redată în fig. 6.3.

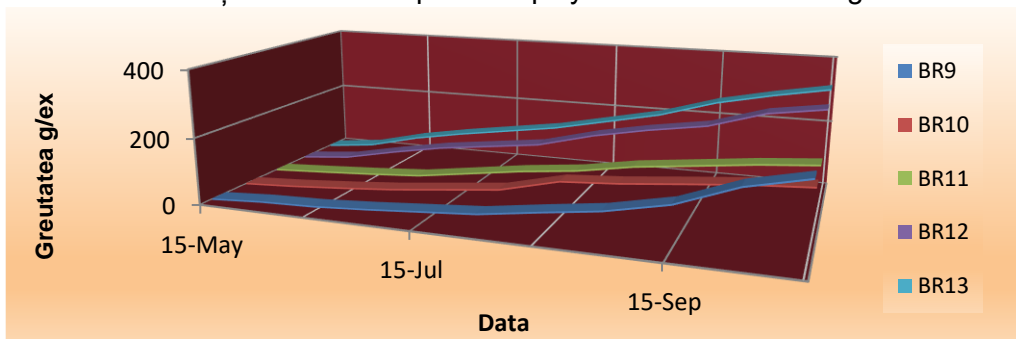


Fig. 6.3 Dinamica creșterii în vara I a puilor din specia *Polyodon spathula*  
 Fig. 6.3 Growing dynamics in 1<sup>st</sup> summer of *Polyodon spathula* breed juveniles

Se poate observa că pe toată perioada creșterea a fost liniară și nu există diferențe mari între cele cinci bazine. Cantitatea de biomasă umedă administrată în bazine a fost egală, diferența de greutate a puiețului fiind dată de productivitatea piscicolă mai mare a unor bazine (BR13, BR12) și faptul că supraviețuirea în aceste bazine a fost mai redusă.

## 6.2. REZULTATE PRIVIND TEHNOLOGIA DE CREȘTERE ÎN VARA A II-A ÎN SISTEM SEMIINTENSIV ÎN POLICULTURĂ CU CIPRINIDE, SILURIDE, PERCIDE

S-a făcut în 4 heleșteie de creștere, cu suprafața de 30 de ha fiecare, adâncimea medie de 0,8-1,2 m, fundul plat și taluz abrupt - fig. 6.4.



Fig. 6.4 Heleșteu de creștere vara a II-a (foto original)  
 Fig. 6.4 Rearing pond in 2<sup>st</sup> summer (original photo)

Alimentarea cu apă a heleșteilor s-a făcut din două surse, prima sursă fiind reprezentată de râul Prut, iar cea de-a doua a fost reprezentată de râul Jijia. Apa a fost trecută printr-un filtru, cu lungimea  $L=3\text{m}$ , lățimea  $l=2\text{m}$  și înălțimea  $h=1\text{m}$ , din sită metalică cu diametrul ochiului de  $1\text{mm}$  – fig. 6.6.



Fig. 6.5 Filtru din sită metalică (foto original)  
Fig. 6.5 Filter from metallic sieve (original photo)

Creșterea în vara a II-a s-a realizat în policultură cu ciprinide de vara a III-a. În cadrul acestei etape nu s-au realizat lucrări de pregătire a heleșteilor cum s-a făcut la creșterea în vara I. Popularea s-a realizat la începutul lunii martie. Greutatea medie la populare a fost de  $268\text{g/ex}$  – fig. 6.6. Formulele de populare pentru fiecare heleșteu în parte sunt redată în tabelul 6.2:



Fig. 6.6 *Polyodon spathula* cu vârsta de 1 an (foto original)  
Fig. 6.6 *Polyodon spathula* with age of 1 year (original photo)

Tabelul 6.2

Formula de populare pentru creșterea în vara II-a a speciei *Polyodon spathula*  
Populating formula for 2<sup>nd</sup> summer growing of *Polyodon spathula*

Heleșteul	Specia	Densitatea (expl./ha)	Greutatea medie la populare (g/expl.)
HC3	Crap 2+	950	350
	Sânger 2+	77	650
	Novac 2+	56	900
	Cosaș 2+	33	1000
	Somn 1+	67	150
	Polyodon 1+	43	268
	<b>Total</b>		<b>1226</b>

Heleșteul	Specia	Densitatea (expl./ha)	Greutatea medie la populare (g/expl.)
HC4	Crap 2+	1002	340
	Sânger 2+	78	650
	Novac 2+	57	1000
	Cosaș 2+	35	1000
	Somn 1+	50	175
	Polyodon 1+	43	268
	<b>Total</b>	<b>1265</b>	<b>-</b>
HC6	Crap 2+	980	380
	Sânger 2+	80	650
	Novac 2+	70	900
	Cosaș 2+	35	1000
	Somn 1+	-	-
	Polyodon 1+	43	268
	<b>Total</b>	<b>1208</b>	<b>-</b>
HC7	Crap 2+	925	400
	Sânger 2+	87	650
	Novac 2+	75	950
	Cosaș 2+	43	1200
	Somn 1+	-	-
	Polyodon 1+	43	268
	<b>Total</b>	<b>1173</b>	<b>-</b>

Conform literaturii de specialitate, nu este recomandată creșterea polyodonului în policultură cu novacul, deoarece sunt concurenți direcți la hrană. Aceasta deziderat nu s-a realizat, din cauza cererii crescute pentru novac și din cauză că prețul cărnii de polyodon este mai mare acesta adresându-se altei anumite clase de cumpărători. Chiar și așa, rezultatele privind creșterea polyodonului au fost foarte bune.

Pe tot parcursul perioadei de creștere, s-au monitorizat parametrii fizico-chimici ai apei, în special valoarea oxigenului dizolvat din apă, temperatura și pH-ul.

Pescuitul de control s-a efectuat de două ori pe lună, în vederea monitorizării stării de sănătate a peștilor și determinarea ritmului de creștere.

Creșterea în vara II s-a realizat pe parcursul a 157-202 zile, materialul biologic fiind pescuit din cele 4 heleșteie de creștere, între 15 octombrie și 30 noiembrie și transferat într-un bazin de iernare cu suprafața de un hectar. Greutatea medie a polyodonului realizată în toamnă a fost de 2736 g/exemplar – fig. 6.7.



Fig. 6.7 *Polyodon spathula* cu vârsta de 2 veri (foto original)  
Fig. 6.7 *Polyodon spathula* with age of 2 summers (original photo)

Rezultatele privind creșterea în vara II a puietului de polyodon sunt redată în tabelul 6.3.

Tabelul 6.3

Rezultate privind creșterea în vara II-a a puilor din specia *Polyodon spathula*  
Results regarding growing in 2<sup>nd</sup> summer of *Polyodon spathula* breed juveniles

Heleșteul	Specia	Densitatea (expl./ha)	Greutatea medie la populare (g/expl.)	Supraviețuirea (%)	Greutatea medie la recoltare (g/expl.)	Producție la hectar (kg/ha)
HC3	Crap 2+	950	350	95	2200	1886
	Sânger 2+	77	650	95	2500	182
	Novac 2+	56	900	95	4500	238
	Cosaș 2+	33	1000	95	2500	157
	Somn 1+	67	150	80	1700	90
	Polyodon 1+	43	268	75	2500	80
	<b>Total</b>	<b>1226</b>	-	-	-	<b>2633</b>
HC4	Crap 2+	1002	340	95	2100	1997
	Sânger 2+	78	650	95	2400	177
	Novac 2+	57	1000	95	4600	248
	Cosaș 2+	35	1000	95	2650	87
	Somn 1+	50	175	82	1,9	78
	Polyodon 1+	43	268	70	2450	73
	<b>Total</b>	<b>1265</b>	-	-	-	<b>2660</b>
HC6	Crap 2+	980	380	95	2300	2141
	Sânger 2+	80	650	95	2800	212
	Novac 2+	70	900	95	4700	310
	Cosaș 2+	35	1000	95	2200	72
	Somn 1+	-	-	-	-	-
	Polyodon 1+	43	268	78	2700	89
	<b>Total</b>	<b>1208</b>	-	-	-	<b>2824</b>
HC7	Crap 2+	925	400	95	2400	2107
	Sânger 2+	87	650	95	2500	207
	Novac 2+	75	950	95	4700	333
	Cosaș 2+	43	1200	95	2300	94
	Somn 1+	-	-	-	-	-
	Polyodon 1+	43	268	76	2600	86
	<b>Total</b>	<b>1173</b>	-	-	-	<b>2827</b>

Procentul de supraviețuire a polyodonului a fost cuprins între 70-75 % iar greutatea între 2450-2700 de grame /exemplar.

Producția totală de pește pe hectar a fost cuprinsă între 2633-2827 kg, valori foarte bune raportate la valorile literaturii de specialitate. Chiar dacă popularea s-a făcut atât cu polyodon cât și cu novac, contrar recomandărilor din literatura de specialitate, creșterea a fost foarte bună în cazul ambelor specii. Principalii dăunători care au influențat supraviețuirea polyodonului au fost păsările ihtiofage, vidrele și braconierii. S-au înregistrat îmbolnăviri ale materialului piscicol în heleșteul de creștere HC4. Aici, polyodonul a fost atacat de crustaceul copepod aparținând genului *Lernaea* - fig. 6.8.

Pentru deparazitarea exemplarelor de polyodon s-a făcut tratament cu clorură de var, 32% conținut în clor activ, o dată/ săptămână, trei săptămâni la rând, conform cu indicațiile recomandate de literatura de specialitate (Munteanu Gabriela, 2003).



Fig. 6.8 Exemplar de *Polyodon spathula*, vara a II-a, infestat cu *Lernaea cyprinacea* (foto original)  
 Fig. 6.8 Individual of *Polyodon spathula*, 2<sup>nd</sup> summer, infested with *Lernaea cyprinacea* (original photo)

Dinamica creșterii în vara a II-a este prezentată în fig. 6.9.

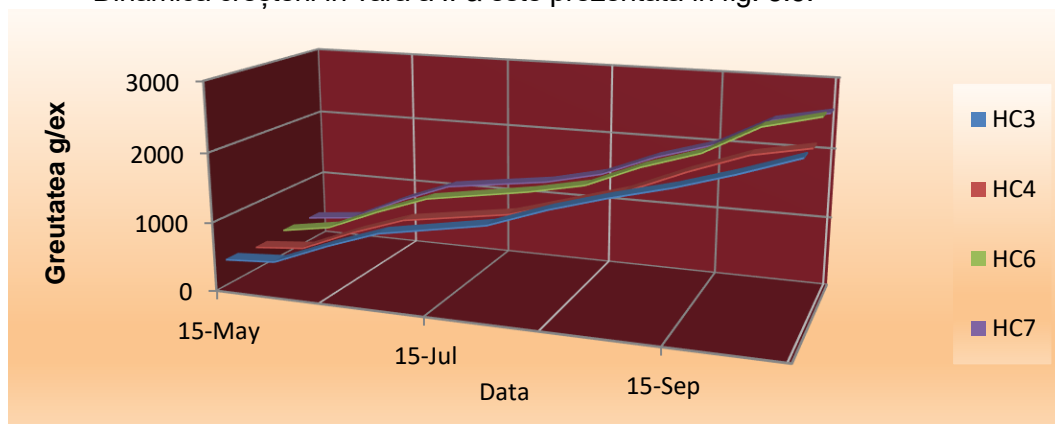


Fig. 6.9 Dinamica creșterii în vara II-a a puilor din specia *Polyodon spathula*  
 Fig. 6.9 Growing dynamics in 2<sup>nd</sup> summer of *Polyodon spathula* breed juveniles

Nu există diferențe mari între cele patru heleșteie puietul, având la începutul perioadei de creștere o greutate medie de 268 g/ expl. și ajungând, la sfârșitul perioadei de creștere, la o greutate de 2450-2700 de grame /expl. Această greutate atinsă în toamnă a făcut posibilă comercializarea lotului de polyodon după doi ani, cu excepția a 300 de exemplare păstrate în vederea formării unui lot de reproducători.

### 6.3. REZULTATE PRIVIND TEHNOLOGIA DE CREȘTERE A SPECIEI *POLYODON SPATHULA*, ÎN SISTEM SEMIINTENSIV ÎN POLICULTURĂ CU CIPRINIDE, SILURIDE, PERCIDE, ÎN VEDEREA CONSTITUIRII LOTULUI DE REPRODUCĂTORI

Începând cu vara a III-a, creșterea polyodonului, a avut ca obiectiv, formarea unui lot în vederea reproducerii artificiale a acestuia în condițiile unei ferme piscicole. Lotul inițial de 300 de exemplare a fost crescut anual timp de 10 ani în câte un heleșteu de creștere a crapului vara a III-a, cu suprafața de 30 de hectare, cu adâncimea medie de 0,8-1,2 m, fundul plat și taluz abrupt. La fel ca și în cazul creșterii în vara a II-a, alimentarea cu apă a heleșteului s-a făcut din două surse, prima sursă fiind reprezentată de râul Prut, iar cea de-a doua este reprezentată de râul Jijia, iar apa a fost trecută printr-un filtru din sită metalică cu diametrul ochiului de 1 mm.

Creșterea s-a realizat în policultură cu ciprinide de vara a III-a (crap, cossaș, sânger, novac), siluride de vara a II-a (sorn) și șalău de vara I. Densitățile de creștere pentru remonții de polyodon recomandate în literatura de specialitate sunt de 35-100 de exemplare/ha (Vinogradov și colab., 1987, p. 20-23; Ilyasova, 1991). Densitățile folosite în cadrul experimentelor pentru creșterea polyodonului au fost de 10 exemplare/ha în vara a III-a și au scăzut până la 5 exemplare/ha în vara a XII-a.

În vara a III-a polyodonul a ajuns la greutatea medie de 4,5 kg/expl., dar au existat și plus variante ce au atins greutatea de 6 kg/expl. – fig. 6.10.



Fig.6.10 *Polyodon spathula* cu vârsta de 3 veri (6 kg/expl.) (foto original)  
 Fig.6.10 *Polyodon spathula* with age of 3 summers (6 kg/expl.) (original photo)

În urma urmării creșterii speciei în heleșteiele de creștere de 30 de ha, pe parcursul a 10 ani, s-au înregistrat rezultatele care sunt prezentate în Tabelul 6.4.

Tabelul 6.4

Rezultate privind creșterea în vederea formării lotului de reproducători ai speciei *Polyodon spathula*

Results regarding growing for formation of reproductive batch at *Polyodon spathula* breed

Nr. crt.	Vârsta	Densitatea de populare (expl./ha)	Număr de exemplare total (buc.)	Lungime totală (cm)	Greutate totală (g)
1	2+	9	270	102,8	4568
2	3+	8,5	255	105,3	5378
3	4+	8	240	107,8	5980
4	5+	7,6	228	113,2	6580
5	6+	7,2	216	129,6	7903
6	7+	6,4	192	137,9	9345
7	8+	6	180	139,2	10230
8	9+	5,7	171	140,2	11450
9	10+	5,2	163	140,9	12890
10	11+	5	150	141,9	13780

Procentul de supraviețuire de la vârsta de două veri și până la 12 veri a fost de 50 %. Supraviețuirea a fost influențată de braconaj, vidre și manipulările la pescuit a acestora. Pe tot parcursul perioadei de creștere, nu s-au înregistrat îmbolnăviri ale materialului piscicol luat în studiu, cu excepția unor cazuri sporadice de infestări cu *Lernaea cyprinacaea* - fig. 6.8.

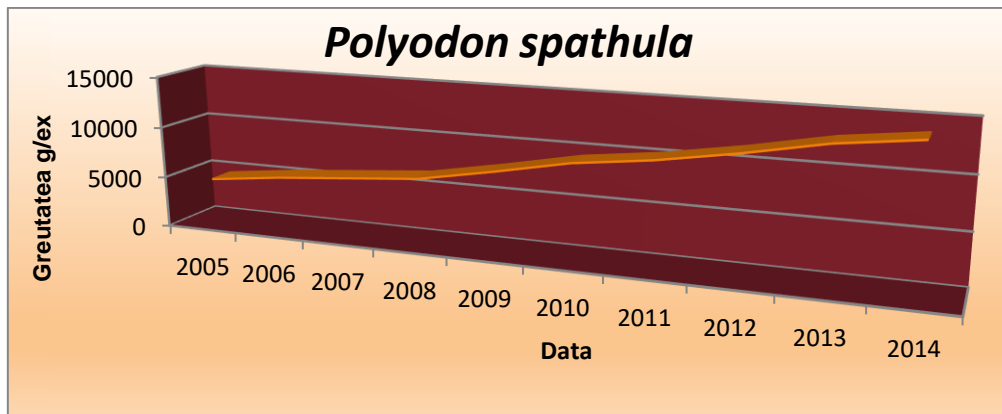


Fig. 6.11 Dinamica creșterii în vederea formării lotului de reproducători la specia *Polyodon spathula*  
 Fig. 6.11 Growing dynamics for formation of reproductive batch at *Polyodon spathula* breed

Creșterea înregistrată, de la vârsta de puiet de vara a II-a până la vârsta de reproducător, a fost influențată de cantitatea de zooplancton din heleșteul de creștere, din respectivul an. Masa zooplanctonică a avut o fluctuație pozitivă în anii 2010 și 2013. Greutatea medie a polyodonului, după 12 ani de creștere a fost de 13780 g/expl. – fig. 6.12.



Fig. 6.12 *Polyodon spathula* cu vârsta de 12 ani (13 kg/ex) (foto original)  
 Fig. 6.12 *Polyodon spathula* with age of 12 years (13 kg/ex) (original photo)

Rezultatele obținute în urma creșterii speciei în perioada 2002-2014 se încadrează, fiind chiar superioare, cu cele citate în literatura de specialitate. Tehnologia de creștere aplicată în ferma gazdă a studiilor a influențat pozitiv dezvoltarea gonadelor și maturarea produselor sexuale, dând posibilitatea inițierii tehnologiei de reproducere artificială a speciei *Polyodon spathula*.

## 7. CONTRIBUȚII PRIVIND SELECȚIA LOTULUI DE REPRODUCĂTORI APARTINÂND SPECIEI *POLYODON SPATHULA* ȘI A VÂRSTEI OPTIME DE REPRODUCERE

## 7. CONTRIBUTIONS REGARDING SELECTION OF REPRODUCTIVE BATCH FROM *POLYODON SPATHULA* SPECIES AND OPTIMAL AGE FOR REPRODUCTION

---

### 7.1. REPARTIZAREA PE SEXE A LOTULUI ÎN VEDEREA REPRODUCERII

Pentru efectuarea lucrărilor de selecție a lotului de reproducători, masculii a trebuit să fie identificați și separați de femele. Această operațiune s-a făcut când reproducătorii au fost pescuiți din bazinul de iernare, în primăvară la vârsta de 12 ani. De aici, reproducătorii au fost transferați, separat pe sexe, în bazine de prematurare. Dimorfismul sexual nu este foarte evident la specia *Polyodon spathula*, la fel ca și la ceilalți sturioni. Există totuși câteva criterii de identificare:

- dacă masculii și femelele aparțin aceluiași lot, deci au aceeași vârstă, masculii au o dezvoltare corporală inferioară față de femele;
- femelele au abdomenul mai proeminent decât masculii;
- coloritul masculilor este mai închis decât al femelelor (deseori);
- atât la masculii cât și femelele, apar pe corp, în sezonul reproducerii butoni nupțiali ce se aseamănă cu niște puncte de griș – fig. 7.1. Asemenea „puncte de griș” apar, la alte specii când peștele este infestat cu un protozoar ciliat, *Ichthyophthirius multifiliis*, boala având denumirea de boala petelor de griș. În cazul speciei studiate punctele de griș nu au legătură cu boala, fiind doar o manifestare specifică sezonului de reproducere;
- femelele nu au butoni nupțiali în regiunea capului.



Fig. 7.1 Butoni nupțiali la un mascul de *Polyodon spathula* (foto original)  
Fig. 7.1 Bridal buttons at *Polyodon spathula* male (original photo)

În urma operațiunii de separare pe sexe, identificarea masculilor și a femelelor nu a avut o precizie maximă, din cauza dimorfismului sexual destul de redus astfel, la pescuitul din bazinele de prematurare au mai fost identificați doi masculi în lotul de femele și o femelă în lotul de masculi. Acest lucru nu a influențat dezvoltarea normală a elementelor sexuale. În toți cei trei ani de cercetări, identificarea femelelor de masculi s-a făcut cu o precizie de 90%, în cazul femelelor și de 85% în cazul masculilor, între aceștia din urmă deseori găsindu-se femele nematurate.

## 7.2. CERCETĂRI CU PRIVIRE LA SELECȚIA LOTULUI DE REPRODUCĂTORI ÎN FUNCȚIE DE DETERMINĂRILE GRAVIMETRICE ȘI DIMENSIONALE ȘI CALCULAREA UNOR INDICI CORPORALI

Pentru a face determinările gravimetrice și dimensionale ale speciei, s-au format șase loturi, 3 de masculi și 3 de femele a câte 5 exemplare/ lot.

Pentru studiul dezvoltării corporale și a dinamicii de creștere pe întreg parcurs al cercetărilor, cele șase loturi de *Polyodon spathula* luate în studiu au fost evaluate biometric și gravimetric.

Pe baza datelor obținute în urma determinărilor biometrice și gravimetrice s-au calculat media parametrilor urmăriți, variația și deviația standard, iar ulterior o serie de indici corporali. Calcularea acestor indici corporali a avut ca scop evidențierea anumitor diferențe între loturile de femele și masculi, astfel încât selecția și repartizarea pe sexe, în vederea reproducerii artificiale să se poată face mai ușor știut fiind faptul că diferențierea anatomică a masculilor față de femele nu este foarte evidentă, dar și pentru a evidenția starea de întreținere a acestora. Pentru aceasta s-a făcut o analiză statistică între cele două loturi pentru o evidențiere cât mai complexă a diferențelor dintre ele.

Chiar dacă prin calcularea indicilor corporali s-ar putea diferenția femelele de masculi, aceste date nu ne pot aduce informații și despre stadiul de maturare a icrelor și lapților. Pentru aceasta s-a calculat un alt indice, denumit indice de polarizare al nucleului icrelor sau coeficientul de polarizare.

În literatura de specialitate nu există date cu privire la calcularea unor indici corporali la exemplare mature de reproducători din specia *Polyodon spathula*.

Tabelul 7.1

Măsurători biometrice la loturile de femele  
Biometric measurements for females' batches

Indicativ femelă	Masa corpului m (kg)	lungime totală L (cm)	Lungime standard l (cm)	Lungimea capului lc (cm)	Lungimea pedunculului caudal lp (cm)	Înălțimea maximă a corpului H (cm)	Circumferința maximă a corpului C (cm)	Grosimea maximă a corpului G (cm)
LF1.1	13,1	134,2	117,9	55,2	16,3	23,6	64,2	15,4
LF1.2	12,1	130,5	114,5	53,2	16	22,1	60,5	15,3
LF1.3	15,3	143,2	124,6	57,4	18,6	24,9	65,1	17,2
LF1.4	13,8	136,1	119,6	56,1	16,5	24,1	62,7	13,5
LF1.5	11,3	134,4	116,9	53,2	17,5	21,1	57,5	11,9
LF2.1	13,3	135,9	118,5	54,9	17,4	23,1	59	14,9
LF2.2	13,9	140	123,4	57,2	16,6	24,6	58,2	14,8
LF2.3	12,5	135,4	119,2	53,9	16,2	22,9	56,9	13,2
LF2.4	13,6	137,2	122,3	55,4	14,9	23,8	61,4	15,9
LF2.5	14,2	141,2	124,8	56,3	16,4	25,2	63,5	15,1
LF3.1	15,2	139,9	123,1	57,3	16,8	26,2	64,5	17,2
LF3.2	12,9	135,6	117,4	54,2	18,2	23,1	59,5	14,9
LF3.3	13,7	137,1	120,6	55,2	16,5	23,7	63,2	15,4
LF3.4	14,8	140,2	124,6	56,2	15,6	35,2	66,1	16,2
LF3.5	15,2	142,4	124,8	56,8	17,6	27,1	68,8	16,7
$\bar{X} \pm s_x$	<b>13,66</b>	<b>137,55</b>	<b>120,81</b>	<b>55,5</b>	<b>16,74</b>	<b>24,71</b>	<b>62,07</b>	<b>15,17</b>
V%	<b>8,63</b>	<b>2,55</b>	<b>2,56</b>	<b>5,83</b>	<b>5,55</b>	<b>9,64</b>	<b>5,55</b>	<b>9,64</b>

Se poate observa că valorile coeficientul de variabilitate sunt mici, în cazul tuturor indicatorilor urmăriți, ceea ce indică faptul că lotul este omogen.

Tabelul 7.2

Măsurători biometrice la loturile de masculi  
Biometric measurements for males' batches

Indicativ mascul	Masa corp m (kg)	lungime totală L (cm)	Lungime standard l (cm)	Lungimea capului lc (cm)	Lungimea pedunculului caudal lp (cm)	Înălțimea maximă a corpului H (cm)	Circumferința maximă a corpului C (cm)	Grosimea maximă a corpului G (cm)
LM1.1	11,6	134,1	117,2	53,2	16,9	22,1	58,2	13,2
LM1.2	10,7	132,4	115,3	50,5	17,1	21,7	57,1	12,5
LM1.3	10,5	128,6	112,1	49,6	16,5	22	56,8	12,6
LM1.4	11,1	139,5	122,4	54,3	17,1	23,1	57,6	13,2
LM1.5	13,2	140,3	124,3	58,9	16	24,8	59,4	15,3
LM2.1	12,6	133,2	116,6	52,5	16,6	24,1	58,3	14,6
LM2.2	10,5	128,8	111,2	48,2	17,6	22,1	56,9	12,8
LM2.3	10,9	129,6	112,2	47,3	17,4	20,9	57,2	12,7
LM2.4	11,3	131,4	114	51,6	17,4	23,2	57,3	13,4
LM2.5	10,7	128	110,7	49	17,3	22,4	56,9	12,7
LM3.1	10,9	130,1	113,5	52,6	16,6	21,8	57,6	12,8
LM3.2	12,3	136,3	118,3	57,8	18	26,1	58,6	14,2
LM3.3	12,8	138,5	117,5	58,1	21	26,4	58,3	14,3
LM3.4	10,8	132,2	115,3	52,3	16,9	21,7	56,9	12,8
LM3.5	11,7	129,6	109,2	55,4	20,4	22,5	57,3	13,7
$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	<b>11,44</b>	<b>132,84</b>	<b>115,32</b>	<b>52,75</b>	<b>17,52</b>	<b>22,99</b>	<b>57,62</b>	<b>13,38</b>
V%	<b>7,79</b>	<b>3,08</b>	<b>3,67</b>	<b>6,85</b>	<b>7,91</b>	<b>7,18</b>	<b>1,33</b>	<b>6,37</b>

La fel ca și în cazul lotului de femele se poate observa ca valorile coeficientului de variabilitate sunt mici în cazul tuturor indicatorilor urmăriți, ceea ce indică faptul că lotul este omogen.

### Aprecierea unor indici corporali

#### Indicele de profil

Acest indice se mai numește și indicele formatului corporal și reprezintă raportul dintre lungimea standard și înălțimea maximă a corpului.

Tabelul 7.3

Indicele de profil și semnificația dintre mediile loturilor de femele și masculi, la specia *Polyodon spathula*  
Profile index and signification between means of females' and males' batches, at *Polyodon spathula* breed

Specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	V%	Min.	Max.
<i>Polyodon spathula</i>	Femele	15	4,94	9,01	3,53	5,54
	Masculi	15	5,03	5,63	4,45	5,36
	<b>Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor</b>	<b>Femele vs. Masculi: n.s.; F 0,4371) &lt;Fa (4,1959), pt. 1:28 GL</b>				

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; Fa 5% = 4,1959; Fa 1% = 7,6356, Fa 0,1% = 13,4975.

Valorile mici ale acestui indice (4,94 și 5,03) ne arată faptul că formatul corporal al exemplarelor studiate, atât masculi cât și femele are un aspect convex.

În urma comparației rezultatelor obținute, s-a evidențiat existența unor diferențe nesemnificative între loturile de femele și loturile de masculi. Valorile indicelui de profil calculat pentru toate loturile corespund cu valorile menționate în literatura de specialitate. Atât lotul de femele cât și cel de masculi sunt omogene, valorile coeficientului de variabilitate fiind,  $V\% = 9,01$ ,  $V\% = 5,63$ .

### Indicele de grosime

Reprezintă raportul procentual dintre grosimea musculaturii din regiunea spinării și înălțimea maximă a corpului, oferind informații cu privire la starea de îngrășare a peștilor.

Tabelul 7.4

Indicele de grosime și semnificația dintre mediile loturilor de femele și masculi, la specia *Polyodon spathula*

Thickness index and signification between means of females' and males' batches, at *Polyodon spathula* breed

Specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_x$	V%	Min.	Max.
<i>Polyodon spathula</i>	Femele	15	61,85	9,85	46,02	69,23
	Masculi	15	58,28	3,85	54,16	61,69
	<b>Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor</b>	<b>Femele vs. Masculi: *; F (4,5244) &lt; F<math>\alpha</math> (7,6356), pt. 1:28 GL</b>				

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; F $\alpha$  5% = 4,1959; F $\alpha$  1% = 7,6356, F $\alpha$  0,1% = 13,4975.

Din analiza datelor reiese că există diferențe semnificative între cele două loturi de masculi și femele. Coeficientul de variabilitate a avut valori mici la ambele loturi ( $V\% = 9,85$ ,  $V\% = 3,85$ ) ceea ce ne indică faptul că loturile sunt omogene.

Valorile acestui indice ne arată că gradul de îngrășare și grosimea musculaturii a fost mai dezvoltată la lotul de femele comparativ cu lotul de masculi.

### Indicele de calitate

Reprezintă raportul dintre lungimea standard și circumferința maximă a corpului. Acest indice este determinat după relația lui Kiselev și ne oferă date cu privire la calitatea și starea de întreținere a peștilor.

Tabelul 7.5

Indicele de calitate și semnificația dintre mediile loturilor de femele și masculi  
Quality index and signification between means of females' and males' batches

Specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_x$	V%	Min.	Max.
<i>Polyodon spathula</i>	Femele	15	1,95	4,57	1,81	2,12
	Masculi	15	2,00	3,07	1,90	2,1
	<b>Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor</b>	<b>Femele vs. Masculi: n.s.; F (4,0267) &lt; F<math>\alpha</math> (4,1959), pt. 1:28 GL</b>				

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; F $\alpha$  5% = 4,1959; F $\alpha$  1% = 7,6356, F $\alpha$  0,1% = 13,4975.

În urma analizei datelor, se poate observa faptul că diferențele dintre cele două loturi sunt nesemnificative. Media valorii indicelui de calitate este mai mică la lotul de femele, decât la lotul de masculi. Coeficientul de variabilitate are valori mici, pentru ambele loturi ( $V\% = 4,57$  și  $V\% = 3,07$ ), ceea ce arată faptul că loturile sunt omogene. Valorile scăzute ale acestui indice arată faptul că musculatura este evidențiată în cazul ambelor loturi deci starea de dezvoltare corporală este optimă.

### Indicele Fulton

Reprezintă starea de întreținere a peștilor analizați și este dat de raportul dintre masa corporală și lungimea totală, la puterea a treia.

Tabelul 7.6

Indicele Fulton și semnificația dintre mediile loturilor de femele și masculi, la specia

*Polyodon spathula*

Fulton index and signification between means of females' and males' batches, at

*Polyodon spathula* breed

Specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_x$	V%	Min.	Max.
<i>Polyodon spathula</i>	Femele	15	0,77	4,38	0,70	0,81
	Masculi	15	0,74	8,63	0,60	0,89
	<b>Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor</b>	<b>Femele vs. Masculi: n.s.; F (1,8378) &lt; F<math>\alpha</math> (4,1959), pt. 1:28 GL</b>				

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; F $\alpha$  5% = 4,1959; F $\alpha$  1% = 7,6356, F $\alpha$  0,1% = 13,4975.

În urma analizei datelor rezultă că diferențele dintre loturile de masculi și femele sunt nesemnificative. Cu cât valorile indicelui Fulton sunt mai mari, cu atât peștele este mai bine dezvoltat, astfel de exemplare fiind recomandate pentru reproducere (Grozea, 2002, Pagu, 2013). Caracterile studiate au prezentat o variabilitate mică ( $V\% = 4,38$ ,  $V\% = 8,63$ ), loturile fiind omogene iar starea de întreținere fiind optima.

### Indicele de carnozitate

Reprezintă ponderea deținută de regiunea craniană față de lungimea standard a corpului.

Tabelul 7.7

Indicele carnozității și semnificația dintre mediile loturilor de femele și masculi, la specia

*Polyodon spathula*

Carnosity index and signification between means of females' and males' batches, at

*Polyodon spathula* breed

Specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_x$	V%	Min.	Max.
<i>Polyodon spathula</i>	Femele	15	45,94	1,36	45,10	46,90
	Masculi	15	45,73	5,26	42,15	50,73
	<b>Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor</b>	<b>Femele vs. Masculi: n.s.; F (0,1097) &lt; F<math>\alpha</math> (4,1959), pt. 1:28 GL</b>				

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; F $\alpha$  5% = 4,1959; F $\alpha$  1% = 7,6356, F $\alpha$  0,1% = 13,4975.

În urma analizei datelor rezultă că diferențele între cele două loturi sunt nesemnificative, caracterul de variabilitate fiind mic ( $V\% = 1,36$ ,  $V\% = 5,26$ ), loturile fiind omogene. Valorile mari ale acestui indice arată faptul că ponderea deținută de cap din lungimea standard a corpului este destul de mare, acesta fiind și un minus în procesul de valorificare a speciei, respectiv al valorii randamentului la sacrificare

### 7.3. CERCETĂRI CU PRIVIRE LA SELECȚIA LOTULUI DE REPRODUCĂTORI ÎN FUNCȚIE DE GRADUL DE MATURARE A GONADELOR

Pentru a identifica și stabili stadiul de maturare a gonadelor se folosește metoda biopsiei, metodă folosită de Kazansky, și aplicată pe efective mari, atât din specia *Polyodon spathula* cât și la speciile din familia *Acipenseridae* (Kazansky, 1956, p. 56-64). Conform tehnicii omologate de acesta se realizează o biopsie - fig. 7.2, în adâncime de 6-8 cm, la 5-7 cm de înotătoarea pectorală, cu ajutorul unei sonde – fig. 7.3. Scopul biopsiei este acela de a preleva ovule, cu o sondă special, și de a le analiza din punct de vedere al maturării.



Fig. 7.2 Efectuarea biopsiei (foto original)  
Fig. 7.2 Effectuation of biopsy (original photo)



Fig. 7.3 Sondă folosită la biopsie (foto original)  
Fig. 7.3 Derrick utilized at biopsy (original photo)

În urma biopsiei femela nu suferă un traumatism sever, rana cicatrizându-se într-un timp foarte scurt. Această metodă a fost aplicată la toate femelele din loturile analizate. În urma biopsiei, ovulele extrase se fierb în apă timp de 1-2 minute sau se pun în alcool etilic de 91°, iar apoi se scot pe hârtie de filtru, se secționează după axa vegetativă și se vizualizează la lupa binoculară.

Cel mai folosit criteriu în determinarea compatibilității femelelor la reproducerea artificială îl constituie poziția nucleului în ovocit, definită ca indicator de polarizare (Kazansky, 1974, p. 59). Icrele au fost analizate și s-a stabilit valoarea indicelui de polarizare - fig. 7.4



Fig. 7.4 Examinarea unei icre la stereomicroscop (foto original)  
Fig. 7.4 Examination of a roe at stereo-microscope (original photo)

În urma examinării ovulelor am diferențiat femelele care sunt apte de reproducere. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 7.8:

Tabelul 7.8

Valoarea indicelui de polarizare la femelele studiate  
Value of polarization index for studied females

Lotul	Indicativul femelei	Valoarea indicelui de polarizare	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	V%
F1	F 1.1	0,08	0,132	79,70
	F 1.2	0,12		
	F 1.3	0,09		
	F 1.4	0,32		
	F 1.5	0,05		
F2	F 2.1	0,34	0,184	79,95
	F 2.2	0,07		
	F 2.3	0,33		
	F 2.4	0,06		
	F 2.5	0,12		
F3	F 3.1	0,07	0,176	61,87
	F 3.2	0,35		
	F 3.3	0,08		
	F 3.4	0,07		
	F 3.5	0,31		

Valoarea indicelui de polarizare situată între 0,30-0,35, indică faptul că ovocitele sunt în stadiul IV nedesăvârșit de maturare, deci icrele sunt nematurizate, femelele nu sunt apte pentru ovulație prin stimulare hormonală. Între aceste valori sau încadrat un număr de 5 femele care nu au fost folosite la reproducerea artificială: F1.4, F2.1, F2.3., F3.2, F3.5.

Valoarea indicelui de polarizare situată între 0,15-0,07, indică faptul că ovocitele sunt în stadiul IV nedesăvârșit de maturare, icrele sunt nematurizate, femelele însă sunt apte pentru ovulația icrelor prin mărirea intervalului de timp între injectarea cu hormon hipofizar în trei doze.

Între aceste valori se încadrează un număr de cinci femele care vor putea fi folosite la reproducerea artificială respectiv F1.1, F 1.2, F1.3, F2.5, F3.3.

Valoarea indicelui de polarizare situată între 0,05-0,07, indică faptul că ovocitele sunt în stadiul IV de maturare a ovarelor. Starea ovarelor este optimă pentru stimularea artificială în două doze, cu intervalul între doza pregătitoare și cea decisivă de 24 de ore.

Între aceste valori, se încadrează un număr de 5 femele care au putut fi folosite la reproducerea artificială, F 1.5, F 2.2, F 2.4, F3.1, F3.4.

Coeficientul de variabilitate a fost mare, la toate cele trei loturi, ceea ce ne arată faptul că acestea sunt heterogene, în ceea ce privește stadiul de maturarea a ovarelor.

#### 7.4. REZULTATE PRIVIND DETERMINAREA MOBILITĂȚII SPERMATOZOIZILOR

Pentru a determina dacă masculii sunt apți pentru reproducere acestora li s-a recoltat o cantitate de spermă ce a fost supusă unor analize specifice. Ca să ajungă la spermiație, masculii au fost injectați cu un hormon analog gonadotrop Nerestin 5A. Doza calculată de hormon a fost de 0,1 ml/ kilogram corp mascul, într-o singură repriză.

Pentru evaluarea calității spermei s-a folosit metoda scării lui Persov (Persov, 1941 citat de Chebanov și Galich, 2013, p. 87).

Pentru a studia mobilitatea spermatozoizilor, probele de spermă au fost diluate în raport de 1:20, la temperatura camerei, corespunzătoare celei când a fost recoltat ejaculatul și s-au analizat la microscop.

Rezultatele analizei spermei de la cele trei loturi de masculi sunt prezentate în tabelul 7.9.

Tabelul 7.9

Evaluarea mobilității spermatozoizilor în funcție de scara lui Persov  
Evaluation of spermatozoa mobility function of Persov scale

Lotul	Indicativul masculului	Puncte de mobilitate	$\bar{X} \pm s_x$	V%
M1	M 1.1	4	4,6	11,91
	M 1.2	5		
	M 1.3	5		
	M1.4	4		
	M 1.5	5		
M2	M 2.1	5	4,8	9,32
	M 2.2	5		
	M 2.3	4		
	M 2.4	5		
	M 2.5	5		
M3	M 3.1	5	4	30,62
	M 3.2	2		
	M 3.3	4		
	M 3.4	4		
	M 3.5	5		

Conform rezultatelor obținute la un singur mascul (M 3.2) spermatozoizii au prezentat o mișcare de înaintare aproape absentă, observându-se doar un pic de mișcare oscilatorie. La acesta spermatozoizii imobili predominau (mai mult de 75 %), ceea ce îl face inapt de reproducere. În rest, toți masculii au acumulat 4 sau 5 puncte pe scara Persov, adică mișcarea la aproape toți spermatozoizii era rapidă și înainte, ceea ce îi cataloghează drept masculi apti pentru reproducere.

Media la primul lot a fost de 4,6 puncte asociate, scării lui Persov iar coeficientul de variație a fost  $V\% = 11,91$ , ceea ce exprimă o omogenitate medie în interiorul lotului.

La lotul al doilea media punctelor de mobilitate asociate scării lui Persov a fost de 4,8, iar coeficientul de variație a avut valoarea  $V\% = 9,32$ , ceea ce indică faptul lotul a fost omogen. Lotul al treilea a avut media punctelor de mobilitate de 4, iar coeficientul de variabilitate a avut valoarea de 30,62, ceea ce exprimă faptul că omogenitatea lotului a fost mică.

## 8. CONTRIBUȚII PRIVIND STIMULAREA MATURĂRII ELEMENTELOR SEXUALE, COLECTAREA, FECUNDAREA, DESCLEIEREA ICRELOR ȘI INCUBAREA ACESTORA

### 8. CONTRIBUTIONS REGARDING MATURITY STIMULATION OF SEXUAL ELEMENTS, THEIR GATHERING, FECUNDATION, DESIZING OF ROE AND INCUBATION

#### 8.1. CERCETĂRI PRIVIND UTILIZAREA DIFERITELOR TIPURI DE HORMONI ȘI PREPARATE HORMONALE FOLOSITE ÎN REPRODUCEREA ARTIFICIALĂ A SPECIEI *POLYODON SPATHULA*

Pentru a determina care tip de hormon are cele mai bune rezultate în condițiile din ferma gazdă a experimentelor vom analiza preparatele hormonale LHRH-A și NERESTIN 5A. Datorită rezultatelor neconcludente citate în literatura de specialitate, cu privire la folosirea extractului hipofizar de crap și al celui de sturion, nu s-au folosit în experimentele întreprinse.

Materialul biologic studiat a fost reprezentat de 10 exemplare de femele și 10 exemplare de masculi, selectați din lotul de reproducători.

Pentru a ajunge la scopurile propuse, materialul biologic luat în studiu a fost împărțit în patru loturi experimentale (LF1, LF2, LM1, LM2) fiecare a câte 5 exemplare, pentru femele (LF1.1, LF1.2, LF1.3, LF1.4, LF1.5, LF2.1, LF2.2, LF2.3, LF2.4, LF2.5) și pentru masculi (LM1.1, LM1.2, LM1.3, LM1.4, LM1.5, LM2.1, LM2.2, LM2.3, LM2.4, LM2.5). Când temperatura apei a atins valoarea de 11°C femelele și masculii, separat, au fost transferați în incinta stației de reproducere și parcați în bazine de 4,5 m<sup>3</sup>.

În fiecare bazin au fost introduse câte 5 exemplare de același sex. Bazinele au fost alimentate continuu cu apă la un debit de 18l/minut. Alimentarea se face dintr-un bazin decantor printr-o conductă de pvc cu diametrul de 50 mm. Debitul este reglat în așa fel încât cantitatea de oxigen dizolvat din apă să nu scadă sub 5 mg/l.

Doza pentru hormonul Nerestin 5A este de 0,2 ml/kg corp femelă în două reprize și 0,1, ml/kg corp, într-o singură repriză la masculii. Injecțiile s-au făcut intramuscular, cu o seringă din material plastic de 1 cm<sup>3</sup>, la 7-9 cm înaintea înotătoarelor ventrale și la 2-3 cm de linia ventrală mediană, pe oricare dintre flancuri - fig. 8.1.



Fig. 8.1 Injectarea unui mascul din specia *Polyodon spathula* (foto original)  
Fig. 8.1 Injecting of a *Polyodon spathula* breed male (original photo)

Când apa a ajuns la temperatura de 14,5°C femelelor din loturile LF1 și LF2 și masculilor din loturile LM1 și LM2 le-a fost administrat primul set de injecții.

Doza pentru preparatul LHRH-A a fost de 0,1 ml/kg corp, pentru female, în două reprize și 0,05 ml/kg corp, într-o singură repriză la masculi.

După injectare s-a urmărit timpul necesar maturării gonadelor, starea fiziologică a reproducătorilor, reacția femelelor aflate sub influența hormonului de reproducere.

În urma stimulării hormonale cu cele două preparate hormonale am obținut următoarele rezultate:

Tabelul 8.1

Rezultate privind utilizarea hormonului LHRH A la reproducătorii din specia *Polyodon spathula*  
Results regarding utilization of LHRH A hormone at breeders from *Polyodon spathula* breed

Lotul	Indicativul reproducătorului	Greutatea reproducătorului (kg)	Doza administrată (ml/kg corp reproducător)	Doza totală (ml/ reproducător)	Timpul necesar maturării (ore)	Nr. de exemplare ajunse la maturarea produselor sexuale (buc.)	Cantitatea de icre/lapți recoltată (g/ml/kg corp)
LF1	LF1.1	16,5	0,1	1,65	39	0*	0
	LF1.2	15,7	0,1	1,57	38	1	82
	LF1.3	15,3	0,1	1,53	34	0*	0
	LF1.4	13,6	0,1	1,36	35	0*	0
	LF1.5	14,2	0,1	1,42	35	1	69
LM1	LM1.1	11,6	0,05	0,58	39	1	7,1
	LM1.2	10,7	0,05	0,53	32	1	6,7
	LM1.3	10,5	0,05	0,52	28	1	8,2
	LM1.4	11,1	0,05	0,55	24	0*	0
	LM1.5	12,3	0,05	0,61	29	1	7,9

\*reprezintă momentul când respectivul reproducător a fost muls dar nu a eliberat icre sau lapți sau cantitatea eliberată a fost nesemnificativă

În urma folosirii preparatului hormonal Nerestin 5A s-au obținut rezultatele:

Tabelul 8.2

Rezultate privind utilizarea hormonului Nerestin 5A la reproducătorii din specia *Polyodon spathula*  
Results regarding utilization of Nerestin 5A hormone at breeders from *Polyodon spathula* breed

Lotul	Indicativul reproducătorului	Greutatea reproducătorului (kg)	Doza administrată (ml/kg corp reproducător)	Doza totală (ml/ reproducător)	Timpul necesar maturării (ore)	Nr. de exemplare ajunse la maturarea produselor sexuale (buc.)	Cantitatea de icre/lapți recoltată (g/ml/kg corp)
LF2	LF2.1	13,8	0,2	2,76	29	1	75,6
	LF2.2	13	0,2	2,6	34	1	70,1
	LF2.3	15,3	0,2	3,06	24	1	82,9
	LF2.4	12,9	0,2	2,58	28	1	65
	LF2.5	12,5	0,2	2,5	27	1	89
LM2	LM2.1	11,1	0,1	1,11	26	1	7,2
	LM2.2	13,2	0,1	1,32	24	1	6,4
	LM2.3	12,6	0,1	1,26	20	1	9,42
	LM2.4	11,7	0,1	1,17	19	1	7,6
	LM2.5	11,1	0,1	1,11	23	1	4,5

Tabelul 8.3

Interpretarea statistică a datelor rezultate în urma comparării loturilor de femelle LF1 și LF2  
 Statistical interpretation of obtained data after comparison of female batches LF1 and LF2

Specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_x$	V%	Min. (%)	Max. (%)
Timpul necesar maturării (ore)	LF1 - LHRH	5	36,20	5,99	34	39
	LF2 - Nerestin	5	28,40	12,84	24	34
	Semnificația diferențelor dintre	LF1 vs. LF2 = **; F (16,9) < F $\alpha$ (25,4147) pt. 1:8 GL				
Nr. de femelle maturate (buc.)	LF1 - LHRH	5	40	136,93	0	1
	LF2 - Nerestin	5	1	0,00	1	1
	Semnificația diferențelor dintre	LF1 vs. LF2 = *; F (6,0000) < F $\alpha$ (11,2586) pt. 1:8 GL				
Cantitatea de icre recoltată (g)	LF1 - LHRH	5	30,20	137,77	0,00	82
	LF2 - Nerestin	5	76,60	12,61	65	89
	Semnificația diferențelor dintre	LF1 vs. LF2 = *; F (5,9001) < F $\alpha$ (11,2586) pt. 1:8 gl				

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; F $\alpha$  5% = 5,3176; F $\alpha$  1% = 11,2586, F $\alpha$  0,1% = 25,4247.

Din punct de vedere statistic la compararea loturilor LF1 versus LF2, cu privire la timpul necesar maturării diferențele sunt distinct semnificative. Coeficientul de variabilitate este mic în cazul lotului LF1 (V% = 5,99), ceea ce înseamnă că lotul este omogen și o valoare medie în cazul lotului LF2 (V% = 12,84), lotul având omogenitate mijlocie.

Cu privire la numărul de femelle maturate din numărul total de femelle, în urma comparării celor două loturi a reieșit faptul că diferențele sunt semnificative. Cantitatea de icre recoltată de la femellele care au ajuns la maturare, din cele două loturi, a fost de 82 g/expl., respectiv 89 g/expl. Diferențele dintre cele două loturi sunt semnificative, iar coeficientul de variabilitate a avut valori mari pentru lotul LF1 (V% = 137,77), ce ne arată că lotul este heterogen și medii (V% = 12,61) în cazul lotului LF2, ceea ce ne arată faptul că lotul are o omogenitate medie.

În urma comparării loturilor de masculi stimulați hormonal cu cele două tipuri de hormoni au rezultat următoarele:

Tabelul 8.4

Interpretare statistică a datelor rezultate în urma comparării loturilor de masculi LM1 și LM2  
 Statistical interpretation of obtained data after comparison of male batches LM1 and LM2

Specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_x$	V%	Min. (%)	Max. (%)
Timpul necesar maturării (ore)	LM1 LHRH	5	25,6	58,37	0	39
	LM2 Nerestin	5	22,40	12,86	19	26
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	LM1 vs. LM2 = n.s.; F (0,2210) < F $\alpha$ (5,3176) pt. 1:8 GL				
Nr. De masculi de la care s-a recoltat spermă (buc.)	LM1 LHRH	5	0,8	55,90	0	1
	LM2 Nerestin	5	1	0	1	1
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	LM1 vs. LmM = n.s.; F (1,0000) < F $\alpha$ (5,3176) pt. 1:8 GL				
Cantitatea de lapți recoltată (ml)	LM1 LHRH	5	5,98	56,80	0	8,20
	LM2 Nerestin	5	7,02	25,53	4,5	9,42
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	LM1 vs. LM2 = n.s.; F (2,7248) < F $\alpha$ (5,3176) pt. 1:8 GL				

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; F $\alpha$  5% = 5,3176; F $\alpha$  1% = 11,2586, F $\alpha$  0,1% = 25,4247.

În urma comparării loturilor LM1 versus LM2 cu privire la timpul necesar maturării elementelor sexuale, a reieșit faptul că diferențele sunt nesemnificative. Coeficientul de variabilitate a avut o valoare mare ( $V\% = 58,36$ ), pentru lotul LM1, lotul fiind considerat heterogen și mijlocie ( $V\% = 12,86$ ), lotul având astfel o omogenitate medie. Diferențele dintre numărul total de masculi și cel al masculilor de la care s-a putut recolta spermă au fost la fel, nesemnificative. Cantitatea de lapți recoltată a fost de 8,20 ml/kg corp mascul la lotul LM1 și 9,42 în cazul lotului LM2, diferențele între cantitățile recoltate fiind nesemnificative. Coeficientul de variabilitate a avut valori mari pentru ambele loturi ( $V\% = 56,80$ ,  $V\% = 25,53$ ), loturile fiind heterogene.

Rezultatele obținute se încadrează, în rezultatele din literatura de specialitate (Linhart și colab., 2000, p. 456-460, Costache Mioara, 2004, Costache Mihail, 2008), fiind inferioare doar în ceea ce privește folosirea LHRH-A. Se poate observa că există diferențe între cele două tipuri de hormoni folosite, Nerestinel având rezultate mai bune.

## **8.2 CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA FOLOSIRII PREPARATULUI HORMONAL NERESTIN 5A ÎN FUNCȚIE DE TEMPERATURA APEI**

Reproducerea speciei *Polyodon spathula* nu se poate face decât, prin stimularea, atât a femelelor cât și a masculilor cu diferiți hormoni, în vederea maturării sincrone a produselor sexuale. În urma studiului prezentat în prima parte a acestui capitol, preparatul hormonal, Nerestin 5A s-a dovedit a fi varianta cea mai bună în vederea realizării reproducerii artificiale.

Având în vedere prețul destul de ridicat dar și disponibilitatea redusă a produsului s-a impus cercetarea optimizării acestuia în vederea utilizării unei cantități cât mai mici cu rezultate cât mai bune. Preparatul Nerestin 5 A a mai fost folosit la reproducerea artificială a polyodonului de cercetători precum Vedrașco 2002, p. 383-390; Costache Mioara 2004; Costache M., 2008; Barbacariu, 2015, p. 106-111.

În vederea optimizării dozelor de preparat hormonal, Nerestin 5A, folosit la stimularea femelelor s-au format trei loturi (LF1, LF2, LF3), fiecare lot a câte trei femele.

Principalii indicatori urmăriți au fost timpul necesar maturării (ore), numărul de femele maturate (buc.), cantitatea de icre recoltată (g). Studiul a fost efectuat în anul al II-lea de cercetări realizate pe specia *Polyodon spathula*, iar aceste 15 femele au fost alese randomizat din lotul mare de reproducători. De la fiecare femelă au fost prelevate icre prin metoda biopsiei și a fost stabilit coeficientul de polarizare al acestora.

Valoarea medie a indicelui de polarizare a fost de 0,06 la loturile LF2 și LF3 și 0,05 la lotul LF1. Aceste valori ne indică faptul că toate femelele sunt apte de reproducerea artificială. Toate loturile au fost omogene în privința lungimii și greutateii femelelor ceea ce ne arată faptul că femelele s-au dezvoltat uniform în cei 13 ani de creștere în ferma piscicolă. Indicele de polarizare a avut o variabilitate mare în cazul lotului LF1.

Femelele au fost injectate diferit, în funcție de temperatura apei, la 13 °C , 15 °C și 17°C. Dozele folosite au fost de 0,12, 0,2 și 0,3 ml/kg corp femelă în două reprize, prima 20 % din doză iar a doua, după 12 ore, restul de 80%. Hormonul a fost injectat cu ajutorul unei seringi, intramuscular, la 7-9 cm față de înotătoarele ventrale și 2-3 cm față de linia mediană, indiferent de partea pe care este peștele. Fiecare femelă a fost atent urmărită după efectuarea injecției. Principalii indicatori urmăriți au fost: timpul de la prima injecție

până la ovulație, starea fiziologică, comportamentul acestora și parametrii fizico-chimici ai apei folosite. Măsurarea temperaturii din apă și a oxigenului solvit s-a făcut din oră în oră. Valoarea oxigenului solvit pentru dezvoltarea normală în acest stadiu nu trebuie să scadă sub 5 mg/l. Au fost situații când valoarea acestuia a scăzut sub nivelul minim, măsura luată pentru corectarea acestuia fiind: mărirea debitului de alimentare al apei și pornirea aeratoarelor. Variația temperaturii pe parcursul desfășurării experimentelor a fost foarte mică, aceasta odată ajunsă la temperatura dorită a fost menținută la o temperatură aproape constantă. Acest lucru s-a datorat și faptului că alimentarea cu apă a bazinelor de maturare a reproducătorilor s-a făcut dintr-un bazin tampon, situat în interiorul stației de reproducere. Nivelul oxigenului dizolvat din apă a fost menținut la o valoare destul de ridicată, minimul fiind de 5,3 mg/l iar maximum de 9,3 mg/l. Aceste valori au putut fi menținute prin barbotarea apei cu ajutorul unui compresor.

Experimentul a avut trei părți și a început când temperatura apei a ajuns la valoarea de 13°C, când primul lot de femele a fost stimulat hormonal. Doza a fost împărțită în două părți, 20% prima și 80% cea de-a doua.

Rezultatele cu privire la dozele de hormon folosite și timpul necesar maturării sunt prezentate în tabelul 8.5 și figura 8.2.

Tabelul 8.5

Rezultate cu privire la doza de hormon folosită și timpul necesar maturării la lotul LF1  
Results regarding utilized hormone dose and necessary time for maturity at batch LF1

Lotul și nr. femelei	Greutatea femelei (kg)	Doza administrată (ml/kg corp femelă)	Doza totală (ml/femelă)	Doza I (20% din doza totală) (ml/kg corp femelă)	Doza a II-a (80% din doza totală) (ml/kg corp femelă)	Timpul necesar maturării (ore)
LF1, F1	16,5	0,12	1,98	0,39	1,59	38
LF1, F2	15,7	0,2	3,13	0,62	2,51	38
LF1, F3	15,3	0,3	4,58	0,91	3,67	34

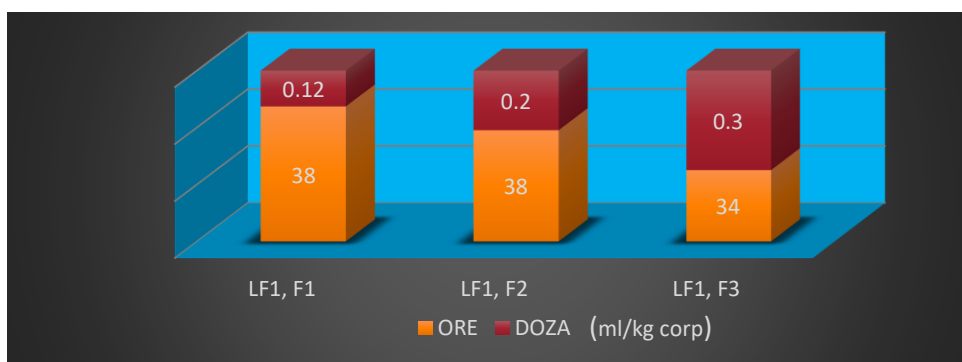


Fig. 8.2 Timpul necesar maturării în funcție de doza de hormon folosită la lotul LF1  
Fig. 8.2 Necessary time for maturity function of utilized hormone dose at batch LF1

Se poate observa că timpul necesar maturării a fost aproximativ același pentru toate cele trei loturi indiferent de doza de hormon folosită.

Experimentele pe lotul al doilea au început când temperatura apei a ajuns la valoarea de 15°C.

Rezultatele cu privire la dozele de hormon folosite și timpul necesar maturării sunt prezentate în tabelul 8.6 și fig. 8.3.

Tabelul 8.6

Rezultate cu privire la doza de hormon folosită și timpul necesar maturării la lotul LF2  
Results regarding utilized hormone dose and necessary time for maturity at batch LF2

Lotul și numărul femelei	Greutatea femelei (kg)	Doza administrată (ml/kg corp femele)	Doza totală (ml/femele)	Doza I (20% din doza totală) (ml/kg corp femele)	Doza a II-a (80% din doza totală) (ml/kg corp femele)	Timpul necesar maturării
LF2, F1	13,8	0,12	1,65	0,33	1,32	30
LF2, F2	13	0,2	2,60	0,52	2,08	29
LF2, F3	15,3	0,3	4,58	0,91	3,67	24

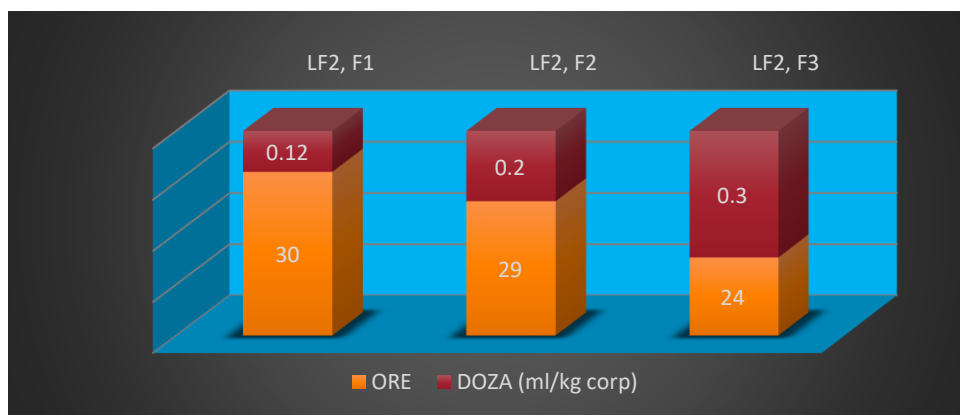


Fig. 8.3 Timpul necesar maturării în funcție de doza de hormon folosită la lotul LF2  
Fig. 8.3 Necessary time for maturity function of utilized hormone dose at batch LF2

Se poate observa că timpul necesar maturării femelelor din lotul al doilea începe să fie diferențiat în funcție de cantitatea de hormon folosit.

Experimentele pe lotul al treilea au început când temperatura apei a ajuns la valoarea de 17°C.

Rezultatele cu privire la dozele de hormon folosite și timpul necesar maturării sunt prezentate în tabelul 8.7 și fig. 8.4.

Tabelul 8.7

Rezultate cu privire la doza de hormon folosită și timpul necesar maturării la lotul LF3  
Results regarding utilized hormone dose and necessary time for maturity at batch LF3

Lotul și numărul femelei	Greutatea femelei (kg)	Doza administrată (ml/kg corp femele)	Doza totală (ml/femele)	Doza I (20% din doza totală) (ml/kg corp femele)	Doza a II-a (80% din doza totală) (ml/kg corp femele)	Timpul necesar maturării (ore)
LF3, F1	12,1	0,12	1,45	0,29	1,16	26
LF3, F2	14,3	0,2	2,85	0,57	2,28	22
LF3, F3	16,1	0,3	4,82	0,96	3,86	22

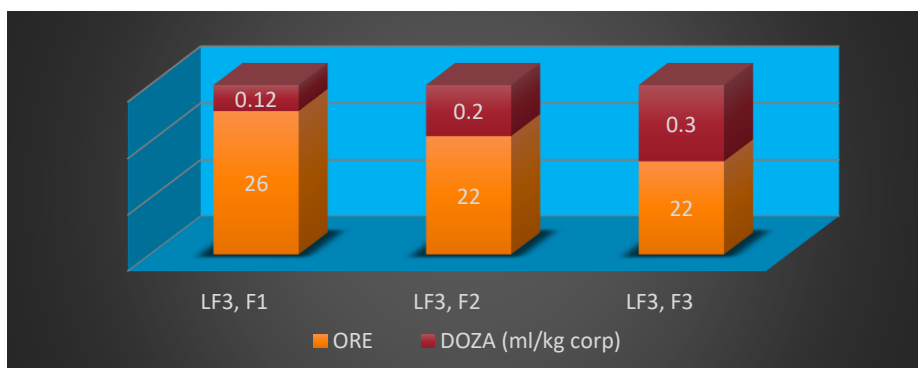


Fig. 8.4 Timpul necesar maturării în funcție de doza de hormon folosită la lotul LF3  
 Fig. 8.4 Necessary time for maturity function of utilized hormone dose at batch LF3

În urma experimentului, datele obținute au fost interpretate statistic, principalii indicatori urmăriți fiind timpul necesar maturării, numărul de femele care au ajuns la maturare și cantitatea de icre recoltată. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 8.8.

Tabelul 8.8

Interpretarea statistică a datelor rezultate în urma comparării timpului necesar maturării, numărului de femele ajunse la maturare și cantitatea de icre recoltată la loturile LF1, LF2 și LF3  
 Statistical interpretation regarding obtained data after comparison of maturity time, number of females which reached maturity and roes' gathering quantity between batches LF1, LF2 and LF3

Specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	V%	Min. (%)	Max. (%)
Timpul necesar maturării (ore)	LF1	3	36,66	6,3	34	38
	LF2	3	27,66	11,66	24	30
	LF3	3	23,33	9,3	22	26
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	LF1 vs. LF2 vs. LF3 = **; F (19,8254) < F $\alpha$ (27,0000) pt. GL 2:15				
Număr de femele ajunse la maturare (buc.)	LF1	3	3	0	1	3
	LF2	3	3	0	1	3
	LF3	3	3	0	1	3
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	LF1 vs. LF2 vs. LF3 = n.s.; F (0,0000) < F $\alpha$ (5,1432) pt. GL 2:15				
Cantitatea de icre recoltată (g)	LF1	3	77	2,6	75	79
	LF2	3	75	3,53	73	78
	LF3	3	76,66	2,72	75	79
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	LF1 vs. LF2 vs. LF3 = n.s.; F (0,6739) < F $\alpha$ (5,1432) pt. GL 2:15				

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; F $\alpha$  5% = 5,1432; F $\alpha$  1% = 10,9247, F $\alpha$  0,1% = 27,0000.

În urma analizei statistice se poate observa că există diferențe distinct semnificative cu privire la timpul necesar maturării dintre cele trei loturi. Coeficientul de variabilitate a avut valoare mică (V% = 6,3, V% = 9,3) în cazul loturilor LF1 și LF3, omogenitatea în interiorul acestora fiind mare. În cazul lotului LF2 coeficientul de variabilitate a avut valoarea medie (V% = 11,66), omogenitatea în interiorul loturilor fiind mijlocie.

Toate femelele au ajuns la maturare fiind capabile recoltare a icrelor. Analizând cantitatea de icre recoltată, putem afirma că diferențele dintre mediile loturilor sunt nesemnificative, coeficientul de variabilitate având valori mici (V% = 2,6, V% = 3,53, V% = 2,72), omogenitatea în interiorul loturilor fiind mare.

În urma acestei analize, putem afirma că temperatura influențează timpul în care femelele ajung la maturarea produselor sexuale, dar nu influențează cantitatea de icre recoltate, cantitatea optimă de hormon injectat fiind de 0,12 ml/kg corp femelă. Studii din literatura de specialitate, referitor la optimizarea folosirii preparatului hormonal Nerestin 5A au fost făcute de către Costache Mioara, 2004; Costache M., 2008; Barbacariu, 2015, p. 106-111, iar concluzia unora dintre autori a fost aceea că doza de hormon optimă (nerestin 5A) folosită la reproducerea artificială trebuie să fie de 0,2 ml, doză superioară față de cea utilizată cu succes în cazul experimentelor noastre.

### 8.3. REZULTATE PRIVIND COLECTAREA PRODUSELOR SEMINALE

Colectarea produselor seminale reprezintă una din cele mai spectaculoase etape ale reproducerii artificiale. Dacă la ciprinide sau alte specii răpitoare această etapă se realizează destul de ușor, neexistând impedimente anatomice, polyodonul are, specific peștilor chondrostei, icrele situate în cavitatea generală a corpului. De aici, după maturare, acestea sunt preluate de două formațiuni de forma unor pâlnii care se termină cu conductele Muller, ce au rolul unui oviduct. Icrele, în timpul ovulației, coboară din cavitatea generală prin pâlniile de colectare, traversează oviductul și sunt eliminate prin orificiul genital în exterior, în vederea fecundării.

Colectarea ovulelor sau mulgerea femelelor din specia *Polyodon spathula* se realizează în conformitate cu tehnologiile aplicate la speciile de *Acipenseridae*.

Există mai multe metode de colectare a ovulelor, respectiv:

- sacrificarea reproducătorilor;
- tehnica laparotomiei;
- tehnica minim-invazivă (*Minimally invasive surgical removal of ovulated eggs*).

La începuturile utilizării reproducerii artificiale, în vederea colectării produselor sexuale atât femelele cât și masculii erau sacrificați. În timp, datorită reducerii stocurilor, au fost întreprinse studii de colectare a produselor sexuale prin metode care să nu pună în pericol viața reproducătorilor.

Tehnica laparotomiei se practică, de obicei, la exemplarele foarte mari.

Studii cu privire la aplicarea tehnicii laparotomiei la speciile de sturioni din familia *Acipenseridae*-lor au fost făcute de: Burtsev, 1969; Doroshov și colab., 1983, p. 93-104; Conte și colab., 1988, p. 104; Mohler, 2003, p. 68.

Tehnica constă în efectuarea unei incizii în zona abdominală a femelei, prin care sunt extrase ovulele. Incizia se face la 1,5-3 cm față de linia mediană și are lungimea de 7-15 cm. Femelele, de obicei sunt anesteziate cu Ms 222, 2-fenoxietanol sau ulei de cuișoare, în diferite doze. Supraviețuirea în cazul aplicării acestei tehnici este de 85-90%. Principalele probleme întâlnite sunt date de infecțiile apărute în locul unde se efectuează incizia. După colectarea ovulelor, incizia se coase cu ață chirurgicală.

La specia *Polyodon spathula*, această tehnică era folosită în trecut, până când a fost dezvoltată tehnica minim-invazivă descrisă de Podushka în 1986 și 1999, p. 82-87 și aplicată cu succes de către Stech și colab., 1999, p. 129-133; Vedrașco și colab., 2002, p. 383-390; Mims și colab., 2004 și de cercetătorii de la SCDP Nucet începând cu anul 2002.

Conform acestei metode, se face o incizie în peretele oviductului, în așa fel încât ovulele să fie eliberate din corp prin aceasta, fără să mai treacă prin pâlniile de colectare.

Metoda este mai puțin stresantă pentru pești, iar supraviețuirea este mult mai mare față de laparotomie. La folosirea acestei metode peștele se așează pe o masă, sau poate fi conțenționat în brațe. De preferat este ca reproducătorii să fie aneșteziați. Incizia se face cu ajutorul unui bisturiu, iar mulgerea se face masând ușor pe abdomenul femelei.

O altă metodă mai puțin folosită, constă în extragerea ovulelor, prin mulgerea directă, fără intervenție chirurgicală. Metoda a fost folosită de cercetătorii italieni, Arlati și colab., 1988, p. 94-86 și constă în recoltarea icrelor în porții mici și pe durata unei perioade de timp destul de lungi, 6-12 ore.

Colectarea spermei se poate face prin mulgere directă sau cu ajutorul unei seringi conectată la un tub. În cazul folosirii seringii cu tub pentru prelevarea spermei, masculul se poziționează vertical cu capul în sus sau în jos.

În cazul studiului de față, pentru recoltarea produselor sexuale s-a folosit tehnica minim-invazivă. Principalele semne că femelele sunt apte pentru recoltarea icrelor sunt date de apariția pe fundul bazinelor de maturare a câtorva icre lipicioase. Când se constata apariția acestora se identifică și se examinează femela care a ajuns la ovulație. Materialele necesare utilizate în operațiunea de mulgere au fost prosoape uscate, castroane pentru recoltarea icrelor, găleți, seringă prevăzută cu tub, bisturiu nr. 11 și pensetă.

### Tehnica recoltării ovulelor

Pentru recoltarea ovulelor, echipa trebuie să fie formată din 4 persoane. Operatorul principal conțenționează femela capturată din bazinul de maturare la nivelul capului și al cozii. Coada se ridică la un unghi de 45°, iar un alt operator acoperă orificiul genital cu un prosop, pentru a nu se pierde icrele expulzate. Toți operatorii șterg femela de apă și mâinile operatorului principal care ține femela, pentru ca apa să nu ajungă în contact cu icrele, pe care le-ar putea activa. Operatorul principal așează femela pe masa de lucru, iar din acest moment fiecare își ocupă locul dinaintea stabilit: un operator conțenționează caudal femela, altul face un guler dintr-un prosop cu care acoperă capul femelei, alt operator ține castronul unde se vor recolta icrele, iar operatorul principal începe să facă incizia oviductului, urmată de mulgerea propriu-zisă – fig. 8.5.



Fig. 8.5 Aspect din timpul mulgerii femelelor de *Polyodon spathula* (foto original)

Fig. 8.5 Aspect during milking of *Polyodon spathula* females (original photo)

Înainte de a face incizia, operatorul principal se asigură că orificiul genital al femelei nu este obturat cu fecale sau vreun dop format din icre aglomerate. Incizia se face cu bisturiu nr. 11, la 2-3 cm de la orificiul genital, în interiorul oviductului. Prin acesta icrele sunt eliminate

ușor și continuu. Eliberarea icrelor se face prin masarea ușoară a abdomenului, de la cap înspre coadă. Dacă, din poziția așezat pe masă, femela nu eliberează icrele, aceasta se ridică pe brațe, i se curbează coada și se încearcă din nou masarea abdomenului în vederea eliberării icrelor. Timpul maxim de recoltare a icrelor nu trebuie să depășească 20 de minute. Dacă în acest timp nu se reușește recoltarea, femelele se introduc din nou în bazinul de maturare și se mai așteaptă o perioadă. Chiar dacă cantitatea de icre recoltată este destul de mare, operațiunea se mai efectuează o dată, fiindcă icrele nu se pot recolta toate dintr-o singură mulgere. Icrele se recoltează într-un castron, iar după ce se termină acest proces sunt mutate într-un loc ferit de pericolul activării cu apă – fig. 8.6.



Fig. 8.6 Castron cu icre recoltate (foto original)  
Fig. 8.6 Bowl with gathered roes (original photo)

În cazul experimentelor efectuate calitatea icrelor a fost examinată vizual, identificându-se icrele normale, cele resorbite, activate etc., De asemenea s-a urmărit și transparența lichidului ovarian. În urma examinării, la toate loturile de femele, icrele normale au depășit procentul de 90%.

Pentru recoltarea spermei de la masculi se procedează la fel, doar că acestora li se introduce în orificiul genital, un tub de plastic conectat la o seringă. Masculul poate fi ținut în poziție vertical, cu capul în sus sau în jos ori așezat culcat pe masa de lucru. Se poate încerca și mulgerea directă a masculilor, fără introducerea tubului, exercitând presiune asupra abdomenului. Sperma se recoltează în vase de dimensiuni mai mici din plastic. Dacă masculul nu eliberează sperma, i se curbează coada și se încearcă din nou recoltarea. Timpul maxim în care reproducătorul poate rezista în afara apei este de 20 de minute.



Fig. 8.7 Aspect din timpul recoltării spermei la masculii de *Polyodon spathula* (foto original)  
Fig. 8.7 Aspect during gathering of sperm from *Polyodon spathula* males (original photo)

## 8.4 REZULTATE PRIVIND FECUNDAREA PRODUSELOR SEMINALE

La specia *Polyodon spathula*, cât și la celelalte specii de sturioni, se practică fecundarea semi-uscată. Diluția folosită pentru spermă a fost de 1:100, iar cantitatea de spermă a fost de 10-15 ml/kg icre.

În practică, fecundare ovulelor provenite de la o singură femelă se face cu sperma de la mai mulți masculi. Acest tip de fecundare nu asigură un nivel adecvat de heterogenitate genetică a descendenței, lucru foarte important în condițiile unui lot redus de reproducători (Chebanov, 2013, p. 91). Acest lucru se întâmplă pentru că sperma de la masculi are motilitate și concentrație diferită, în funcție de starea fiziologică a reproducătorului în acea perioadă. De aceea, este recomandat ca icrele de la o femelă să fie împărțite în mai multe porții și fiecare porție să fie fecundată cu sperma provenită de la un alt mascul.

Atât icrele cât și sperma au fost colectate în vase uscate fig. 8.8.



Fig. 8.8 O porție de icre colectate în vederea fecundării (foto original)  
Fig. 8.8 Portion of roes gathered for fecundation (original photo)

După diluarea spermei, potrivit raportului 1:100, aceasta se toarnă imediat peste icre, pentru că spermatozoizii de *Polyodon spathula* au o durată de viață destul de redusă. Studii legate de durata fecundării la sturioni au fost făcute de Anonymous, 1986, p. 272, care stabilește, în funcție de specie, timpul optim de fecundare. Conform studiilor de specialitate, (Vedrașco și colab., 2002, p. 383-390; Costache Mioara, 2004; Costache M., 2008), timpul necesar fecundării, la specia *Polyodon spathula*, este de 3,5 minute. În acest timp toată masa de icre-lapți se amestecă ușor, cu mâna fig. 8.9.



Fig. 8.9 Aspect din timpul fecundării (foto original)  
Fig. 8.9 Aspect during fecundation (original photo)

După aceste 3,5 minute, se scurge lichidul rezultat și icrele fecundate se clătesc în două-trei ape, până când nu mai există acel lichid gelatinos. Apariția unui lichid alb, lăptos, în momentul adăugării spermei peste icre, este un indiciu că icrele s-au fecundat. Pentru determinarea procentului de fecundare, de la fiecare lot și fiecare femelă s-au recoltat aleatoriu câteva icre, care au fost examinate - fig. 8.10.



Fig. 8.10 Icre prelevate în vederea determinării procentului de fecundare (foto original)

Fig. 8.10 Roes gathered for determination of fecundation rate (original photo)

Icrele au fost studiate când se aflau în faza a doua de diviziune, ce corespunde stadiului 5 de dezvoltare. La acest stadiu corespund 4 blastomere. Acest stadiu are loc la aproximativ 9 ore după fecundare, la o temperatură a apei de 13°C, la 4 ore dacă apa are 20°C sau la 3,5 ore dacă apa are 24°C.

Înainte de a fi recoltate, icrele au fost omogenizate, prin amestecarea direct cu mâna. Pentru a fi analizate sunt recoltate aleatoriu 50 -100 icre. Acestea au fost puse într-un vas Petri în care era apă tehnologică și s-au analizat la stereomicroscop. Au fost numărate icrele care sunt normale, cele activate, polispermice și icrele nefertilizate.

## **8.5 CERCETĂRI CU PRIVIRE LA POSIBILITĂȚILE DE PĂSTRARE DE SCURTĂ DURATĂ A SPERMEI DE *POLYODON SPATHULA***

În vederea îmbunătățirii tehnologiei de reproducere artificială a speciei *Polyodon spathula*, s-a impus studiul păstrării elementele seminale, deoarece sincronizarea recoltării icrelor și a lapților nu se realizează întotdeauna sincron sau elementele seminale ale reproducătorilor masculi sunt de calitate slabă. De asemenea, prin păstrarea de scurtă durată a spermei, se poate îmbunătăți calitatea genetică a produșilor rezultați, prin utilizarea lapților care provin de la mai mulți masculi la o singură femelă.

Scopul acestui studiu a fost acela de a iniția un protocol de păstrare a spermei, la o temperatură constantă de 4°C, pentru o anumită perioadă de timp cât mai îndelungată, în așa fel încât mobilitatea spermei și calitățile acesteia să fie cât mai puțin influențate.

În acest scop s-au folosit trei metode de păstrare, iar în urma analizei rezultatelor obținute s-a analizat care dintre ele este cea mai eficientă.

Recoltarea spermei s-a făcut de la 6 masculi crescuți în Ferma piscicolă Acvares Iași, iar dintre aceștia a fost aleasă sperma provenită de la trei dintre aceștia care aveau 5 puncte de mobilitate, conform scării Persov, (Persov, 1941). De la cei trei masculi au fost

constituite trei loturi (L1, L2 și L3) a câte 5 probe pentru fiecare lot, fiecare probă fiind conservată prin refrigerare după o altă metodă.

Studii cu privire la păstrarea spermei de pești au fost făcute de diverși specialiști, de exemplu: Erdahl și colab., 1984, p. 341-250, studiază factorii care afectează conservarea spermei la păstrăv; Moore, 1987, p. 40-43, studiază posibilitățile de conservare a spermei; Dilauro, 1994, p. 123-144, studiază mobilitatea spermatozoidilor la sturionul atlantic; Karen, 2001, p. 238-241, studiază efectul oxigenului asupra conservabilității spermei de scurtă durată; Cosson și colab., p. 460-468, 2008, studiază mobilitatea spermei la speciile marine; Cabrita E., 2009 și Fauvel, 2010, evaluează calitatea spermei la pești; Hadiseh, 2013 studiază efectul pH-ului și densității asupra ratei de fertilizare a spermei la sturionul persan (*Acipenser persicus*).

Masculii au fost stimulați sexual cu Nerestin 5A, iar recoltarea spermei s-a făcut prin mulgere. După recoltare sperma a fost împărțită astfel:

- În cazul primului lot (L1) sperma a fost repartizată în cinci probe și depozitată în câte o seringă cu volumul de 20 ml, fiecare conținând câte 2 ml de spermă restul volumului fiind reprezentat de aer;

- În cazul lotului al doilea (L2) sperma a fost repartizată în cinci probe și depozitată în câte o pungă sterilă pack, cu volumul de 200 ml, în care s-a pus 2 ml de spermă, restul volumului fiind umplut cu oxigen tehnic;

- În cazul lotului al treilea (L3), sperma a fost repartizată în cinci probe și depozitată în câte o pungă sterilă, pack cu volumul de 200 ml, în care s-a pus 2 ml de spermă, restul volumului fiind umplut cu aer atmosferic;

Examinarea spermei s-a făcut cu ajutorul microscopului D-350 Optika, la temperatura camerei, aceasta fiind diluată cu apă într-un raport de 1:20. Probele de spermă au fost depozitate într-un frigider la o temperatură constantă de 4°C. Toate probele au fost examinate inițial determinându-se mobilitatea, prin metoda Persov, metodă descrisă în capitolul Materiale și metode de lucru. Probele au fost examinate după 2, 18, 36 și 48 de ore de la recoltare.

Rezultatele înregistrate înainte de refrigerarea spermei, cu privire la mobilitatea spermatozoidilor, sunt prezentate în tabelul 8.9 și fig. 8.11.

Tabelul 8.9

Rezultatele inițiale ale mobilității spermatozoidilor conform scării Persov  
Initial results regarding spermatozoa mobility in according with Persov scale

Specificare	L1					L2					L3				
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Numărul probei															
Puncte de mobilitate	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$\bar{X} \pm s_x$	5					5					5				
Min (%)	5					5					5				
Max (%)	5					5					5				
V (%)	0					0					0				
Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 vs. L3 = n.s.; F (0,0000) < Fa (3,8852), 2:12 GL														

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; Fa 5% = 3,8852; Fa 1% = 6,9266, Fa 0,1% = 12,9736.

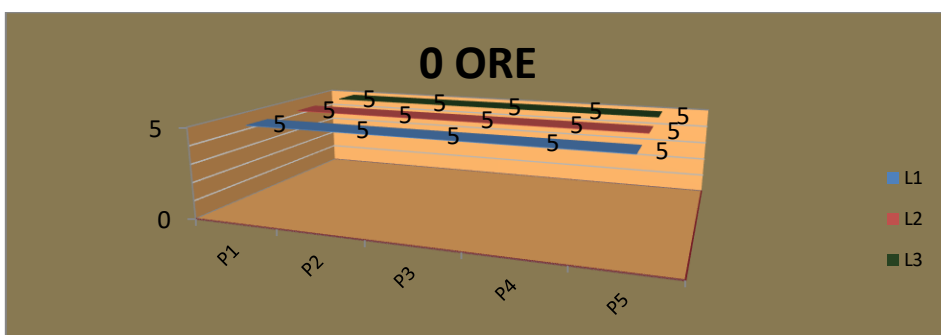


Fig. 8.11 Rezultatele inițiale ale mobilității spermatozoidelor conform scării Persov  
 Fig. 8.11 Initial results regarding spermatozoa mobility in according with Persov scale

Din punct de vedere statistic, diferențele între probele de la cele trei loturi sunt nesemnificative. După primele două ore de refrigerare, sperma a fost analizată. Rezultatele sunt reliefate în tabelul 8.10 și fig. 8.12.

Tabelul 8.10

Rezultatele obținute după două ore de la conservarea materialului seminal  
 Results obtained after two hours of seminal material preservation

Specificare	L1					L2					L3				
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Numărul probei															
Puncte de mobilitate	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	5					5					5				
Min (%)	5					5					5				
Max (%)	5					5					5				
V (%)	0					0					0				
Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 vs. L3 = n.s.; F (0,2666) < Fa (3,8852), 2:12 GL														

n.s. = diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; Fa 5% = 3,8852; Fa 1% = 6,9266, Fa 0,1% = 12,9736.

Se poate aprecia faptul că valoarea coeficientului de variabilitate indică o omogenitate mijlocie în cadrul primului lot, valoarea lui fiind de V% = 11,91, ceea ce înseamnă că la unele probe mobilitatea spermatozoidelor a început să scadă (P3 și P5).

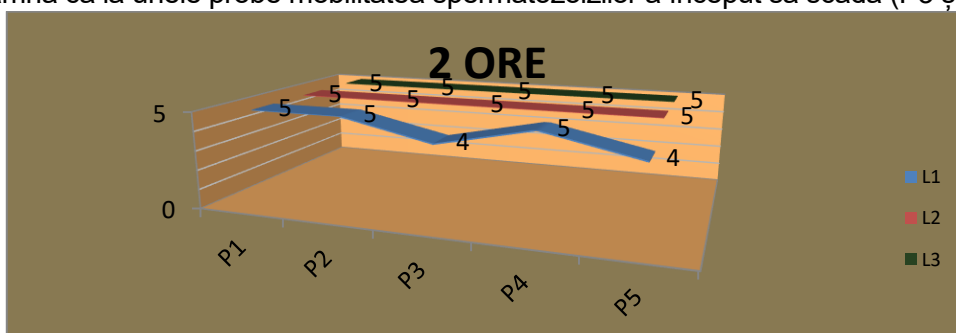


Fig. 8.12 Rezultatele mobilității spermatozoidelor, după două ore de conservare, conform scării Persov  
 Fig. 8.12 Results obtained after two hours of seminal material preservation, in according with Persov scale

Din punct de vedere statistic, între loturi, diferențele înregistrare sunt nesemnificative, singurul lot în care s-a înregistrat scăderea punctelor de mobilitate fiind L1, lot la care sperma a fost depozitată în seringă. În aceste condiții, sperma de la toate cele trei loturi poate fi folosită cu succes la reproducerea artificială.

După 18 ore de refrigerare probele au fost analizate iar rezultatele sunt prezentate în tabelul 8.11 și fig. 8.13.

Tabelul 8.11

Rezultatele obținute după 18 ore de la conservarea materialului seminal  
Results obtained after 18 hours from preservation of seminal material

Specificare	L1					L2					L3				
Numărul probei	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Puncte de mobilitate	4	4	3	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5
$\bar{X} \pm s_x$	3,6					4,6					4,6				
Min (%)	3					4					4				
Max (%)	4					5					5				
V (%)	15,21					11,91					11,91				
Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 vs. L3 = *; $F(5,5555) < F_{\alpha}(6,9266)$ , 2:12 GL														

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative;  $F_{\alpha} 5\% = 3,8852$ ;  $F_{\alpha} 1\% = 6,9266$ ,  $F_{\alpha} 0,1\% = 12,9736$ .

La primul lot (L1) continuă să scadă punctele asociate scării lui Persov, variabilitatea în interiorul lotului fiind mijlocie,  $V\% = 15,21$ , ceea ce înseamnă să sperma din punct de vedere al mobilității se depreciază aproape uniform. La loturile L2 și L3 punctele de mobilitate încep o ușoară depreciere între acestea două loturi nefiind diferențe. Coeficientul de variabilitate are valori medii pentru ambele loturi,  $V\% = 11,91$ .

După analiza statistică reiese că între cele trei loturi diferențele sunt semnificative statistic.

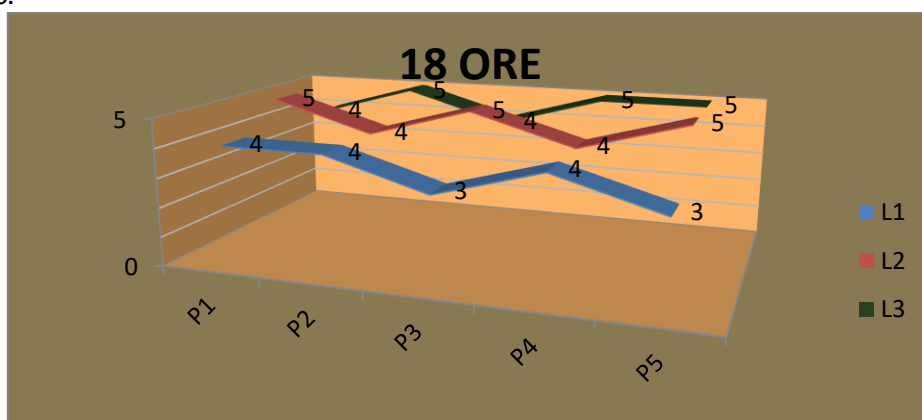


Fig. 8.13 Rezultatele mobilității spermatozoizilor după 18 ore de conservare, conform scării Persov  
Fig. 8.13 Results obtained after 18 hours from preservation of seminal material, in according with Persov scale

După 36 de ore de la începutul conservării, sperma a fost analizată, iar rezultatele sunt prezentate în tabelul 8.12 și fig. 8.14.

Tabelul 8.12

Rezultatele obținute după 36 ore de la conservarea materialului seminal  
Results obtained after 36 hours from preservation of seminal material

Specificare	L1					L2					L3				
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Numărul probei															
Puncte de mobilitate	3	3	2	3	3	4	4	4	4	5	3	4	4	5	4
$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	2,8					4,2					4				
Min (%)	2					4					3				
Max (%)	3					5					5				
V (%)	15,97					10,65					17,68				
Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 vs. L3 = **; F (9,5555) < F $\alpha$ (12,9736), 2:12 GL														

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; F $\alpha$  5% = 3,8852; F $\alpha$  1% = 6,9266, F $\alpha$  0,1% = 12,9736.

Coeficientul de variabilitate la toate cele trei loturi are valori medii, V% = 15,97, V% = 10,54, V% = 17,68. La primul lot (L1) continuă să scadă mobilitatea spermei, ajungând la o medie de 2,8 puncte. Pentru celelalte loturi (L2 și L3) mobilitatea are valori destul de ridicate (4,2 și 4), ceea ce face ca probele să poată fi folosite la reproducerea artificială.

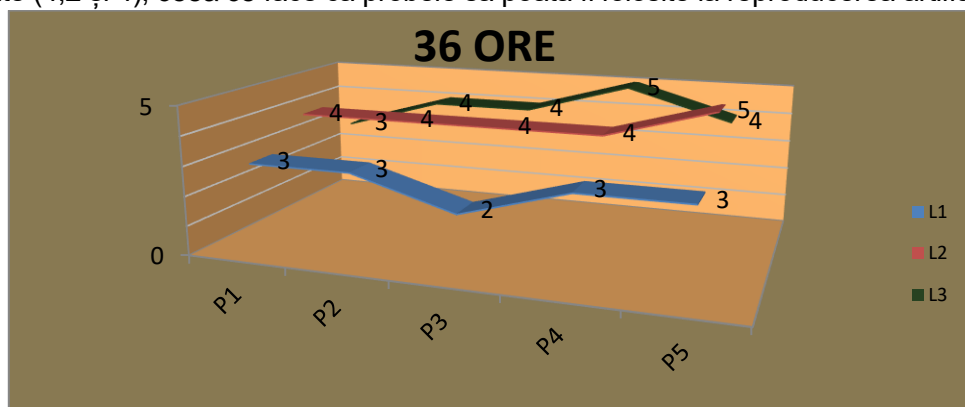


Fig. 8.14 Rezultatele mobilității spermatozoizilor după 36 ore de conservare, conform scării Persov  
Fig. 8.14 Results obtained after 36 hours from preservation of seminal material, in according with Persov scale

Din punct de vedere statistic, diferențele între cele trei loturi sunt distinct semnificative, putându-se remarca faptul că valorile primului lot au scăzut destul de mult. Sperma de la L1 nu mai poate fi folosită la reproducerea artificială, sau poate fi folosită la reproducerea artificială dar cu rezultate slabe.

După 48 de ore de la recoltare, sperma a fost supusă analizei finale. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 8.13 și figura 8.15.

Tabelul 8.13

Rezultatele obținute după 48 ore de la conservarea materialului seminal  
Results obtained after 48 hours from preservation of seminal material

Specificare	L1					L2					L3				
Numărul probei	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Puncte de mobilitate	2	2	1	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	2,2					3,6					3,8				
Min (%)	1					3					3				
Max (%)	3					4					4				
V (%)	38,03					15,21					11,77				
Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 vs. L3 = **; F (9,5000) < Fa (12,9736), 2:12 GL L2 vs. L3 = n.s.; F (0,4000) < Fa (5, 3176), 1:8 GL														

n.s.= diferențe ne semnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; Fa 5% = 3,8852; Fa 1% = 6,9266, Fa 0,1% = 12,9736.

Se poate observa faptul că variabilitatea în interiorul loturilor a fost mare, pentru primul lot (L1), coeficientul de variabilitate având valoarea, V% = 38,03, și mijlociu pentru loturile 2 și 3, V% = 15,21 și V% = 11,77.

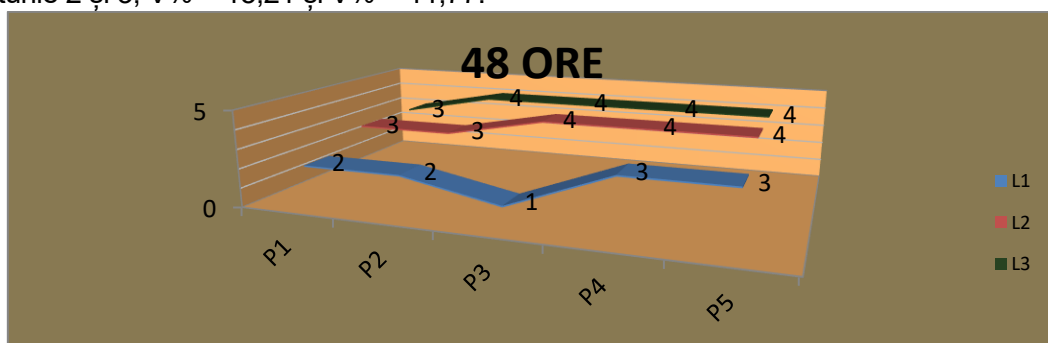


Fig. 8.15 Rezultatele mobilității spermatozoizilor după 48 ore de conservare, conform scării Persov  
Fig. 8.15 Results obtained after 48 hours from preservation of seminal material, in according with Persov scale

În urma comparației statistice se poate observa că diferențele între cele trei loturi sunt distinct semnificative. La primul lot (L1) valoarea medie a punctelor pe scara Persov a ajuns la 2,2, ceea ce face ca sperma să nu mai poată fi folosită la reproducerea artificială. Asta nu înseamnă că spermatozoizii sunt inactivați total ci doar într-un procent care ar duce la rezultate destul de slabe în privința procentului de fecundare. Între loturile L2 și L3, diferențele din punct de vedere statistic sunt ne semnificative, ambele metode de conservare (cu oxigen tehnic – L2 și aer atmosferic – L3) ducând la păstrarea spermei în intervalul 0-48 de ore cu o reducere a mobilității acesteia doar de 28 de procente, pentru lotul L2 și 24 de procente pentru lotul L3. Putem afirma că pentru intervalul 0-18 ore toate metodele de conservare duc la rezultate foarte bune în privința mobilității spermei, iar pentru intervalul 0-48 de ore doar păstrarea spermei în pungi pack, sterile, cu adiție de aer atmosferic și oxigen tehnic sunt viabile, între ele nefiind diferențe.

## 8.6. REZULTATE PRIVIND DESCLEIEREA ICRELOR FECUNDATE

Studii legate de folosirea diferitelor substanțe pentru descleierea icrelor de sturioni au fost făcute de Poduska, 1999; Chebanov; Galich; Chmyr 2004. Cele mai folosite substanțe de descleiere sunt suspensia de nămol, acidul tanic, enzimele proteolitice și amidonul.

După fecundare și clătirea în mai multe ape a icrelor, înainte de a fi puse la incubat, icrele fecundate trebuie descleiate.

Adezivitatea icrelor apare după fecundare când acestea se hidratează și își măresc volumul. Fenomenul de adezivitate sau aderență este produs de o mucoproteină secretată de icră. Adezivitatea icrelor trebuie înlăturată deoarece ar putea duce la formarea de aglomerări, icrele prinse la mijloc neavând oxigen pentru supraviețuire, sau unele dintre ele s-ar putea chiar de pereții incubatorului. Aglomerarea de icre duce și la dezvoltarea patogenilor (*Fusarium* și *Saprolegnia*).

Din literatura de specialitate, în cazul polyodonului, cea mai indicată metodă de descleiere este cea în care se folosește suspensie de nămol (Vedrașco și colab, 2002, p. 383-390; Costache, 2008). În cei trei ani de experiențe cu privire la reproducerea artificială a speciei *Polyodon spathula* s-a folosit pentru descleiere suspensia de nămol, provenită de la un bazin din cadrul fermei piscicole.

Nămolul a fost recoltat din vatra bazinului și trecut printr-o sită cu diametrul de 1 mm de mai multe ori, până ce au fost îndepărtate toate particulele mari, pietrele fine, resturile vegetale sau de altă natură. Procesul se repetă până când, din nămolul respectiv rămâne o suspensie fină. Această suspensie este lăsată la decantare câteva ore, după care se strecoară iar prin sită, separându-se faza solidă de cea lichidă. Faza solidă rămasă, este o pulbere fină de nămol care pentru operațiunea tehnologică de descleiere se amestecă cu apă în raport de 2:1. Timpul de descleiere a fost de 45 de minute, după fecundare, ulterior acestei operațiuni icrele au fost spălate în mai multe ape pentru îndepărtarea excesului de argilă și puse la incubat în incubatoare specific sturionilor.

### 8.6.1. Cercetări cu privire la îmbunătățirea etapei de descleiere a icrelor fecundate

Pentru îmbunătățirea procesului de descleiere la specia *Polyodon spathula* s-a efectuat un experiment prin care s-a analizat și posibilitatea folosirii la descleiere a enzimelor alcalaze *Bacillus licheniformis*, produse de către firma Merk Millipore.

Experimentul a presupus folosirea a două medii de descleiere, respectiv:

- suspensie de nămol;
- enzime alcalaze produse de către firma Merk Millipore, (*Bacillus licheniformes*)

Studii despre folosirea enzimelor alcalaze produse de către firma Merk Millipore (*Bacillus licheniformes*) au fost făcute de Linhart și colab., 2004, p. 619-632, la somnul european (*Silurus glanis*), Grozea, 2010, la șalău (*Stizostedion lucioperca*) și alții. Descleierea icrelor de sturioni folosind enzimele alcalaze nu a mai fost studiată în România, conform datelor consultate până la acest moment.

Alcalazele acționează asupra mucoproteinelor ce învelesc icrele fecundate. O atenție deosebită trebuie acordată concentrației substanței, deoarece o doză prea mare duce la compromiterea icrelor.

În ceea ce privește suspensia de nămol se știe faptul că un nămol bun este acela care nu conține nisip sau pietre fine care ar pute zgâria suprafața icrei și ar favoriza

infestarea icrelor cu micetți. Raportul de nămol - icre folosit este de 1:1. Timpul de descleiere cu nămol este de 45 de minute. După descleierea cu nămol, icrele fecundate se spală în două-trei ape, pentru îndepărtarea acestuia, și se transferă la incubat.

Pentru a testa eficiența metodei de descleiere se folosește testul sticlei de ceas descris de Kucharczyk, 2007. Metoda constă în verificarea aderenței icrelor prin punerea unei mostre pe o bucată de sticlă de ceas. Astfel, icrele se așează pe sticla de ceas se toarnă apă peste ele și se verifică dacă acestea aderă la sticlă sau se lipesc între ele.

Pentru testarea celei mai eficiente metode de descleiere s-au format 2 loturi, fiecare a câte 5 probe:

- Icrele ce aparțin de lotul N1 au fost descleiate cu suspensie de nămol;
- Icrele ce aparțin de lotul A2 au fost descleiate cu enzime alcalase, în concentrație de 2 ml enzime/l de apă.

Schema tehnologică cu privire la descleierea icrelor cu suspensie de nămol este prezentată în fig. 8.16.

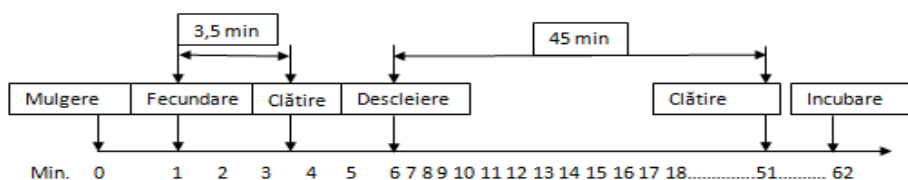


Fig. 8.16 Schema tehnologică cu privire la descleierea icrelor cu suspensie de nămol  
Fig. 8.16 Technological scheme regarding roes' desizing with mod suspension

În cazul utilizării suspensiei de nămol se poate observa faptul că timpul de fecundare a fost de 3,5 minute, iar cel de descleiere a fost de 45 de minute. Între aceste intervale și la sfârșitul perioadei de descleiere, s-a procedat la clătirea icrelor în vederea îndepărtării reziduurilor de nămol. După cea de-a doua clătire, icrele au fost puse la incubat. În cazul folosirii enzimelor alcalaze schema tehnologică este prezentată în fig. 8.17.

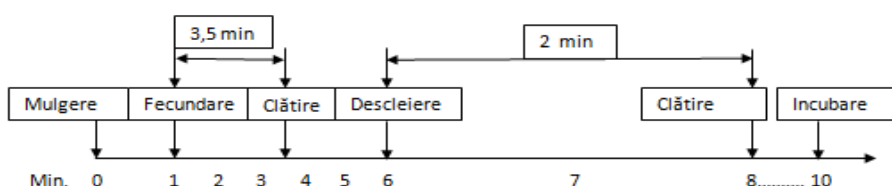


Fig. 8.17 Schema tehnologică cu privire la descleierea icrelor cu enzime alcalaze la o concentrație a soluției de 2‰  
Fig. 8.17 Technological scheme regarding roes' desizing with alcalase enzymes for a 2‰ solution concentration

Astfel se poate observa că timpul folosit pentru descleiere este mult mai mic, de doar 2 minute, iar timpul necesar fecundării a rămas același.

Eficiența metodelor de descleiere folosite a fost evaluată în trei perioade distincte, imediat după descleiere, la 6 ore de la descleiere și la 12 ore. Imediat după descleiere, s-a urmărit adezivitatea după metoda descrisă anterior iar după 6 și 12 ore s-a calculat

procentul de supraviețuire, prin numărarea aleatoare a 100 de icre și raportarea rezultatului la total.

Rezultate cu privire la evaluarea vizuală a adezivității icrelor sunt prezentate în tabelul următor:

Tabelul 8.14

Rezultate privind descleierea cu cele două substanțe  
Results regarding desizing with those two substances

Soluția folosită	N1					A2				
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Suspensie de nămol/ Enzime alcalaze	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Supraviețuire la 6 ore (%)	95	98	100	90	91	15	21	11	12	9
$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}/V\%$	94,8/4,56					13,6/34,33				
Supraviețuire la 12 ore (%)	94	97	98	90	87	0	0	0	0	0
$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}/V\%$	93,2/5					0/0				

\* N – neadezive

Se poate observa că ambele substanțe de descleiere folosite au dus la pierderea adezivității, dar există diferențe foarte semnificative la comparația dintre media supraviețuirii la 6 ore după folosirea celor două metode. Coeficientul de variabilitate este mic în cazul primului lot, ceea ce ne indică faptul că lotul este omogen și mare în cazul lotului al doilea ceea ce ne arată faptul că lotul este heterogen.

După 12 ore, supraviețuirea în cazul lotului al doilea (A2) a fost 0, pentru toate probele și de 93,2 pentru lotul 1, cu un coeficient de variabilitate mic ( $V\% = 5$ ). Deși enzimele alcalaze au dus la pierderea adezivității inițiale a icrelor, supraviețuirea în timp a fost foarte mică după 6 ore și 0 după 12 ore ceea ce face ca substanța să nu poată fi folosită la reproducerea artificială în sistem industrial. Cauzele probabile ale insuccesului folosirii enzimelor alcalaze la descleierea icrelor de la *Polyodon spathula* au fost date de concentrația prea mare a soluției sau timpul de expunere prea lung. Experimente reușite cu folosirea enzimelor alcalaze la descleierea icrelor de la diferite specii au fost făcute de Linhart și colab., 2004, p. 619-624, la somn (*Silurus glanis*), Grozea și colab., 2010, la șalău (*Stizostedion lucioperca*) și alții. Este necesară continuarea cercetărilor cu privire la descleierea cu enzime alcalaze, deoarece mucoproteinele ce acoperă icrele sunt dizolvate foarte rapid, iar timpul necesar descleierii este foarte mic, comparativ cu alte metode.

## 8.7. INCUBAREA ICRELOR FECUNDATE ȘI DEZVOLTAREA EMBRIONARĂ A ACESTORA

Incubarea icrelor s-a făcut în incubatoare din Plexiglas, concepute după modelul cercetătorilor din Republica Moldova și care este foarte asemănător cu incubatoarele de tip Osetr. Cantitatea de icre incubate nu a depășit 1,2 kg, chiar dacă în incubator se puteau incuba și până la 3 kg icre fecundate. Pe tot parcursul incubației au fost monitorizați principalii parametri fizico chimici ai apei ( $O_2$  și  $t^\circ$ ) și s-au făcut tratamente preventive antibacteriene și antifungice. Tratamentele s-au făcut exclusiv cu violet de gențiana, soluție 1%, în doză de 6-7 picături/incubator, de trei ori/zi, iar când apare saprolegnia sau când atacul fungilor are intensitate mare, tratamentul se poate face prin aplicarea de 10 picături/incubator, cu alimentarea apei oprită. Zilnic, icrele atacate de saprolegnia au fost

îndepărtate cu o pipetă. Tratatamentul cu violet de gențiana a fost oprit cu 24 de ore înainte de începerea eclozării.

În urma analizei efectuate pe parcursul dezvoltării embrionare a speciei s-a putut observa că:

- Stadiul al 3-lea a apărut la aproximativ 2 ore de la începutul incubației, atunci a avut loc prima diviziune celulară;
- Stadiul 7 a apărut la 5-6 ore de la începutul incubației, atunci are loc cea de-a patra diviziune celulară, iar icra arată ca o piatră sfărâmată;
- Stadiul al 9-lea a apărut la 7-9 ore de la începutul incubației, atunci având loc a șasea și a șaptea diviziune;
- Stadiul 12, a apărut la 12-14 ore de la începutul incubației, stadiul corespunzând apariției blastulei târzii;
- Stadiul 15 a apărut la 25-27 de ore de la începutul incubației;
- Stadiul 25 a apărut la 45 de ore de la începutul incubației, fiind vizibile perechi de somite și se conturează viitorul rinichi;
- Stadiul 31 a apărut la 70 de ore de la începutul incubației;
- Stadiul 34 a apărut la 90 de ore de la începutul incubației și este caracterizat de prima eclozare
- Stadiul 36 a apărut la 118 ore de la începutul incubației, când larvele au eclozat în masă.

Aspecte din timpul dezvoltării embrionare sunt prezentate în fig. 8.18.



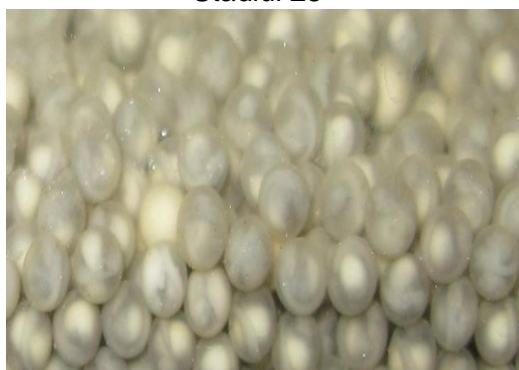
Stadiul 2



Stadiul 25



Stadiul 26



Stadiul 27

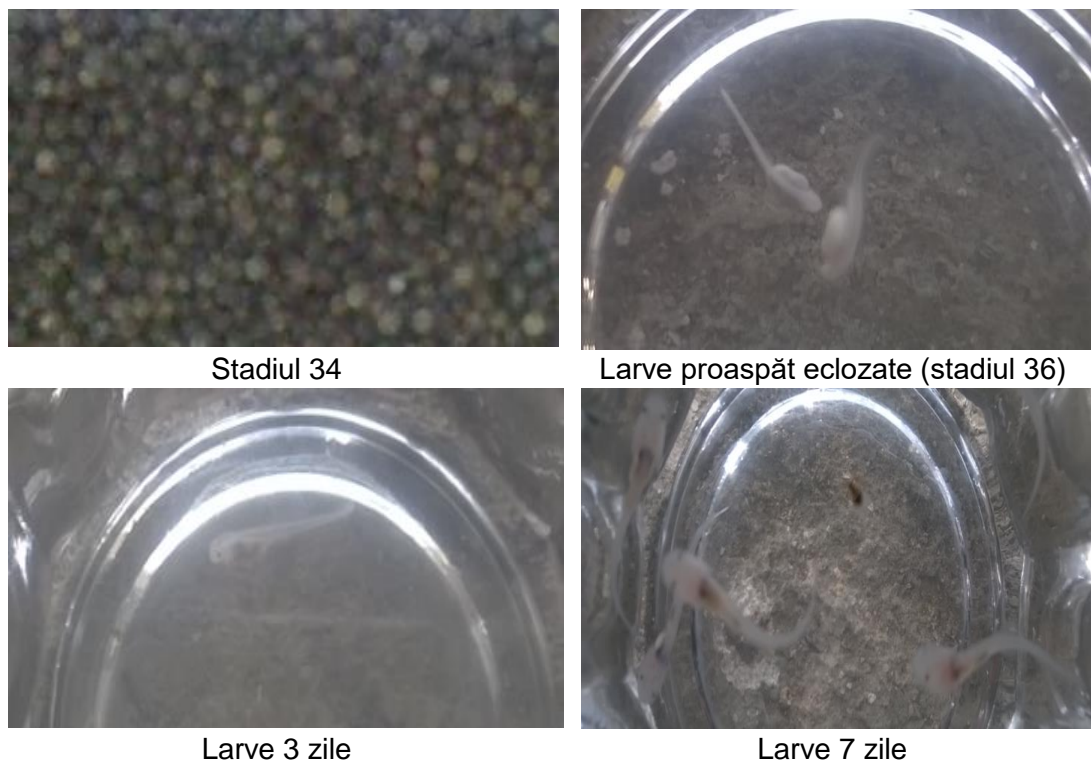


Fig. 8.18 Aspecte din timpul dezvoltării embrionare a speciei *Polyodon spathula* (foto original)  
 Fig. 8.18 Aspects during embryo development of *Polyodon spathula* breed (original foto)

Odată cu începerea procesului de eclozare, larvele au fost pescuite cu ajutorul unei palete și transvazate într-un bazin de parcare provizorie, unde au fost ținute până când au fost deversate în bazinele de creștere.

### 8.8. Rezultate cu privire la reproducerea artificială a speciei *Polyodon spathula* în Ferma Piscicolă Acvares SRL Iași

În urma aplicării tehnologiei de reproducere artificială a speciei *Polyodon spathula*, în anii cei trei ani de studiu, neluând în calcul reproducătorii folosiți la studiile adiționale făcute cu privire la optimizarea folosirii preparatului hormonal Nerestin 5A, păstrarea de scurtă durată a spermei și folosirea de enzime la realizarea descleierii icrelor fecundate, s-au obținut următoarele rezultate:

Tabelul 8.15

Rezultate privind reproducerea artificială a speciei *Polyodon spathula*  
 Results regarding artificial reproduction of *Polyodon spathula* breed

Anul de studiu	Nr. femele utilizate	Nr. masculi utilizați	% maturare (♀+♂)	Icre obținute (g/kg ex)	Lapți obținuți (ml/kg ex)	% fecundare	% eclozare	Larve de 3-5 zile (mii)	Supraviețuire pui după 20 zile (%)
1	3	6	88,8	67	7	80	80	110	50
2	4	8	91,66	78	8	85	67	194	53
3	5	11	87,5	70	12	91	78	315	57

Se poate observa că rezultatele obținute pe parcursul celor trei ani sunt asemănătoare și se încadrează în rezultatele obținute de alți cercetători (Costache Mioara, 2004; Costache M., 2008), ceea ce confirmă faptul că aclimatizarea speciei în cadrul fermei piscicole a fost un succes. Dezvoltarea corporală a puietului de la vârsta de 25 de zile, până la vârsta de remonți, în condițiile unei ferme piscicole din nord-estul Moldovei, s-a desfășurat normal și a dus la formarea de reproducători maturi, apti pentru reproducere.

## 9. CONTRIBUȚII PRIVIND DEZVOLTAREA POSTEMBRIONARĂ A SPECIEI

### *POLYODON SPATHULA*

## 9. CONTRIBUTIONS REGARDING POST-EMBRYO DEVELOPMENT OF *POLYODON SPATHULA* BREED

---

### 9.1. STUDIU COMPARATIV CU PRIVIRE LA INFLUENȚA DENSITĂȚII ȘI A TEHNOLOGIEI DE CREȘTERE ÎN SISTEM INTENSIV, ÎN PERIOADA 1-20 ZILE A LARVELOR DE *POLYODON SPATHULA*

Un astfel de studiu a avut ca scop determinarea celor mai bune metode de creștere inițială a larvelor, în perioada 1-20 zile. Principali parametri urmăriți au fost: greutatea inițială, lungime totală inițială, greutatea finală, lungime totală finală, supraviețuirea, calitatea larvelor și dezvoltarea normală a acestora.

Calitatea larvelor a fost analizată în funcție de 3 tipuri de teste, și anume:

- analiza comportamentului larvelor în funcție de schimbarea adâncimii apei;
- analiza capacității de înot a larvelor;
- analiza formei sacului vitelin.

După ce au eclozat, larvele au fost transvazate din incubatoare - fig. 9.1, într-un bazin provizoriu, fig. - 9.2, unde, când densitatea acestora a devenit destul de mare, au fost transvazate în bazinele de creștere.

Pentru acest experiment s-a folosit un număr de 11 bazine; zece dintre acestea au avut capacitatea de 235 de litri, confecționate din tablă de inox de forma unei jumătăți de cilindru, prevăzute cu alimentare într-o parte și evacuare în partea opusă. Alimentarea cu apă s-a făcut din bazinul tampon, printr-o conductă cu diametrul de 25 mm. De asemenea, s-a folosit și un bazin martor, construit din prelată de PVC și folosit de obicei la parcare reproducătorilor.



Fig. 9.1 Aspect din momentul eclozării larvelor din incubatoare (*foto original*)  
Fig. 9.1 Aspect during moment of larvae hatching in incubators (original photo)

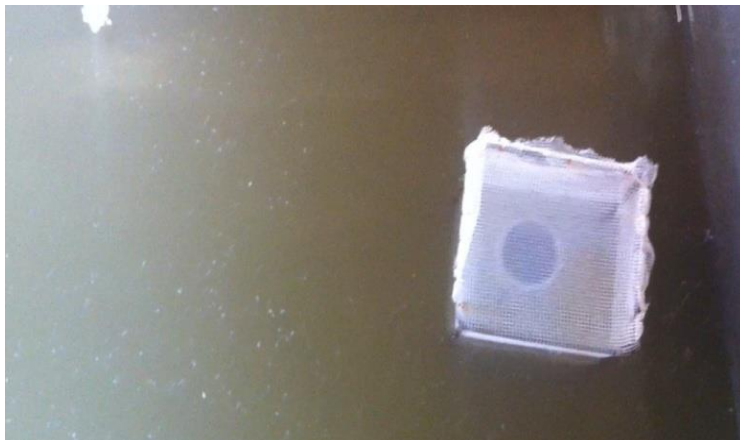


Fig. 9.2 Aspect din bazinul de parcare provizorie a larvelor (*foto original*)  
 Fig. 9.2 Aspect from larvae provisional parking basin (*original photo*)

Bazinele au fost pregătite inițial, adică, acestea au fost clorinate și umplute cu apă. Aceste operațiuni au fost realizate cu 3 zile înainte de a fi populate.

Popularea bazinelor s-a făcut astfel:

- B1 - B5: 1 larve/l, corespunzător unui număr de 235 expl./bazin;
- B5 - B10: 5 larve/litru, corespunzător unui număr de 1175 expl./bazin;
- B11: 3 larve/litru, corespunzător unui număr de 9000 expl./bazin.

După populare s-a urmărit comportamentul larvelor în funcție de modificarea adâncimii apei. Din acest punct de vedere larvele au un comportament normal dacă înoată orizontal în masa apei, de la fundul acesteia până aproape de suprafață după care cad către fundul bazinului. Majoritatea larvelor au manifestat un asemenea comportament. Pentru o bună supraviețuire a acestora, înălțimea inițială a apei din bazine a fost de 30 de cm, astfel ca larvele să nu trebuiască să înoate mult până la suprafața apei. De asemenea, o dată la 30 de minute, cu ajutorul unei vâsle sau chiar cu o paleta se producea un curent ascendent în masa apei, astfel încât larvele care nu puteau să se mai ridice de pe fundul apei, din cauza epuizării energiei sau a oboselii, să fie antrenate din nou. Majoritatea larvelor au manifestat capacitate de înot, iar forma sacului vitelin al acestora a fost normală. Toate aceste considerente, corelate, duc la concluzia că larvele obținute au fost de calitate superioară.

### **Activități zilnice**

În perioada experimentală zilnic s-au administrat viermi nematozi din speciile *Enchytraeus albidus* și *Enchytraeus buchholzi*, în prima etapă de dezvoltare iar apoi în a doua etapă de dezvoltare, zooplancton, densitatea acestuia fiind de peste 1000 expl./litru. Cladocerele au fost predominante în alcătuirea zooplanctonului, iar dintre acestea s-au administrat în apă formele juvenile. Practic, întreaga cantitate de zooplancton pescuită din bazinul de cultivare a cladocerelor P2 sau din heleșteiele de creștere de 30 ha, se filtra printr-o sită deasă cu diametrul ochiului de 0,5 mm. Prin această metodă se selectau dafniile mari de cele mici, acestea din urmă folosindu-le la hrana polyodonului.

Resorbția sacului vitelin s-a finalizat între zilele 7-9 de dezvoltare post eclozionare. Din acest moment, administrarea de hrană s-a făcut ad-libitum.

Măsurarea temperaturii apei și a oxigenului dizolvat s-a făcut zilnic. Valoarea oxigenului dizolvat, pentru dezvoltarea normală în acest stadiu, nu trebuie să scadă sub 5 mg/l. Au fost situații când valoarea acestuia a scăzut sub nivelul minim, măsura luată pentru corectarea acestuia fiind mărirea debitului de alimentare al apei și pornirea unui aerator.

Dinamica temperaturii, pe toată durata experimentului este prezentată în fig. 9.3.

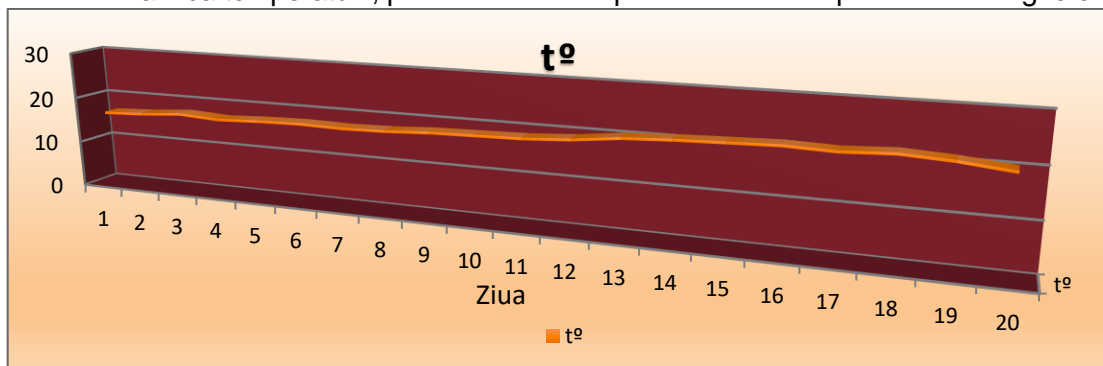


Fig. 9.3 Dinamica temperaturii pe parcursul derulării experimentelor

Fig. 9.3 Temperature dynamics during experiments

Temperatura în bazinele folosite în această etapă de creștere a variat în timp având valori cuprinse între 16,8 - 21,5°C. Aceste valori, în final, au dus la o dezvoltare normală a larvelor, fără anomalități.

Dinamica oxigenului pe toată durata experimentului este prezentată în fig. 9.4.

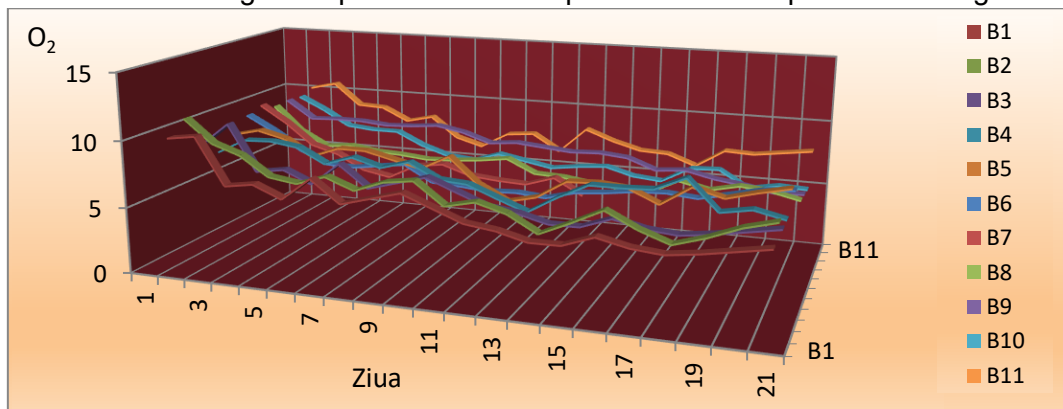


Fig. 9.4 Dinamica oxigenului pe parcursul derulării experimentelor

Fig. 9.4 Oxygen dynamics during experiments

Se poate observa faptul că valoarea oxigenului dizolvat a fost cuprinsă între limitele 5 - 11,3 mg O<sub>2</sub>/l. Valori mai mari ale oxigenului s-au înregistrat în bazinele B1, B2, B3, B4, B5 și B11.

### Probleme întâmpinate pe parcursul perioadei de creștere

Singurele probleme întâmpinate pe parcursul perioadei de creștere au fost apariția canibalismului și scăderea oxigenului dizolvat din apă, mai ales în intervalul orar cuprins între orele 4-7 dimineața. Scăderea oxigenului s-a datorat, printre altele și din cauza alimentării cu apă din bazinul exterior în bazinul tampon (din interiorul stației de reproducere) astfel că apa nu a mai fost trecută prin filtru. Asta a făcut ca în bazinul tampon

să se acumuleze o cantitate destul de mare de zooplancton provenită din bazinul exterior, unde dezvoltarea acestuia era destul de mare.

La populare, larvele - fig. 9.5, au fost numărate și cântărite. Cântărirea s-a făcut volumetric, cu ajutorul balanței analitice.

Când s-a încheiat această perioadă de creștere, larvele au fost pescuite, numărate, cântărite și transferate în diferite bazine și la diferite densități, unde au fost crescute timp de 20 de zile.



Fig. 9.5 Larvă de *Polyodon spathula* de o zi (foto original)  
Fig. 9.5 Larvae of one day *Polyodon spathula* (original photo)

Tabelul 9.1

Rezultate privind tehnologia de creștere în sistem intensiv în perioada 1-20 zile  
Results regarding rearing technology in intensive system during period 1-20 days

Bazinul	Nr. exemplare la populare (buc.)	Greutatea la populare (g/exemplar)	Lungimea totală la populare (mm)	Greutatea la sfârșitul perioadei de creștere (g/exemplar)	Lungimea totală la sfârșitul perioadei de creștere (mm)	Nr. exemplare la sfârșitul perioadei de creștere (bucăți)	Supraviețuirea (%)
B1	235	0,0012	9	0,203	61	141	60
B2	235	0,0010	8	0,178	57	164	69,7
B3	235	0,0011	8,8	0,187	60	117	49,7
B4	235	0,0012	9	0,169	55	118	50,2
B5	235	0,0012	9	0,185	59	141	60
$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	<b>235</b>	<b>0,0011</b>	<b>8,76</b>	<b>0,184</b>	<b>58,4</b>	<b>136,2</b>	<b>57,92</b>
B6	1175	0,0011	8,8	0,155	52	94	40
B7	1175	0,0010	8,8	0,135	45	82	34,8
B8	1175	0,0010	8	0,130	41	93	39,5
B9	1175	0,0012	9	0,121	38	129	54,8
B10	1175	0,0011	8,8	0,125	40	93	39,5
$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	<b>1175</b>	<b>0,0010</b>	<b>8,68</b>	<b>0,133</b>	<b>43,2</b>	<b>98,2</b>	<b>41,72</b>
B11	9000	0,0011	8,8	0,132	43	4500	50

Dinamica creșterii în perioada 1-20 de zile este reliefată în fig. 9.6.

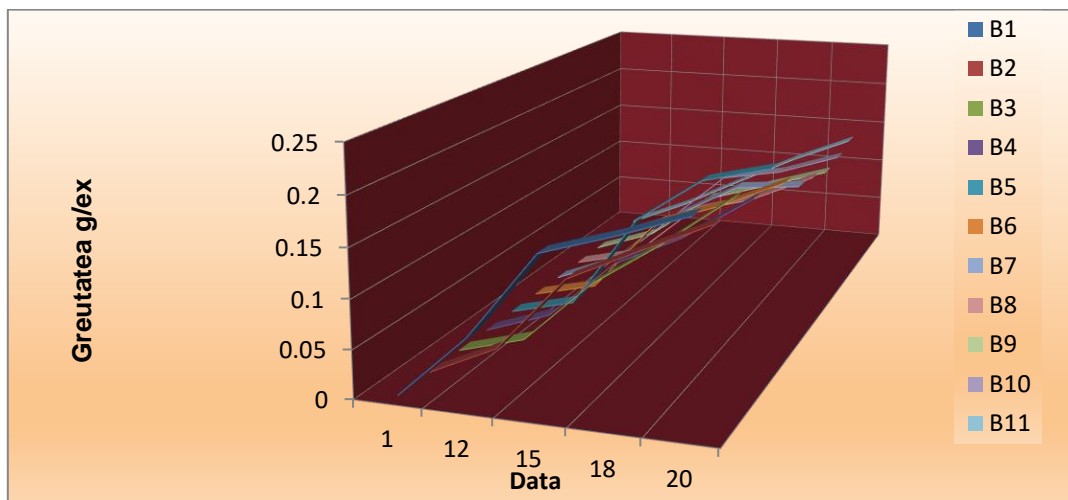


Fig. 9.6 Dinamica creșterii în perioada 1-20 de zile a larvelor din specia *Polyodon spathula*  
 Fig. 9.6 Growing dynamics during period 1-20 of larvae *Polyodon spathula* breed

Greutatea larvelor la populare a fost aproximativ egală pentru toate bazinele cu o medie de 0,0011 g/expl. La sfârșitul perioadei de creștere acestea au ajuns la o greutate medie de 0,184 g/expl. pentru lotul L1 și 0,133 g/expl. pentru lotul L2.

Tabelul 9.2

Interpretarea statistică a datelor rezultate în urma comparării procentului de supraviețuire, greutății finale și a lungimii totale dintre lotul L1 și lotul L2  
 Statistical interpretation regarding obtained data after comparison of survival rate, final weight and total length between batch L1 and batch L2

specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_x$	V%	Min. (%)	Max. (%)
Supraviețuirea (%)	L1	5	57,40	14,43	49,70	69,70
	L2	5	41,72	18,25	34,80	54,8
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 = *; $F(10,3654) < F_{\alpha}(11,2586)$ pt. 1:8 GL				
Greutatea (g/ex)	L1	5	0,18	6,81	0,17	0,20
	L2	5	0,13	9,97	0,12	0,16
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 = ***; $F(39,2431) > F_{\alpha}(25,4147)$ pt. 1:8 GL				
Lungimea totală (mm)	L1	5	58,40	4,12	55	61
	L2	5	43,20	12,83	38	52
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 = ***; $F(31,6493) > F_{\alpha}(25,4147)$ pt. 1:8 GL				

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative;  $F_{\alpha} 5\% = 5,3176$ ;  $F_{\alpha} 1\% = 11,2586$ ,  $F_{\alpha} 0,1\% = 25,4147$ .

În urma analizei statistice, (tabelul 9.2), cu privire la comparația dintre cele două densități de creștere se poate observa că sunt diferențe semnificative între loturile L1 și L2, în ceea ce privește supraviețuirea, confirmând ceea ce se întâmpla în mod normal la

densități mai mari. Principala cauză a diferenței cu privire la supraviețuire a fost apariția canibalismului, chiar dacă densitatea de cladocere nu a scăzut sub 1000 ex/l iar viermii nematozi au fost administrați ad libitum. Coeficientul de variabilitate cu privire la supraviețuire a avut valori medii ( $V\%=14,43$ ,  $V\%=18,25$ ), în cazul ambelor loturi, omogenitatea fiind mijlocie.

Diferențele dintre greutatea realizate de cele două loturi sunt foarte semnificative, densitatea mai mare ducând la realizarea unei greutăți mai mici. Caracterul analizat a fost omogen, coeficientul de variabilitate fiind  $V\%=6,81$  respectiv,  $V\%=9,97$ . Ambele densități de populare au dus la realizarea unor larve omogene. La compararea lungimii totale realizată de cele două loturi se poate observa că diferențele sunt foarte semnificative. Coeficientul de variabilitate în cazul primului lot ne arată că omogenitatea este mare în cazul lotului 1 și mijlocie în cazul lotului 2.

Chiar dacă popularea la o densitate mai mică a dus la realizarea unor larve mai dezvoltate corporal, se poate afirma că procentele de supraviețuire realizate de ambele loturi sunt foarte bune și se încadrează în limitele prevăzute în literatura de specialitate.

Pe parcursul întregului experiment dezvoltarea corporală până la vârsta de 20 de zile a fost ușor inferioară, comparativ cu datele din literatura de specialitate (Costache Mioara, 2004; Costache M., 2008), din cauza faptului că răirea materialului piscicol și popularea în bazine mai mari s-a făcut la vârsta de 20 de zile și nu la 8-10, cum se procedează în mod optim. Chiar dacă greutatea inițială la 20 de zile a fost mai mică, acesta s-a recuperat în timp.

## **9.2. STUDIU COMPARATIV CU PRIVIRE LA INFLUENȚA DENSITĂȚII ȘI A TEHNOLOGIEI DE CREȘTERE, ÎN SISTEM INTENSIV, ÎN PERIOADA 20-40 ZILE A LARVELOR DE *POLYODON SPATHULA***

După pescuitul larvelor din bazinele inițiale în care au fost crescute în prima perioadă, 1-20 de zile, acestea au fost împărțite astfel:

- o parte din larvele crescute inițial au fost transferate în cele 10 bazine (B1-B10) cu volumul de 235 l, folosite și în prima parte a experimentului, plus un bazin martor, din prelată de PVC cu volumul de 3000 l (B11);

- o altă parte din larvele crescute inițial au fost transferate în 4 bazine exterioare, de pământ, cu suprafața de 0,8 ha (BR9, BR10, BR11, BR12).

Bazinele interioare folosite (aceleași ca și în prima parte a experimentului) au fost populate astfel:

- B1-B5: 200 expl./mc apă, corespunzător unui număr de 47 expl./bazin;
- B6-B10: 400 expl./mc apă, corespunzător unui număr de 94 expl./bazin;
- B11: 300 expl./mc apă, corespunzător unui număr de 900 expl./bazin (bazin martor).

Bazinele au fost populate cu larve provenite de la bazinul martor de creștere în prima perioadă, 0-20 de zile, pentru ca întreg materialul biologic să aibă aceeași greutate iar rezultatele să fie cât mai reprezentative. Media greutății acestora a fost de 0,132 g/expl.

### **Activități zilnice**

La fel ca și în prima perioadă de creștere, măsurarea temperaturii apei și a oxigenului dizolvat s-a făcut zilnic. Dinamica temperaturii, pe toată durata experimentului, este prezentată în fig. 9.7.

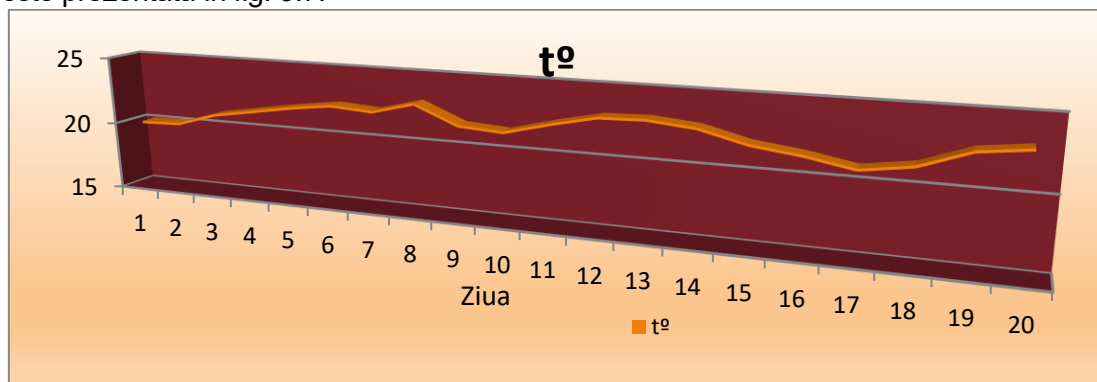


Fig. 9.7 Dinamica temperaturii pe parcursul derulării experimentelor  
Fig. 9.7 Temperature dynamics during experiments

Temperatura, pe tot parcursul acestor experimente, s-a încadrat între valorile de 20-23,1°C, valori considerate normale pentru acea perioadă și care au dus la o dezvoltare corporală armonioasă.

Dinamica oxigenului pe toată durata experimentului este prezentată în fig. 9.8.

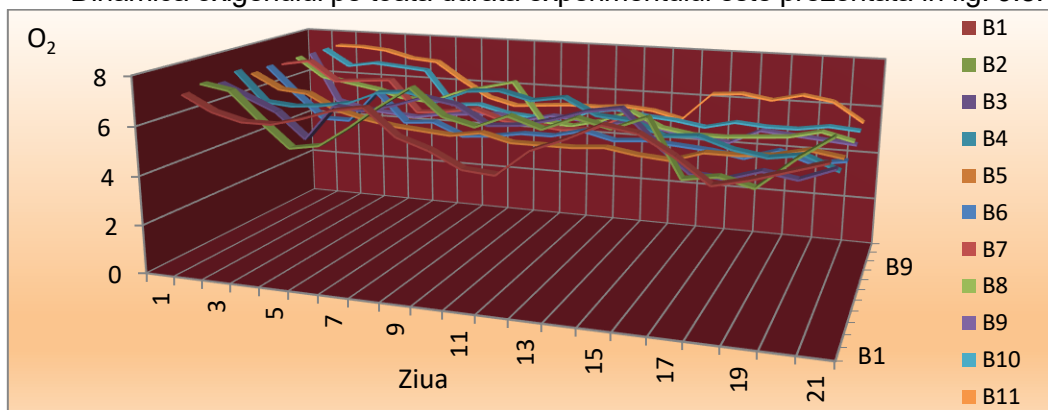


Fig. 9.8 Dinamica oxigenului pe parcursul derulării experimentelor  
Fig. 9.8 Oxygen dynamics during experiments

Valoarea oxigenului dizolvat în bazinele de creștere pentru această perioadă a fost cuprinsă între 4,7-7,6 mg O<sub>2</sub>/l putându-se observa că au fost unele probleme cu privire la menținerea oxigenului dizolvat la valori de peste 5 mg/l. Chiar dacă concentrația de O<sub>2</sub> scăzut chiar și sub 5, deficiența a fost de scurtă durată de timp, situația redresându-se prin mărirea volumului de alimentare cu apă și pornirea unui aerator suplimentar. Aceste variații nu au influențat dezvoltarea corporală normală și nici nu au dus la mortalități în rândul materialului piscicol.

Administrarea de zooplancton s-a făcut zilnic, în funcție de densitatea optima de dafnii/litru de apă. Determinarea densității s-a făcut după metoda descrisă la secțiunea metode de lucru utilizate. Cladocerele au fost administrate direct fără să mai fie selectate exemplarele mici de cele mari.

#### Probleme întâmpinate pe parcursul perioadei de creștere

La fel ca și în prima perioadă de creștere, principala problemă întâmpinată a fost apariția canibalismului, chiar dacă densitatea de cladocere pe litru de apă nu a scăzut sub 1000 de exemplare. De asemenea, se poate observa că valoarea oxigenului a fost cuprinsă între 5-6 mg/l, valoare menținută cu ajutorul unui aerator ce funcționa în bazinul tampon ce alimenta bazinele de creștere. Nu s-au semnalat îmbolnăviri ale materialului piscicol.

Larvele au fost evaluate la început experimentului, când au fost transferate în bazin și la sfârșitul perioadei de creștere, când au fost pescuite, numărate, cântărite, în vederea populării bazinelor de pământ, unde au fost crescute până la stadiul de puiet de o vară. Rezultatele privind tehnologia de creștere în sistem intensiv în perioada 20-40 zile sunt prezentate în tabelul 9.3.

Tabelul 9.3

Rezultate privind tehnologia de creștere în sistem intensiv în perioada 20-40 zile.  
Results regarding rearing technology in intensive system during period 20-40 days

Specificare	Nr. exemplare la populare (buc.)	Greutatea la populare (g/exemplar)	Lungimea totală la populare (mm)	Greutatea la sfârșitul perioadei de creștere (g/expl.)	Lungimea totală la sfârșitul perioadei de creștere (mm)	Nr. exemplare la sfârșitul perioadei de creștere	Supraviețuirea (%)
B1	47	0,132	45	8	122	23	48,9
B2	47	0,132	45	8	121	24	51,06
B3	47	0,130	44	7	111	19	40,4
B4	47	0,132	45	10	125	16	34,04
B5	47	0,135	46	8	121	20	40
$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	<b>47</b>	<b>0,132</b>	<b>45</b>	<b>8,2</b>	<b>120</b>	<b>20,4</b>	<b>42,88</b>
B6	94	0,132	45	6	119	27	28,72
B7	94	0,135	46	5	103	23	24,4
B8	94	0,130	44	5	104	28	29,78
B9	94	0,132	45	6	112	28	29,78
B10	94	0,135	46	7	118	22	23,4
$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	<b>94</b>	<b>0,132</b>	<b>45,2</b>	<b>5,8</b>	<b>111,2</b>	<b>25,6</b>	<b>27,21</b>
B11	900	0,135	46	7	117	243	27

Dinamica creșterii în perioada 20-40 de zile este reliefată în fig. 9.9.

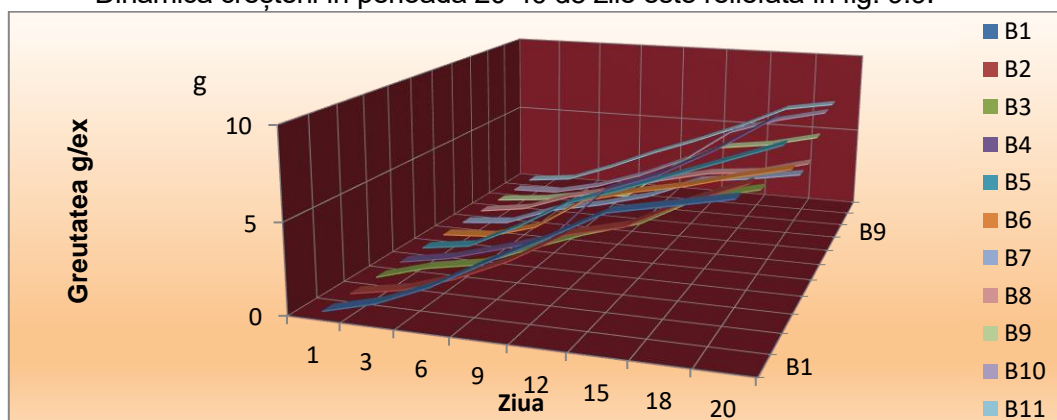


Fig. 9.9 Dinamica creșterii în perioada 20-40 de zile a puilor din specia *Polyodon spathula*  
Fig. 9.9 Growing dynamics in period 20-40 days of *Polyodon spathula* breed juveniles

Greutatea larvelor la populare a fost aproximativ egală pentru toate bazinele, cu o medie de 0,132 g/expl. La sfârșitul perioadei de creștere puietul au ajuns la o greutate medie de 8,2 g/expl. pentru lotul L1 și 5,2 g/expl pentru lotul L2.

Interpretarea statistică a datelor rezultate în urma comparării procentului de supraviețuire, greutateii finale și a lungimii totale dintre lotul L1 (bazinele B1-B5) crescut la densitatea de 200 expl./mc și lotul L2 (bazinele B6-B10), crescut la densitatea de 400 expl./mc sunt prezentate în tabelul următor:

Tabelul 9.4

Interpretarea statistică a datelor rezultate în urma comparării procentului de supraviețuire, greutateii finale și a lungimii totale dintre lotul L1 și lotul L2  
 Statistical interpretation regarding obtained data after comparison of survival rate, final weight and total length between batch L1 and batch L2

Specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_x$	V%	Min. (%)	Max. (%)
Supraviețuirea (%)	L1	5	43,60	16,04	34,04	51,06
	L2	5	27,22	11,31	23,40	29,78
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 = **; F (21,0028) < F $\alpha$ (25,4147) pt. 1:8 GL				
Greutatea (g/ex)	L1	5	8,2	13,36	7	10
	L2	5	5,8	14,43	5	7
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 = **; F (15,1578) < F $\alpha$ (25,4147) pt. 1:8 GL				
Lungimea totală (mm)	L1	5	120	4,41	111	125
	L2	5	111,2	6,77	103	119
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	L1 vs. L2 = n.s.; F (4,5714) < F $\alpha$ (5,3176) pt. 1:8 GL				

n.s.= diferențe nesemnificative; \* = diferențe semnificative; \*\* = diferențe distinct semnificative; \*\*\* = diferențe foarte semnificative; F $\alpha$  5% = 5,3176; F $\alpha$  1% = 11,2586, F $\alpha$  0,1% = 25,4147.

Se poate observa faptul că, în privința supraviețuirii, diferențele sunt distinct semnificative între cele două loturi. Omogenitatea lotului L1 cât și a lotului L2 a fost mijlocie, coeficientul de variabilitate având valori de V%=16,04 pentru lotul L1 și V%=11,31 pentru lotul L2. La compararea greutateii dintre cele două loturi, se poate observa că diferențele sunt distinct semnificative, greutatea cea mai mare înregistrându-se în cazul lotului 1. Coeficientul de variabilitate a avut valoarea de V%=13,36 în cazul primului lot și V%=14,43 în cazul celui de-al doilea, ceea ce ne indică o omogenitate în interiorul loturilor mijlocie.

În ceea ce privește lungimea totală înregistrată la finalul perioadei de creștere, diferențele sunt nesemnificative, iar coeficientul de variabilitate a avut valoarea V%=4,41 pentru lotul L1 și V%= 6,77 în cazul lotului al doilea, ceea ce ne indică faptul că loturile au fost omogene.

Chiar dacă, în ceea ce privește procentul de supraviețuire și greutatea finală înregistrată între cele două loturi există diferențe semnificative, ambele valori ale indicatorilor urmăriți sunt superiori datelor din literatura de specialitate.

## **10. CONTRIBUȚII PRIVIND METODELE DE CULTIVARE A CLADOCERELOR (*DAPHNIA SP.*, *MOINA SP.*) ȘI A NEMATODELOR (*ENCHYTRAEUS BUCHHOLZI*, *ENCHYTRAEUS ALBIDUS*) FOLOSITE ÎN HRANA PUIETULUI DE *POLYODON SPATHULA***

### **10. Cultivation methods of cladocera (*Daphnia sp.*, *Moina sp.*) and nematodes (*Enchytraeus buchholzi*, *Enchytraeus albidus*) utilised in *Polyodon spathula* youth feeding**

---

#### **10.1. REZULTATE PRIVIND CULTIVAREA CLADOCERELOR (*DAPHNIA SP.* ȘI *MOINA SP.*)**

Polyodonul este un pește planctonofag, care filtrează și consumă organismele din masa apei, în principal zooplancton, iar accidental și pești. Acesta, la începutul perioadei de dezvoltare, se hrănește de pe fundul apei cu diferiți viermi, perioadă corelată cu înotul orizontal al acestuia, după care trece la hrănirea din masa apei, cu zooplancton de dimensiuni mici. Hrana preferată este reprezentată de speciile de cladocere *Daphnia sp.* și *Moina sp.* Cantitatea de hrană disponibilă în primele stadii de dezvoltare are o importanță covârșitoare în desfășurarea proceselor de dezvoltare corporală. Accesul la hrană influențează supraviețuirea speciei în anul întâi de creștere, astfel, scăderea densității biomasei planctonice sub 6 mg/l putând duce la rezultate productive nesatisfăcătoare. Polyodonul este un pește care, din cauza structurii anatomice a aparatului branhial, este nevoit să înoate continuu, pentru a putea respira, astfel, dacă densitatea de zooplancton este redusă în bazinul de creștere, acesta își consumă din energia acumulată până la momentul respectiv și în final va muri.

Daphniile sunt crustacee mici, ce se găsesc în masa apei, cu dimensiuni reduse, de 0,2-5 mm. Denumirea populară a acestora este de „purici de baltă”, fiind cea mai comună specie ce intră în componența zooplanctonului din regiunea ecofiziologică a apelor noastre. Sunt prezente în tot felul de medii, de la mlaștini, lacuri, iazuri până la tot felul de bălți râuri sau ape salmastre.

Elementele mature au o formă ovală, cu capul sudat de corp și orientat în jos, corpul cu segmentare aproape insesizabilă și acoperit de o carapace transparentă, ce are o fantă ventrală unde se găsesc picioarele. Ochii acestora sunt compuși, zona craniană prezintă antene și cheți abdominali.

Durata de viață este de 40-56 de zile, în funcție de condițiile de mediu. Fiecare femelă, la o pontă are aproximativ 100 de ouă ce se transformă embrioni și sunt expulzați în câteva zile. (Crăciun, 2007, p. 325-327). Maturitatea sexuală este atinsă în 6-10 zile, iar într-o populație stabilă, majoritatea indivizilor sunt femele, care se reproduc asexuat. Media de ponte depuse de o femelă este de 6 pe parcursul vieții. Dacă condițiile de mediu devin stresante (oxigen slab, abundență de hidrogen sulfurat sau amoniac, aglomerare), populația de dafnii produc mai mulți embrioni masculi care încep reproducerea sexuată. Chisturile care rezultă nu vor ecloza decât după ce condițiile de mediu se ameliorează.

Condițiile optime ale apei de cultură trebuie să îndeplinească următoarele: duritatea 6-18° germane, pH 7.2-8, oxigen 5-7 mg/l, dioxid de carbon < 10 mg/l, temperatura 20-24 °C.

Hrănirea culturilor de cladocere se poate face cu alge verzi din genul *Chlorella*, sau drojdie proaspătă.

În experimentele noastre hrănirea polyodonului cu cladocere s-a făcut din două surse:

- prima a fost reprezentată de un bazin de pământ, de 2000 mp, în care am dezvoltat o cultură industrială;
- a doua a fost reprezentată de heleșteele mari de creștere, în care nivelul dezvoltării zooplanctonice era maxim la aceea perioadă.

### **Cultivarea cladocerelor în bazine de pământ**

Cultura de cladocere a fost făcută în bazinul P2 – fig. 10.1 din cadrul Fermei piscicole Acvares, Iași. Bazinul are suprafața de 2000 m<sup>2</sup>, diguri de pământ, adâncimea medie de 0,8-1,2 m, fundul plat și taluz abrupt. Alimentarea cu apă se face din sistemul de alimentare a fermei. Apa a fost trecută printr-un filtru cu lungimea L=1m, lățimea 0,5 și înălțimea h=0,8 m, construit din sită metalică cu diametrul ochiului de 1 mm, pentru a preveni introducerea în bazin a speciilor de pești ce ar reduce din cantitatea de biomasă umedă recoltată.



Fig. 10.1 Bazinul pentru cultura cladocerelor P2 (foto original)

Fig. 10.1 P2 basin for *Cladocera* rearing (original photo)

Bazinul a fost pregătit conform instrucțiunilor tehnologice descrise mai jos:

- reparația construcțiilor hidrotehnice;
- verificarea și reparația inventarului auxiliar (vanete, site, grătare și filtre);
- decolmatarea drenoarelor și drenarea întregii suprafețe a platformei;
- cosirea și evacuarea resturilor vegetale;
- administrarea a 100 g/mp, clorură de var în zonele umede;
- administrarea a 1000-4000 kg/ha var nestins, uniform distribuit pe toată suprafața platformei;
- administrarea a 8 tone de gunoi de grajd (echivalentul de 40 t/ha) uniform distribuit pe toată platforma bazinului;

- discuirea suprafeței platformei.

Alimentarea cu apă s-a făcut în două trepte. Inițial, nivelul apei din bazine a fost de 10 cm, iar după 12 zile de la prima inundare, nivelul a fost crescut, la 50 cm, corespunzător platformei bazinului. După prima inundare au mai fost administrate 6 tone de gunoi de grajd în grămezi a câte 500 de kg grămada, semi-inundate (o parte în apă o altă parte pe uscat).

### **Inoculul**

Bazinul a fost inoculat cu dafnii provenite din heleșteiele de creștere de 30 de ha.

În bazin a fost administrată cantitatea de 12 kg masă umedă, inițial iar după 5 zile alte 11 kg masă umedă. Zooplanctonul a fost pescuit cu ajutorul unui voloc, cu lungimea de 12 m, lățimea de 4 și pânza din țesătură de nylal cu diametrul găurilor de 320  $\mu$ . Transportul inoculului de la heleșteiele de creștere la bazinul de cultură s-a făcut cu ajutorul unor butoaie din plastic, cu volumul de 60 l. Cantitatea de zooplancton transportată într-un butoi a fost de 5 kg masă umedă, timpul de transport a fost de 15 min. În aceste condiții de transport, supraviețuirea dafniilor era de 90 %.

Evaluarea rezultatelor cu privire la cultivarea cladocerelor în bazinul P2 s-a făcut determinând densitatea numerică a acestora, exprimată în exemplare/litru de apă.

Probele de apă au fost recoltate lunar, începând cu luna aprilie, pe data de 15 a lunii, și până în luna octombrie. S-a recoltat o cantitate de 10 l de apă piscicolă ce a fost trecută printr-un fileu planctonic din țesătură de nylal cu ochiurile de 320  $\mu$ , iar apoi probele au fost puse la sedimentare lentă - fig. 10.2.



Fig.10.2 Fileu planctonic (*foto original*)

Fig. 10.2 Plankton net (*original photo*)

Cladocerele au fost numărate cu ajutorul unui microscop și a unei camere de numărare de tip Kolkwitz. Au fost identificate toate organismele zooplanctonice și au fost numărate cele din categoria cladocerelor. Chiar dacă inoculul în bazinul de creștere s-a făcut doar cu cladocere, în apă au mai apărut și alte specii de copepode, rotifere sau protozoare. Pentru a analiza eficacitatea metodei de cultivare a acestora în bazinul de cultură P2 am făcut o analiză comparativă cu zooplancton recoltat după aceeași metodă dintr-un heleșteu de creștere de 30 ha, HC4, în care nu s-a intervenit în vederea

stimulării biomasei zooplanctonice. Rezultatele în urma determinării densității numerice a cladocerelor recoltate din cele două bazine de creștere sunt prezentate în tabelul 10.1.

Tabelul 10.1

Rezultate privind densitatea de cladocere pe litru de apă în bazinul P2 și heleșteul HC4  
Results regarding *Cladocera* density in one liter of water in basin P2 and pond HC4

Data recoltării	BP2 ex/l	HC4 ex/l
15.04	479	43
15.05	878	111
15.06	3321	2130
15.07	1340	985
15.08	3351	2750
15.09	891	751
15.10	121	88
$\bar{X} \pm s_x$	2625	2104

Evoluția dezvoltării densității numerice pentru cele două bazine luate în studiu este prezentată în fig. 10.3.

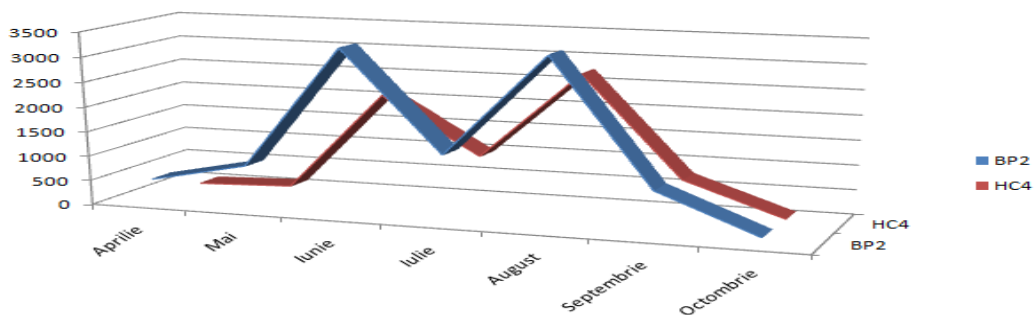


Fig. 10.3 Evoluția dezvoltării densității numerice a cladocerelor pentru cele două bazine luate în studiu  
Fig. 10.3 Development evolution of *Cladocera* numerical density for those two studied basins

Se poate observa că există două maxime de dezvoltare dar de intensitate diferită, atât în bazinul P2 cât și în heleșteul HC4 ce corespund lunilor iunie și august.

Date rezultate în urma analizei statistice dintre cele două bazine de creștere sunt prezentate în tabelul următor (10.2).

Tabelul 10.2

Interpretarea statistică a datelor rezultate în urma comparării densității de cladocere din bazinul P2 și heleșteul HC4

Statistical interpretation regarding obtained data after comparison of *Cladocera* density from basin P2 and pond HC4

Specificare	Loturi de experiență	N	$\bar{X} \pm s_x$	V%	Min. (buc)	Max. (buc)
Densitate cladocere (ex/l)	BP2	7	1650,33	82,60	121	3351
	HC4	7	1135,83	95,74	88	2750
	Semnificația diferențelor dintre mediile loturilor	BP2 vs. HC4: n.s.; F (0,6115) < F $\alpha$ (4,7472), pt. 1:12 GL				

\*n.s. diferențe nesemnificative

Media exemplarelor de cladocere la un litru de apă a fost de 1650 corespunzătoare bazinului 2 și 1135 în heleșteul de creștere. Variabilitatea în interiorul probelor a fost mare atât la bazinul BP2 (V%=82,60) cât și la heleșteul HC4 (V%=95,74), acest lucru datorându-se temperaturii diferite a apei corespunzătoare lunii respective și a intensității procesului de reproducere.

Cu toate că în bazinul BP2 au fost create condiții favorabile de dezvoltare a cladocerelor prin pregătirea bazinului conform tehnologiilor de cultivare iar în heleșteul HC4 nu au fost făcute nici un fel de pregătiri, din punct de vedere statistic diferențele dintre densitatea de exemplare raportată la un litru de apă tehnologică recoltată din bazinul BP2 și heleșteul HC4 sunt nesemnificative. Cu toate acestea trebuie dezvoltate cercetările cu privire la cultivarea hranei vii din cauza sezonității acesteia față de unele condiții de mediu. Anul în care s-au desfășurat cercetările legate de cultivarea cladocerelor a fost unul secetos, fiind favorabil dezvoltării la un nivel maxim al acestora. Dacă anul ar fi fost ploios, rezultatele ar fi fost mult mai slabe în cazul densității de cladocere atât din heleșteul de creștere cât și în bazinul P2.

## 10.2. REZULTATE PRIVIND CULTIVAREA NEMATOZILOR *ENCHYTRAEUS ALBIDUS* ȘI *ENCHYTRAEUS BUCHHOLZI*

Specia *Polyodon spathula* în primele faze de dezvoltare are un comportament alimentar diferit față de sturionii din familia *Acipenseridae*. Sturionii autohtoni se hrănesc în prima fază cu zooplancton din masa apei (cladocere, copepode) și mai apoi, cu hrană de pe fundul bazinelor, reprezentată de viermi din diferite specii (*Enchytraeus*, *Tubifex*) și larve de chironomide. *Polyodon*ul se hrănește la început cu viermi și larve de chironomide, iar apoi devine zooplanctonofag, consumând vietăți diverse din masa apei, chiar și pești. Intensitatea hrănirii crește la *polyodon* odată cu eliminarea dopului intestinal. Perioada când acesta consumă viermi este corelată cu înotul orizontal al acestuia.

În experimentele făcute, *polyodon*ul a fost hrănit, în prima fază, cu viermi din specia *Enchytraeus albidus* – fig. 10.4 și *Enchytraeus buchholzi* – fig. 10.5, din culturi realizate pe substrat umed, iar apoi, cu zooplancton provenit atât din culturi în bazine de pământ, cât și colectat din heleșteile mari de creștere a crapului de vara a II-a.

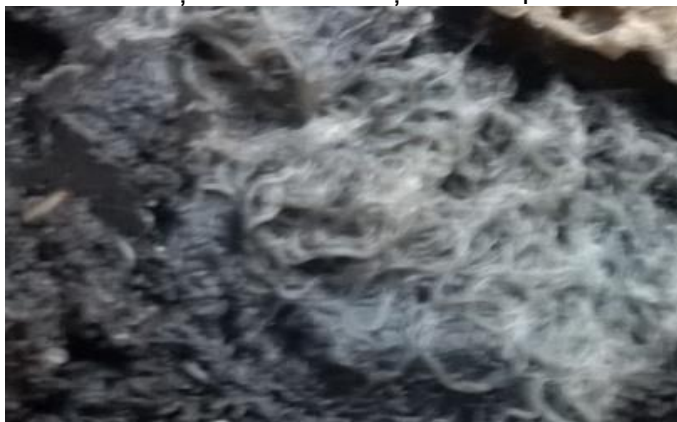


Fig. 10.4 *Enchytraeus albidus* (foto original)  
Fig. 10.4 *Enchytraeus albidus* (original photo)



Fig. 10.5 *Enchytraeus buchholzi* (foto original)  
Fig. 10.5 *Enchytraeus buchholzi* (original photo)

*Enchytraeus albidus* este o specie de viermi înrudiți cu *Lubricus terrestris* (râma comună) și cu *Enchytraeus buchholzi*, cu valoare nutritivă mare, cu un conținut în grăsime de 2%. Culoarea viermilor este albă iar lungimea acestora ajunge la 2-3 cm și diametru de 0,2-0,5 mm.

Dimensiunea viermilor din specia *Enchytraeus buchholzi* este mult mai mică față de ceilalți, în schimb aceștia sunt mai rezistenți față de condițiile de mediu.

Denumirea, în rândul acvariștilor a viermilor *Enchytraeus albidus* este white worms (viermi albi), iar a *Enchytraeus buchholzi* este de microviermi. În mod natural, ambele specii se găsesc în zonele cu compost, în păduri, acolo unde viețuiește și râma.

Temperaturile suportate de ambele specii se încadrează între 1-21°C, ideal fiind cea de 15°C (Crăciun, 2007, p. 325-327). O atenție deosebită trebuie acordată umidității mediului de cultură, care trebuie să fie cuprinsă între 22-26% și a pH-ului, care trebuie să fie puțin acid, cuprins între 6,2-6,8 (Chebanov, 2012, p. 137).

Acești viermi se pot crește în cutii de lemn sau de plastic, de diferite dimensiuni. Înălțimea acestor cutii nu trebuie să fie prea mare, deoarece, înălțimea substratului de creștere trebuie să fie cuprins între 5-8 cm.

Hrana recomandată de specialiști este reprezentată de diferite combinații de pâine, lapte, brânzeturi, orez fiert, hrană pentru pești, legume fierte și mixate cu lapte, etc.

În cercetările noastre, am făcut o analiză comparativă asupra cantității de viermi recoltate din cele două specii, folosind aceeași metodă de cultivare și aceeași hrană. Calitatea nutritivă a acestora este asemănătoare, de aceea trebuie acordată atenție cantității, deci speciei cu prolificitatea cea mai mare. Dotările necesare pentru creșterea viermilor au fost reprezentate de:

- Substrat de creștere;
- Cutii de cultură;
- Inoclu;
- Hrană.

Principalele operații tehnologice efectuate au fost cele de întreținere zilnică și recoltare.

## Substratul

Viermii au fost crescuți pe substrat reprezentat de turbă amestecată cu pământ de grădină, într-o proporție de 50%/50%. Acest substrat este folosit și la cultivarea florilor. Substratul a fost sterilizat pentru a nu se dezvolta alte viețuitoare în acesta, care ar putea să influențeze în mod negativ dezvoltarea viermilor. A fost ales un substrat neutru-ușor acid, conform cu recomandările din literatura de specialitate.

### Cutii de cultură

Au fost folosite 20 de caserole din plastic, câte 10 pentru fiecare specie de viermi, prevăzute cu capac, cu dimensiunile: lungime, 17.5 cm, lățime, 11.5 cm, înălțime 5 cm. Pentru o bună circulație a aerului, capacul acestora a fost găurit. Volumul caserolei a fost de 500 g –fig. 10.6 .



Fig. 10.6 Caserolă din plastic folosită la cultivarea viermilor (*foto original*)  
Fig. 10.6 Plastic casserole utilized for worms growing (*original photo*)

### Inoculul

Inoculul a fost reprezentat de viermi din cele două specii, maturi sexuali, provenite din alte culturi mature. Cantitatea de viermi inoculată în fiecare caserolă a fost de 5 de grame - fig. 10.7.



Fig. 10.7 Culturi de viermi maturi din cele două specii (*foto original*)  
Fig. 10.7 Cultures of mature worms from those two breeds (*original photo*)

### Hrana

Pe parcursul desfășurării experimentelor s-au folosit două tipuri de hrană, alternativ, prima a fost reprezentată de furajul granulat pentru creșterea crapului, Aquagarant start - fig. 10.8., granulație 0,6 mm, proteină brută 54%, grăsime 12% și a doua a fost reprezentată de cereale extrudate – fig. 10.9, porumb, 50%, grâu 25%, orz 25%.



Fig. 10.8 Furaj granulat pentru creșterea crapului (foto original)

Fig. 10.8 Granulated fodder for carp rearing (original photo)



Fig. 10.9 Cereale extrudate (foto original)

Fig. 10.9 Extruded cereals (original photo)

### Operații zilnice

Zilnic a fost măsurată umiditatea cu ajutorul unui umidometru și s-au administrat furaje, în cazul în care acestea erau consumate de la furajarea anterioară. Furajarea la început s-a făcut alternativ, Aquagarant o rație, iar ulterior, după ce erau consumate, cereale extrudate, următoarea rație. După o perioadă de folosire a celor două tipuri de furaje am observat că aquagarantul este consumat mult mai repede, iar sporul de creștere este mult mai mare, comparativ cu perioada când foloseam cereale extrudate. Cerealele au fost folosite datorită costului mai mic al acestora, în detrimentul furajelor pentru pești, dar, deoarece cantitatea de furaje folosită în hrana viermilor nu este însemnată, iar sporul de creștere al viermilor hrăniți cu aquagarant este mult mai mare, am renunțat la folosirea cerealelor.

Când umiditatea substratului scădea, acesta era crescută prin stropirea cu apă.

Temperatura, în camera unde au fost ținute caserolele cu mediile de cultură a variat pe tot parcursul experimentului, de la 18 °C la 23 °C. După însămânțarea mediului de cultură, apariția primilor viermi nou eclozați s-a observat după 8 zile, la specia *Enchytraeus albidus*, și 9 zile la specia *Enchytraeus buchholzi*, perioadă care corespunde cu datele din literatura de specialitate. Pentru acești viermi să ajungă la maturitate sexuală și să se reproducă au mai fost nevoie de alte 25 de zile, când culturile practic și-au dublat numărul de indivizi. În acest moment cantitatea aproximativă de viermi dintr-o caserolă era de 6-10 g pentru „white worms” și 5-7 pentru „microviermi”. Din acest moment am început recoltarea, ce s-a făcut o dată pe săptămână din fiecare caserolă, corespunzătoare fiecărei specii. Din caserolele în care am crescut viermii din specia *Enchytraeus albidus* am recoltat o dată pe săptămână cantitatea de 3-8 g/caserolă iar din caserolele în care am crescut nematodele din specia *Enchytraeus buchholzi* am recoltat 1-6 g/caserolă/săptămână.

Furajarea s-a făcut în funcție de consumul de hrană specific din fiecare caserolă în parte. Cantitatea de furaj administrată a fost de aproximativ 5% din cantitatea de viermi în cazul furajării cu furaj granulat și 20% în cazul furajării cu cereale extrudate.

Cultivarea acestor nematode este destul de anevoioasă, mai ales din cauza dificultății recoltării lor, dar și din cauză că timpul necesar dezvoltării lor ca și cultură este mare iar cantitatea de viermi recoltată este destul de mică.

## CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma cercetărilor proprii efectuate, cercetări ce a avut ca obiectiv principal îmbunătățirea tehnologiei de reproducere artificială a speciei *Polyodon spathula*, au reieșit o serie de concluzii:

• *Seria I de experiențe - Contribuții privind cunoașterea caracteristicilor de mediu natural și a tehnologiilor de creștere;*

Determinările legate de parametri fizico-chimici ai apei au arătat faptul că temperatura a oscilat între valorile medii minime obținute în luna ianuarie, de 2,53°C și maxima de 27,2 °C, obținută în luna iulie. Anul când au fost înregistrate temperaturile a fost considerat un an călduros, existând numeroase zile caniculare. Oxigenul dizolvat a atins minima de 4,61 mg/l în luna august și maxima de 15,85 mg/l corespunzătoare lunii ianuarie, în corelație directă cu temperatura apei. Valorile pH-ului s-au încadrat între limitele de 7,3-7,8, calciul a avut valori cuprinse între 22,1-37,5 mg/l, iar magneziul între 8,5-22,1 mg/l. Clorurile au avut valori cuprinse între 67-107 mg/l, iar conținutul în azotiți ai apei a avut valori cuprinse între 0,18 și 0,64 mg/l. Azotații au avut valori cuprinse între 0-0,03 mg/l, amoniacul între 0,06-0,20 mg/l, iar fosfații între 0-0,01 mg/l. Toate aceste valori încadrează apa folosită, în apă piscicolă de categoria a II-a, valorile fiind normale pentru această categorie. Pentru fiecare dintre parametrii, valorile analizate s-au încadrat în limitele date de literatura de specialitate, rezultând faptul că apa în care au crescut remonții de *Polyodon spathula* este prielnică dezvoltării și maturării lor, în vederea reproducerii artificiale.

Analiza hidrobiologică a apei a reliefat maximele de dezvoltare atât a planctonului cât și a zoobentosului. Biomasa zoobentonică, în luna aprilie, a ajuns la valoarea de 23,55 kg/ha și 23,82 kg/ha în luna iunie. În ceea ce privește fitoplanctonul, maximul de dezvoltare pentru grupa *Cyanoficeae* a fost atins în lunile martie și octombrie, corespunzătoare cu o temperatură a apei mai scăzută. În marea lor majoritate (peste 80%), acestea au fost reprezentate de *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon*. *Clorophycea*-ele au avut un maxim de dezvoltare corespunzător sfârșitului lunii august, începutul lunii septembrie. Principalele specii prezente reprezentate au fost : *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Crucigenia*. *Diatomeele* au avut un maxim de dezvoltare în luna aprilie, principalele genuri prezente fiind: *Synedra*, *Navicula*, *Diatoma*, *Asterionella*, *Nitzschia*. Procentul de flagelate a fost oarecum constant, cu puține oscilații, principalele genuri prezente fiind: *Euglena* și *Phacus*.

Zooplanctonul a fost reprezentat de principalele patru grupe: rotifere, cladocere, copepode și protozoare. Dintre rotifere, principalele genuri au fost reprezentate de: *Brachionus*, *Keratella* și *Asplachna*, copepodele au fost reprezentate de *Daphnia* și *Moina* iar cladocerele de cele din genul *Cyclops*. În luna mai a fost atins maximul de dezvoltare a zooplanctonului, cu valoarea de 38,8 % din totalul cantității de zooplancton din perioada studiată. Este știut faptul că variațiile cantitative sezoniere, ale populațiilor zooplanctonice aflate în dezvoltare, prezintă, pe perioada anului două maxime, și anume: la sfârșitul primăverii (mai - iunie), odată cu creșterea temperaturii apei și a intensității luminoase, și la sfârșitul verii (august-septembrie). În luna mai a fost atins maximul preconizat, dar în lunile august și septembrie acesta nu a fost atins, datorită ploilor din acele luni, ce au caracterizat anul 2013, când au fost realizate aceste experimente. Pe tot

parcursul perioadei studiate, cladocerele au avut cea mai mare pondere, fiind urmate de copepode, rotifere și protozoare.

Analiza hidrobiologică a planctonului (zooplancton și fitoplancton) și a zoobentosului a dus la concluzia că nivelul dezvoltării acestora este normal spre superior, corelat cu datele din literatura de specialitate, ceea ce în final a dus la o bună dezvoltare a materialului biologic aparținând speciei *Polyodon spathula*.

Determinările legate de tehnologia de creștere au reliefat faptul că, în vara I puii au ajuns la o greutate medie de 238,6 g/expl., supraviețuirea fiind de 71,4%, corespunzătoare unei producții de 334 kg/ha. În vara a II-a, polyodonul a ajuns la greutatea medie de 2562,5 g/expl., supraviețuirea fiind de 74,75 % iar producția de 82 kg/ha. Creșterea în vara a II-a s-a realizat în policultură, polyodonul fiind specie suplimentară. Creșterea de la vârsta de II veri până la vârsta de 12 ani s-a realizat de asemenea în policultură, densitatea realizată la populare fiind de 5-10 expl./ha. Greutatea medie realizată la sfârșitul acestei perioade a fost de 13780 g/expl. iar lungimea totală medie a fost de 141,9 cm. Supraviețuirea de la vârsta de o vară până la vârsta de 12 ani a fost de 50% și a fost influențată, în principal, de prădători. Toate aceste date se încadrează valoric, fiind chiar superioare celor citate din literatura de specialitate.

• *Seria a-II-a de experiențe - Contribuții privind selecția lotului de reproducători și a vârstei optime pentru reproducere;*

Separarea pe sexe, a femelelor și masculilor a fost o operațiune necesară și de succes, chiar dacă dimorfismul sexual al speciei este slab prezent la specia *Polyodon spathula*, astfel că în toți cei trei ani de cercetări, identificarea femelelor de masculi s-a făcut cu o precizie de 90%, în cazul femelelor, și 85% în cazul masculilor, între aceștia din urmă, deseori găsindu-se femele nematurate.

În urma determinărilor gravimetrice și dimensionale ale loturilor de femele, s-au înregistrat următoarele valori medii: masa corpului 13,66 kg, lungimea totală (L) 137,55 cm, lungimea standard (l) 120,81 cm, lungimea capului (lc) 55,5 cm, lungimea pedunculului caudal (lp) 16,74 cm, înălțimea maximă a corpului (H) 24,71 cm, circumferința maximă a corpului (C) 62,07cm, grosimea maximă a corpului (G) 15,17 cm. Coeficientul de variabilitate a avut valori mici la toți indicatorii, ceea ce ne indică faptul că lotul a fost omogen.

În urma determinărilor gravimetrice și dimensionale ale loturilor de masculi s-au înregistrat următoarele valori medii: masa corpului 11,14 kg, lungimea totală (L) 132,84 cm, lungimea standard (l) 115,32 cm, lungimea capului (lc) 52,75 cm, lungimea pedunculului caudal (lp) 17,52 cm, înălțimea maximă a corpului (H) 22,99 cm, circumferința maximă a corpului (C) 57,62 cm, grosimea maximă a corpului (G) 13,38 cm. Toate valorile măsurate la lotul de masculi sunt mai mici față de lotul de femele. La fel, coeficientul de variabilitate a avut valori mici la toți indicatorii semnaland faptul că toți reproducătorii s-au dezvoltat normal iar lotul este omogen.

După calcularea unor indici corporali și compararea între lotul de femele și cel de masculi, rezultatele au fost următoarele:

*Indicele de profil* a avut valori mici pentru ambele loturi (4,94 pentru lotul de femele și 5,03 pentru lotul de masculi), ceea ce arată că formatul corporal al exemplarelor studiate,

atât masculi cât și femele are un aspect convex. La compararea dintre cele două loturi, din punct de vedere statistic, diferențele sunt nesemnificative. Atât lotul de femele cât și cel de masculi au fost omogene, valorile coeficientului de variabilitate fiind de  $V\% = 9,01$  la lotul de femele și de  $V\% = 5,63$  la lotul de masculi.

*Indicele de grosime* a avut valoarea de 61,85 la lotul de femele și 58,28 la lotul de masculi. Astfel, reiese că gradul de îngrășare și grosimea musculaturii a fost mai dezvoltată la lotul de femele. Din analiza datelor reiese că există diferențe semnificative între cele două loturi de masculi și femele. Coeficientul de variabilitate a avut valori mici, la ambele loturi fiind de  $V\% = 9,85$  la lotul de femele și de  $V\% = 3,85$ , la lotul de masculi ceea ce ne indică faptul că loturile au fost omogene.

*Indicele de calitate* a avut valori mici și apropiate între cele două loturi (1,95 la lotul de femele și 2 la lotul de masculi), ceea ce ne arată faptul că musculatura este bine dezvoltată, în cazul ambelor loturi. În urma analizei datelor se poate observa că diferențele dintre cele două loturi sunt nesemnificative. Coeficientul de variabilitate are valori mici pentru ambele loturi fiind de  $V\% = 4,57$ , la lotul de femele și de  $V\% = 3,07$ , la lotul de masculi, ceea ce ne arată faptul că loturile au fost omogene.

*Indicele Fulton* a avut valoarea de 0,77 la loturile de femele și 0,74 la cele de masculi. Aceste valori ne indică o stare bună de întreținere a peștilor. În urma analizei datelor rezultă că diferențele între loturile de masculi și femele sunt nesemnificative statistic. Caracterile studiate au prezentat o variabilitate mică fiind de  $V\% = 4,38$ , la lotul de femele și de  $V\% = 8,63$ , la lotul de masculi, ambele loturi fiind omogene.

*Indicele de carnozitate* a prezentat valori de 45,94 la lotul de femele și 45,73 la lotul de masculi. Valorile au fost destul de ridicate, datorită conformației corporale specifice speciei, rostrul fiind destul de mare, raportat la întreg corpul. În urma analizei datelor, rezultă că diferențele între cele două loturi sunt nesemnificative, caracterul de variabilitate fiind de  $V\% = 1,36$ , la loturile de femele și  $V\% = 5,26$ , la loturile de masculi, ambele loturi fiind omogene.

În urma determinării principalilor indici corporali și a analizei statistice comparative între cele două loturi (femele și masculi), putem afirma că peștii au avut o stare de întreținere bună, putând fi folosiți la reproducerea artificială. În urma analizei statistice, a comparației dintre celor două loturi, a reieșit că diferențele sunt nesemnificative, cu excepția indicelui de grosime, caz în care diferențele au fost semnificative. Calcularea indicelui de grosime poate să ajute la separarea pe sexe mai ușoară a masculilor de femele. Chiar dacă prin calcularea indicelui de grosime putem identifica femelele de masculi, nu putem ști și gradul de maturare a ovulelor, pentru aceasta fiind nevoie de calcularea coeficientului de polarizare.

*Coeficientul de polarizare a nucleului icrelor* a fost calculat după ce, prin metoda biopsiei au fost extrase eșantioane de icre de la toate cele 15 femele. Au fost identificate 5 femele care au avut valoarea indicelui 0,3-0,35 cu ovocitele în stadiul IV nedesăvârșit de maturare au putut fi folosite la reproducere abia în următorul an, 5 femele cu valoarea indicelui de polarizare cuprins între 0,15-0,07, ce pot fi folosite la reproducere prin mărirea

intervalului de timp între injectarea cu hormon hipofizar în trei doze, și 5 femele cu valoarea indicelui de polarizare cuprins între 0,05-0,07, ceea ce indică faptul că ovocitele sunt în stadiul IV desăvârșit de maturare, acestea putând fi stimulate artificial în două doze, cu intervalul între doza pregătitoare și cea decisivă de 24 de ore. Coeficientul de variabilitate a fost mare, la toate cele trei loturi, ceea ce ne indică faptul că acestea sunt heterogene, în ceea ce privește stadiul de maturarea a ovarelor.

În urma selecției masculilor, prin analizarea mobilității spermei, conform scării lui Persov, a reieșit faptul că un singur mascul a avut sperma cu mobilitatea spermatozoidilor foarte mică (<25%), în rest toți masculii au avut 4 sau 5 puncte pe scara Persov, adică mișcarea la aproape toți spermatozoidii era rapidă și înaintă, ceea ce îi cataloghează drept masculi apti pentru reproducere. Coeficientul de variabilitate a avut valori medii la primul lot ( $V\% = 11,91$ ), lotul având omogenitate mijlocie, și mică la lotul al II-lea ( $V\% = 9,32$ ), lotul fiind omogen, și mare la lotul al III-lea ( $V\% = 30,62$ ), lotul fiind heterogen.

• *Seria a III-a de experiențe - Contribuții privind stimularea maturării elementelor sexuale, colectarea, fecundarea și incubarea acestora;*

Utilizarea diferitelor tipuri de hormoni și preparate hormonale folosite în reproducerea artificială a speciei *Polyodon spathula*, induce rezultate diferite din punct de vedere reproductiv.

În urma stimulării hormonale cu produsul LHRH-A, din lotul de femele, doar două au ajuns la maturarea produselor sexuale, de la acestea recoltându-se icre. Masculii de la care s-a putut recolta spermă, în urma injectării cu acest produs au fost în număr de 4.

În urma stimulării hormonale cu produsul Nerestin 5A, toate femelele au ajuns la maturarea produselor sexuale, de la acestea putându-se recolta icre bune pentru fecundare. Toții masculi au fost apti de spermiație.

În urma comparării loturilor de femele reproducătoare LF1 versus LF2, din punct de vedere al timpului necesar maturării, diferențele între cele două produse sunt distinct semnificative. Coeficientul de variabilitate are valoarea mică în cazul lotului LF1 ( $V\% = 5,99$ ), ceea ce înseamnă că lotul este omogen și valoare medie în cazul lotului LF2 ( $V\% = 12,84$ ), lotul având omogenitate mijlocie.

Cu privire la numărul de femele maturate, în urma comparării celor două loturi a reieșit faptul că diferențele sunt semnificative. Cantitatea de icre recoltată de la femelele care au ajuns la maturare, din cele două loturi, a fost de 82 g/kg corp, respectiv 89 g/kg corp. Diferențele dintre cele două loturi au fost semnificative, iar coeficientul de variabilitate a avut valori mari pentru lotul LF1 ( $V\% = 137,77$ ), fapt ce arată că lotul este heterogen, și medii ( $V\% = 12,61$ ) pentru lotul LF2, ceea ce arată faptul că lotul are o omogenitate medie.

După compararea loturilor de masculi reproducători, a reieșit faptul că în privința timpului necesar maturării elementelor sexuale, diferențele au fost nesemnificative. Coeficientul de variabilitate a avut valoare mare ( $V\% = 58,36$ ), pentru lotul LM1, lotul fiind considerat heterogen și mijlocie ( $V\% = 12,86$ ), lotul având o omogenitate mijlocie. Diferențele dintre numărul de masculi de la care s-a putut recolta spermă, au fost la fel, nesemnificative. Cantitatea de lapți recoltată a fost de 8,20 ml/kg corp mascul la lotul LM1 și de 9,42 ml/kg corp, în cazul lotului LM2, diferențele între cantitățile recoltate fiind nesemnificative. Coeficientul de variabilitate a avut valori mari pentru ambele loturi ( $V\% = 56,80$ ,  $V\% = 25,53$ ), loturile fiind eterogene.

Rezultatele obținute se încadrează, în rezultatele obținute și citate în literatura de specialitate (Linhart și colab., 2000; Costache Mioara, 2004; Costache M., 2008), fiind inferioare doar în ceea ce privește folosirea LHRH-A. Se poate observa că există diferențe între cele două tipuri de hormoni utilizați, Nerestinul având rezultate mai bune.

#### *Optimizarea folosirii preparatului hormonal Nerestin 5A*

În privința folosirii preparatului hormonal Nerestin 5A, la temperatura apei de 13°C, s-a putut observa că timpul necesar maturării este aproximativ același pentru toate cele trei loturi, indiferent de doza de hormon folosită. La temperatura apei de 15 °C timpul necesar maturării femelelor din lotul al doilea începe să fie diferențiat în funcție de cantitatea de hormon folosit, iar la temperatura apei de 17 °C, timpul necesar maturării a scăzut la toate cele trei loturi. În urma interpretării statistice a rezultatelor se poate observa că există diferențe distinct semnificative, cu privire la timpul necesar maturării între cele trei loturi. Coeficientul de variabilitate a avut valoare mică ( $V\% = 6,3$ ,  $V\% = 9,3$ ) în cazul loturilor LF1 și LF3, omogenitatea în interiorul acestora fiind mare. În cazul lotului LF2 coeficientul de variabilitate a avut valoarea medie ( $V\% = 11,66$ ), omogenitatea în interiorul loturilor fiind mijlocie. Toate femelele au ajuns la maturare fiind capabile de recoltare a icrelor.

Analizând cantitatea de icre recoltată putem afirma că diferențele dintre mediile loturilor sunt nesemnificative, coeficientul de variabilitate având valori mici ( $V\% = 2,6$  la lotul LF1,  $V\% = 3,53$  la lotul LF2 și  $V\% = 2,72$  la lotul LF3), omogenitatea în interiorul loturilor fiind mare.

În urma acestei analize, se deduce faptul că temperatura influențează timpul în care femelele ajung la maturarea produselor sexuale, creșterea fiind liniară, dar nu influențează cantitatea de icre recoltată, cantitatea optimă de hormon fiind de 0,12 ml/kg corp femelă astfel, putem folosi o cantitate mai mică de hormon dacă temperatura apei este mai ridicată.

Pentru determinarea momentului propice cu privire la stimularea hormonală a reproducătorilor, trebuie ținut cont de faptul că specia are o temperatură optimă de reproducere, care este de 14,5°C, iar conform studiilor de specialitate incubarea icrelor la o temperatură a apei de peste 18°C duce la procente de eclozare scăzute și la apariția de larve cu anormalități.

#### *Colectarea produselor seminale*

În cazul studiului de față, recoltarea ovulelor s-a făcut prin folosirea tehnicii minim-invazive. Sperma s-a recoltat prin introducerea în orificiul genital, a unui tub de plastic conectat la o seringă sau prin mulgere directă.

Principalele semne că femelele sunt apte pentru recoltarea icrelor sunt date de apariția pe fundul bazinelor de maturare a câtorva icre lipicioase. Când se constata apariția acestora, se identifică și se examinează femela care a ajuns la ovulație. Recoltarea ovulelor a presupus formarea unei echipe din 4 persoane, fiecare cu locul și atribuțiile dinainte stabilite.

#### *Păstrarea de scurtă durată a spermei de *Polyodon spathula**

Pentru desfășurarea experimentului, a fost aleasă sperma care a avut toate cele 5 puncte de mobilitate conform scării lui Persov.

După 2 ore de la introducerea la refrigerare diferențele privind mobilitatea au fost nesemnificative, totuși s-a observat că valoarea coeficientului de variabilitate indică o omogenitate mijlocie, în cadrul primului lot (L1), valoarea lui fiind de  $V\% = 11,91$ , ceea ce înseamnă că la unele probe mobilitatea spermatozoizilor a început să scadă.

La 18 ore de la păstrarea la rece, la primul lot a continuat să scadă punctele asociate scării lui Persov, variabilitatea în interiorul lotului fiind mijlocie,  $V\% = 15,21$ , ceea ce înseamnă că sperma, din punct de vedere al mobilității spermatozoizilor se depreciază aproape uniform.

La loturile L2 și L3 punctele de mobilitate asociate scării lui Persov, încep o ușoară depreciere între ele nefiind diferențe statistice. Coeficientul de variabilitate a avut valori medii pentru ambele loturi (L2 și L3),  $V\% = 11,91$ . După analiza statistică reiese că între cele trei loturi diferențele sunt semnificative.

La 36 de ore de păstrare la rece, coeficientul de variabilitate la toate cele trei loturi are valori medii,  $V\% = 15,97$  la lotul L1,  $V\% = 10,54$  la lotul L2 și  $V\% = 17,68$  la lotul L3. La primul lot continuă să scadă mobilitatea spermei, ajungând la o medie de 2,8 puncte. Pentru celelalte loturi mobilitatea a păstrat valori destul de ridicate (4,2 la L2 și 4 la L3), ceea ce face ca probele să poată fi folosite la reproducerea artificială. Din punct de vedere statistic, diferențele între cele două loturi sunt distinct semnificative, putându-se remarca faptul că valorile primului lot au scăzut destul de mult. Sperma de la masculii acestui lot nu mai poate fi folosită la reproducerea artificială, sau poate fi folosită dar cu rezultate slabe.

La 48 de ore de păstrare la rece s-a putut observa că variabilitatea în interiorul loturilor a fost mare pentru primul lot (L1), coeficientul de variabilitate având valoarea,  $V\% = 38,03$  și mijlocie pentru loturile L2 și L3,  $V\% = 15,21$  și  $V\% = 11,77$ . În urma comparației statistice se poate observa că diferențele între cele trei loturi sunt distinct semnificative. La primul lot, valoarea medie a punctelor pe scara Persov a ajuns la 2,2, ceea ce face ca sperma să nu mai poată fi folosită la reproducerea artificială. Asta nu înseamnă că spermatozoizii sunt inactivați total ci doar într-un procent care ar duca la rezultate destul de slabe, în privința procentului de fecundare. Între loturile L2 și L3 diferențele din punct de vedere statistic sunt nesemnificative, ambele metode ducând la păstrarea spermei în intervalul 0-48 de ore cu o reducere a mobilității acesteia doar de 28 de procente pentru lotul L2 și 24 de procente pentru lotul L3. Putem afirma că pentru intervalul 0-18 ore toate metodele de conservare au dus la rezultate foarte bune în privința mobilității spermei, iar pentru intervalul 0-48 de ore doar păstrarea spermei în pungi pack de naylon steril, cu adiție de aer atmosferic și oxigen tehnic a dat rezultate optime, între ele nefiind diferențe.

#### *Fecundarea produselor sexuale*

Atât icrele cât și sperma au fost colectate în vase uscate după care, s-a trecut la următorul proces tehnologic, fecundare a icrelor.

Fecundarea produselor sexuale a fost semi-uscată, diluția folosită pentru spermă a fost de 1:100, iar cantitatea de spermă a fost de 10-15 ml/kg icre. Pentru determinarea procentului de fecundare, de la fiecare lot și fiecare femelă s-au recoltat aleatoriu eșantioane de icre, care au fost examinate.

#### *Îmbunătățirea etapei de descleiere a icrelor fecundate*

Se poate observa că ambele substanțe de descleiere folosite (suspensia de nămol corespunzătoare lotului N1 și enzimele Alcalaze corespunzătoare lotului A1) au dus la

pierderea adezivității, dar există diferențe foarte semnificative la comparația dintre media supraviețuirii la 6 ore, după folosirea celor două metode. Coeficientul de variabilitate a fost mic în cazul primului lot (N1), ceea ce ne indică faptul că lotul este omogen, și mare în cazul lotului al doilea (A2) ceea ce ne arată faptul că lotul este heterogen.

După 12 ore, supraviețuirea în cazul lotului al doilea (A2) a fost 0, pentru toate probele și de 93,2 pentru lotul 1, cu un coeficient de variabilitate mic ( $V\% = 5$ ). Deși enzimele alcalaze au dus la pierderea adezivității inițiale a icrelor, supraviețuirea în timp a fost foarte mică după 6 ore și 0 după 12 ore ceea ce face ca substanța să nu poată fi folosită la reproducerea artificială în sistem industrial. Cauzele probabile ale insuccesului folosirii enzimelor alcalaze la descleierea icrelor de la *Polyodon spathula* au fost date de concentrația prea mare a soluției sau timpul de expunere prea lung.

#### *Incubarea icrelor fecundate*

Incubarea icrelor s-a făcut în incubatoare din Plexiglas, concepute după modelul cercetătorilor din Republica Moldova și care este foarte asemănător cu incubatoarele de tip Osetr. Cantitatea de icre incubate nu a depășit 1,2 kg, chiar dacă în incubator se puteau incuba și până la 3 kg icre fecundate. Pe tot parcursul incubației au fost monitorizați principalii parametri fizico-chimici ai apei ( $O_2$  și  $t^\circ$ ) și s-au făcut tratamente preventive antibacteriene și antifungice. Tratamentele s-au făcut exclusiv cu violet de gențiana, soluție 1%, în doză de 6-7 picături/incubator, de trei ori/zi, Zilnic, icrele atacate de saprolegnia au fost îndepărtate cu o pipetă. Tratamentul cu violet de gențiana a fost oprit cu 24 de ore înainte de începerea eclozării.

#### *Rezultatele cu privire la reproducerea artificială a speciei Polyodon spathula în Ferma Piscicolă Acvares, Iași.*

În urma desfășurării experimentelor, procentul de maturare a reproducătorilor (masculi și femele) din specia *Polyodon spathula* a fost cuprins între valorile de 87 și 91 %. Cantitatea de icre recoltată a fost cuprinsă între valorile de 67-70 g/kg corp femelă. Cantitatea de lapți obținută a fost cuprinsă între valorile de 7-12 ml/kg corp mascul. Procentul de fecundare a avut valori mari, situate între 80-91%. Procentul de eclozare s-a încadrat între valorile de 67-80 %. Supraviețuirea larvelor după 20 de zile a fost de 50%, iar după 40 de zile de 35%.

- Seria a IV-a de experiențe - Contribuții privind dezvoltarea postembrionară a speciei și metodele de cultivare a cladocerelor (*Daphnia sp.*, *Moina sp.*) și a nematodelor (*Enchytraeus buchholzi*, *Enchytraeus albidus*) folosite în hrana puietului de *Polyodon spathula*;

#### *Creșterea larvelor în perioada 1-20 de zile*

Greutatea larvelor la populare a fost aproximativ egală pentru toate bazinele cu o medie de 0,0011 g/expl. La sfârșitul perioadei de creștere acestea au ajuns la o greutate medie de 0,184 g/expl. pentru lotul L1 și 0,133 g/expl. pentru lotul L2.

În urma analizei statistice, cu privire la comparația dintre cele două densități de creștere se poate observa că sunt diferențe semnificative între loturile L1 și L2 în ceea ce

privește supraviețuirea, confirmând ceea ce se întâmplă în mod normal la densități mai mari. Principala cauză a diferenței cu privire la supraviețuire a fost apariția canibalismului, chiar dacă densitatea de cladocere nu a scăzut sub 1000 ex/l iar viermii nematozi au fost administrați ad libitum. Coeficientul de variabilitate cu privire la supraviețuire a avut valori medii ( $V\%=14,43$  la lotul L1 și  $V\%=18,25$  la lotul L2), omogenitatea fiind mijlocie.

Diferențele dintre greutatea realizate de cele două loturi sunt foarte semnificative, densitatea mai mare ducând la realizarea unei greutăți mai mici. Caracterul analizat a fost omogen, coeficientul de variabilitate fiind  $V\%=6,81$  respectiv,  $V\%=9,97$ . Ambele densități de populare au dus la realizarea unor larve omogene.

La compararea lungimii totale realizată de cele două loturi se poate observa că diferențele sunt foarte semnificative. Coeficientul de variabilitate în cazul primului lot ne arată că omogenitatea este mare în cazul lotului 1 și mijlocie în cazul lotului 2.

#### *Creșterea larvelor în perioada 20-40 de zile*

Greutatea larvelor la populare a fost aproximativ egală pentru toate bazinele, cu o medie de 0,132 g/expl. La sfârșitul perioadei de creștere puietul au ajuns la o greutate medie de 8,2 g/expl. pentru lotul L1 și 5,2 g/expl. pentru lotul L2.

Se poate observa că, în privința supraviețuirii, diferențele sunt distinct semnificative între cele două loturi. Omogenitatea lotului L1 cât și a lotului L2 a fost mijlocie, coeficientul de variabilitate având valori de  $V\%=16,04$  pentru lotul L1 și  $V\%=11,31$  pentru lotul L2. La compararea greutății dintre cele două loturi, se poate observa că diferențele sunt distinct semnificative, greutatea cea mai mare înregistrându-se în cazul lotului 1. Coeficientul de variabilitate a avut valoarea de  $V\%=13,36$  în cazul primului lot și  $V\%=14,43$  în cazul celui de-al doilea, ceea ce ne indică o omogenitate în interiorul loturilor mijlocie.

În ceea ce privește lungimea totală înregistrată la finalul perioadei de creștere, diferențele sunt nesemnificative, iar coeficientul de variabilitate a avut valoarea  $V\%=4,41$  pentru lotul L1 și  $V\%=6,77$  în cazul lotului al doilea, ceea ce ne indică faptul că loturile au fost omogene.

Chiar dacă, în ceea ce privește procentul de supraviețuire și greutatea finală înregistrată între cele două loturi există diferențe semnificative, ambele valori ale indicatorilor urmăriți sunt superiori datelor din literatura de specialitate.

#### *Cultivarea cladocercilor (Daphnia sp. și Moina sp.)*

Cultivarea s-a făcut într-un bazin, P2, din cadrul fermei piscicole, bazin în care au fost create condiții optime pentru dezvoltarea cladocercilor. Dezvoltarea cladocercilor a fost urmărită prin determinarea densității numerice a acestora, raportat la 1 litru de apă. Cladocercii au fost numărați cu ajutorul unui microscop și a unei camere de numărare de tip Kolkwitz. Pentru a analiza eficacitatea metodei de cultivare a acestora în bazinul de cultură P2, s-a făcut o analiză comparativă cu zooplancton recoltat după aceeași metodă, dintr-un heleșteu de creștere de 30 ha, HC4, în care nu s-a intervenit în vederea stimulării biomasei zooplanctonice.

Media exemplarelor de cladocere la un litru de apă a fost de 1650 exemplare corespunzătoare bazinului 2 și 1135 de exemplare în heleșteul de creștere. Variabilitatea în interiorul probelor a fost mare atât la bazinul BP2 ( $V\%=82,60$ ) cât și la heleșteul HC4 ( $V\%=95,74$ ), acest lucru datorându-se temperaturii diferite a apei corespunzătoare lunii respective și a intensității procesului de reproducere.

Cu toate că în bazinul BP2 au fost create condiții favorabile de dezvoltare a cladocerelor, prin pregătirea bazinului conform tehnologiilor de cultivare, iar în heleșteul HC4 nu au fost făcute astfel de pregătiri, din punct de vedere statistic diferențele dintre densitatea de exemplare raportată la un litru de apă tehnologică recoltată din bazinul BP2 și heleșteul HC4 sunt ne semnificative. Cu toate acestea, trebuie dezvoltate cercetările cu privire la cultivarea hranei vii din cauza sezonalityi acesteia față de unele condiții de mediu. Anul în care s-au desfășurat cercetările legate de cultivarea cladocerelor a fost unul secetos, fiind favorabil dezvoltării la un nivel maxim al zooplanctonului. Dacă anul ar fi fost ploios, rezultatele ar fi fost mult mai inferioare în ceea ce privește densitatea de cladocere atât din heleșteul de creștere cât și în bazinul P2.

#### *Cultivarea nematodelor Enchytraeus albidus și Enchytraeus buchholzi*

Cultivarea nematodelor s-a făcut în caserole de plastic, pe substrat reprezentat de turbă amestecată cu pământ de grădină, într-o proporție de 50%/50%. După însămânțarea mediului de cultură, apariția primilor viermi nou eclozați s-a observat după 8 zile la specia *Enchytraeus albidus* și 9 zile la specia *Enchytraeus buchholzi*, perioadă care corespunde cu datele din literatura de specialitate. Pentru ca aceștia să ajungă la maturitate sexuală și să se reproducă a mai fost nevoie de alte 25 de zile, când culturile practic și-au dublat numărul de indivizi. În acest moment, cantitatea aproximativă de viermi dintr-o caserolă era de 6-10 g pentru „white worms” și 5-7 pentru „microviermi”. Din acest moment s-a început recoltarea, ce s-a realizat o dată pe săptămână, din fiecare caserolă, corespunzătoare fiecărei specii. Din caserolele în care s-au crescut viermii din specia *Enchytraeus albidus* s-au recoltat o dată pe săptămână cantitatea de 3-8 g/caserolă iar din caserolele în care s-au crescut nematodele din specia *Enchytraeus buchholzi* s-au recoltat 1-6 g/caserolă/săptămână. Cultivarea nematozilor s-a realizat cu succes, însă metoda este destul de anevoioasă și necesită multă implicare din partea personalului. De asemenea, recoltarea hranei vii se face destul de dificil, iar timpul necesar dezvoltării ca și cultură este mare.

#### **În urma concluziilor deduse se pot face următoarele recomandări:**

Prin lucrarea de față s-a demonstrat faptul că suma condițiilor din ferma gazdă a experimentelor este propice dezvoltării speciei *Polyodon spathula*, până la stadiul de reproducători, de aceea se recomandă continuarea formării de noi loturi, atât în vederea reproducerii artificiale cât și pentru producția de icre negre.

Eficiența produsului Nerestin 5A este susținută economic și științific, de aceea, recomandăm continuarea folosirii acestuia, în dozele optimizate, deja testate și dezvoltarea relațiilor cu producătorul;

Păstrarea spermei s-a dovedit eficientă pentru o perioadă de 0-18 ore, în condițiile păstrării acesteia conform cu toate metodele folosite, și 0-48 doar în cazul păstrării în pungi sterile pack cu adiție de aer atmosferic sau oxigen tehnic. Recomandăm folosirea acestui protocol, atât pentru reducerea timpului necesar momentului reproducerii (sperma fiind pregătită, în prealabil) cât și pentru îmbunătățirea calității genetice a produșilor rezultați prin utilizarea lapților care provin de la mai mulți masculi pentru fecundare, la o singură femelă.

Pentru descleiere, recomandăm în continuare, folosirea suspensiei de nămol, metodă dovedită a fi mai eficientă, singurul dezavantaj pe care îl are fiind dat de perioada

mare de timp necesar descleierii. De asemenea, recomandăm dezvoltarea și proiectarea unor vase pentru descleiere, după modelul celor utilizate de specialiștii din fermele de sturioni din Zona Mării Caspice.

Rezultatele cu privire la creșterea larvelor în perioada 1-20 de zile și 20-40 au fost notabile, de aceea se recomandă popularea la densități mai mici de 1-3 larve pe litru de apă în prima perioadă, și 200-300 expl./m<sup>3</sup> de apă, în cea de-a doua.

Având în vedere disponibilitatea de surse de apă în țara noastră recomandăm creșterea speciei *Polyodon spathula* în acumulările mari, atât în vederea formării de reproducători cât și pentru recoltarea de icre negre, acest lucru ducând la scăderea presiunii exercitate prin braconaj, asupra stocurilor de sturioni autohtoni.

Recomandăm dezvoltarea tehnicii de recunoaștere a masculilor față de femele, la vârste mai tinere, prin folosirea endoscopiei, în vederea constituirii de linii exclusiv de femele.

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

---

At the end of own research, which aimed to improve the artificial reproduction technology for *Polyodon spathula* breed, result a series of conclusions:

- *First series of experiences – Contributions regarding the knowledge of environmental characteristics and rearing technologies;*

Determinations regarding water physical-chemical parameters showed that temperature oscillated between mean minimal values obtained in January of 2.53°C and maximum of 27.2°C, obtained in July. Year in which temperatures were recorded was considered a hot year, existing many canicular days. Dissolved oxygen reached the minimum of 4.61 mg/l in August and maximum of 15.85 mg/l corresponding to January in direct correlation with water temperature. pH values were between limits 7.3-7.8, calcium had values between 22.1-37.5 mg/l, and magnesium between 8.5-22.1 mg/l. Chlorides had values between 67-107 mg/l, and water content in nitrites had values between 0.18 and 0.64 mg/l. Nitrates had values between 0-0.03 mg/l, ammonia between 0.06-0.20 mg/l, and phosphates between 0-0.01 mg/l. Those entire values place the utilised water in 2<sup>nd</sup> category of fishery waters, values being normal for this category. For each parameter the analysed values were between the limits cited in literature, resulting the fact that water in which *Polyodon spathula* juveniles' growth is suitable for their development and maturity, for an artificial reproduction.

Water hydro-biology analysis showed the maxima of development for plankton and zoo-benthonic. Zoo-benthonic biomass in April reached the value of 23.55 kg/ha and 23.82 kg/ha in June. Regarding phytoplankton maximum of development for group *Cyanophyceae* was reached in March and October, corresponding to a lower temperature of water. In their great majority (over 80%), those ones were represented by *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon*. *Chlorophyceae* had a maximum development corresponding to the end of August and beginning of September. The main presented species were: *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Crucigenia*. *Diatoms* had a maximum of development in April, the main genus presented being: *Synedra*, *Navicula*, *Diatoma*, *Asterionella*, *Nitzschia*. Percent of flagellated was somehow constant, with fewer oscillations, the main presented genus being: *Euglena* and *Phacus*.

Zoo-plankton was represented by the main four groups: rotifera, cladocera, copepoda and protozoa. From rotifera, the main genuses were represented by: *Brachionus*, *Keratella* and *Asplanchna*, copepoda were represented by *Daphnia* and *Moina* and cladocera by the ones from genus *Cyclops*. In May was reached the maximum of zoo-plankton development, with a value of 38.8% from the total zoo-plankton quantity in the studied period. Is known the fact that seasonal quantitative variations, of zoo-plankton populations which are in developing stages, presents, during one year two maximums, as followed: at the end of spring (May-June), at the same time with increasing of water temperature and lighting intensity, and at the end of summer (August-September). In May was reached the presumptive maximum, but in August and September those one wasn't reached, due to the rains which fall in those months, which characterized year 2013, when those experiments were realised. During whole studied period, cladocera had the greatest rate, followed by copepoda, rotifera and protozoa.

Hydro-biological analysis of plankton (zoo-plankton and phytoplankton) and zoo-benthonic lead to conclusion that their level of development is normal to superior, correlated with data from literature, which finally lead to a well development of biological material belonging to *Polyodon spathula* breed.

Determinations regarding rearing technology show the fact that in 1<sup>st</sup> summer saplings reached a mean weight of 238.6 g/individual, survival rate being 71.4%, corresponding to a production of 334 kg/ha. In 2<sup>nd</sup> summer, polyodon reached a mean weight of 2562.5 g/individual, survival rate being of 74.75% and production of 82 kg/ha. Rearing in 2<sup>nd</sup> summer was effectuated in poly-culture, polyodon being an additional breed. Rearing from the age of 2 summers till the age of 12 years was also effectuated in poly-culture, realised density at populating being 5-10 individuals/ha. The mean weight realised at the end of those period was 13780 g/individual. The mean total length was 141.9 cm. Survival rate from age of one summer till the age of 12 years was 50% and was mainly influenced by predators. All those data are in the limits cited by literature, being even superior to them.

• *Second series of experiments – Contributions regarding selection of breeding batch and optimal age for reproduction;*

Separation on sexes, of females and males was a necessary and successful operation, even if sexual dimorphism of breed is weak present at *Polyodon spathula* breed, so in all those three years of research, identification of females from males was made with a precision of 90%, for females, and 85% in case of males, and in those were often founded un-mature females.

At the end of gravimetric and dimensional determinations for female batches, were recorded the following mean values: body mass 13.66 kg, total length (L) 137.55 cm, standard length (l) 120.81 cm, length of head (lc) 55.5 cm, length of caudal peduncle (lp) 16.74 cm, maximum height of body (H) 24.71 cm, maximum circumference of body (C) 62.07 cm, maximum thickness of body (G) 15.17 cm. Variability coefficient had lower values for all indicators, which show that the batch was homogenous.

At the end of gravimetric and dimensional determinations for male batches, were recorded the following mean values: body mass 11.14 kg, total length (L) 132.84 cm, standard length (l) 115.32 cm, length of head (lc) 52.75 cm, length of caudal peduncle (lp) 17.52 cm, maximum height of body (H) 22.99 cm, maximum circumference of body (C) 57.62 cm, maximum thickness of body (G) 13.38 cm. All the measured values for males' batch are lower face to females' batch. Also, variability coefficient had lower values at all indicators showing the fact that all breeders had a normal development and the batch is homogenous.

After calculating the corporal indexes and comparison between females and males batch the founded results were as follows:

*Profile index* had lower values for both batches (4.94; 5.03), which show that corporal format of the studied individuals; both males and females had a convex aspect. At a comparison between those two batches, from statistically point of view, the differences are insignificant. Females' batch as well as males' batch were homogenous, the values of variability coefficient being  $V\% = 9.01$  for females' batch and  $V\% = 5.63$  for males' batch.

*Thickness index* had the value of 61.85 at female batch and 58.28 at male batch. So could be observed that fattening degree and musculature thickness was more developed at females' batch. From data analysis resulted that are significant differences between those two batches of males and females. Variability coefficient had low values for both batches being  $V\% = 9.85$  for females' batch and  $V\% = 3.85$ , for males' batch which show the fact that batches were homogenous.

*Quality index* had low values and close between those two batches (1.95 for female batch and 2 for male batch), which show that musculature is well developed in case of both batches. After data analysis can be observed that differences between those two batches are insignificant. Variability coefficient had low values for both batches being  $V\% = 4.57$ , for females' batch and  $V\% = 3.07$ , for males' batch, which show the fact that batches were homogenous.

*Fulton index* had value of 0.77 at female batches and 0.74 at male batches. Those values show a good maintenance state of fishes. After data analysis result that differences between males and females batches are statistically insignificant. The studied characters presented a low variability being of  $V\% = 4.38$ , for female batch and  $V\% = 8.63$ , for males batch, both batches being homogenous.

*Carnosity index* presented values of 45.94 at female batch and 45.73 at male batch. Values are quite high, due to breed specific corporal conformation, rostrum being quite big related to the whole body. At the end of determination, result that difference between those two batches are insignificant, variability character being  $V\% = 1.36$ , for females' batches and  $V\% = 5.26$ , for males' batches, both batches being homogenous.

After determination of the main corporal indexes and comparative statistical analysis between those two batches (females and males) we could say that fishes had a good maintenance state and could be utilised for artificial reproduction. After statistical analysis on comparing those two batches result that differences are insignificant, with the exception of thickness index, case in which differences were significant. Calculus of thickness index could help at an easier separation on sexes of males from females. Even if by calculus of thickness index we could identify females from males, we couldn't know also the ovules maturity degree and for that we must calculate the polarization coefficient.

*Polarization coefficient of roes' nucleolus* was calculated after application of biopsy through which were extracted some roes from all those 15 females. Were founded 5 females which had the index value of 0.3-0.35 with ovocytes in the IV unaccomplished stage of maturity which could be utilised for reproduction only in the next year, 5 females with polarization index value between 0.15-0.07, which could be utilised for reproduction by enlarging the time interval between injection with hypophysiary hormone in three doses, and 5 females with polarization index value between 0.05-0.07, which show the fact ovocytes are in the IV accomplished stage of maturity, these ones could be artificial stimulated with two doses, the interval between preparing dose and the decisive one is 24 hours. Variability coefficient was high, for all those three batches, which indicate the fact that those ones are heterogeneous regarding the maturity stage of ovaries.

After males' selection by analysing the sperm mobility, in according with Persov scale, result the fact that only one male had the sperm with a very low mobility of spermatozoa (<25%), the rest of males had 4 or 5 points on Persov scale, so the movement of almost all spermatozoa is rapidly and forwards, which place them as males capable for reproduction. Variability coefficient had mean values for first batch ( $V\% = 11.91$ ), batch having a medium homogeneity and low for second batch ( $V\% = 9.32$ ), batch being homogenous, and high for third batch ( $V\% = 30.62$ ), batch being heterogeneous.

- Third series of experiments – Contributions regarding stimulation of sexual elements maturity, gathering, fecundation and their incubation;

Usage of different types of hormones and hormonal products utilised in artificial reproduction of *Polyodon spathula* breed, lead to different results from reproductive point of view.

After hormonal stimulation with LHRH-A product, from females' batch, only two reached the maturity of sexual products, from these ones being gathered roes. Males, from which sperm could be gathered, after injections with this product, were in number of 4.

After hormonal stimulation with Nerestin 5A product, all females reached the maturity of sexual products, from those ones could be gathered good roes for fecundation. All males were able to produce sperm.

After comparison of the females' breeding batches LF1 vs. LF2, from the point of view of the necessary time for maturity, the differences between those two products were distinct significant. Variability coefficient had a low value for batch LF1 ( $V\% = 5.99$ ), which means that batch is homogenous and a medium value for batch LF2 ( $V\% = 12.84$ ), batch having a medium homogeneity.

Regarding the number of mature females, after a comparison between those two batches result the fact the differences between them are significant. The quantity of gathered roes from mature females was 82 g/kg body, respectively 89 g/kg body. Differences between those two batches were significant, and variability coefficient had high values for batch LF1 ( $V\% = 137.77$ ), fact which show that the batch is heterogeneous, and medium ( $V\% = 12.61$ ) for batch LF2, which show the fact that batch had a medium homogeneity.

After comparison between male' breeding batches, regarding the necessary time for sexual elements maturity it was observed that the differences between them are insignificant. Variability coefficient had a high value ( $V\% = 58.36$ ), for batch LM1, batch being considered heterogeneous and medium for LM2 ( $V\% = 12.86$ ), batch having a medium homogeneity. Differences between males' number from which sperm could be were also insignificant gathered. Gathered quantity of soft roes was 8.20 ml/kg body male at batch LM1 and 9.42 ml/kg body, in the case of batch LM2, differences between gathered quantities being insignificant. Variability coefficient had high values for both batches ( $V\% = 56.80$ ,  $V\% = 25.53$ ), batches being heterogeneous.

The obtained results are in the ones cited in literature (Linhart et al., 2000; Costache Mioara, 2004; Costache M., 2008), being inferior only as regarding the utilisation of LHRH-A. Could be observed that exist differences between those two types of utilised hormones, Nerestin 5A having better results.

#### *Optimization of usage of Nerestin 5A hormonal product*

Regarding utilization of Nerestin 5A hormonal product, at a water temperature of 13°C, it could be observed that the necessary time for maturity is almost the same for all those three batches, no matter of utilised hormone dose. At water temperature of 15°C necessary time for maturity of females from second batch started to be different function of quantity of utilised hormone, and at water temperature of 17°C, the necessary time for maturity decreased at all those three batches. After statistical interpretation of the results could be observed that are differences distinct significant regarding necessary times for maturity between those three batches. Variability coefficient had a low value ( $V\% = 6.3$ ,  $V\% = 9.3$ ) for batches LF1 and LF3, homogeneity inside them being high. For batch LF2 variability coefficient had a medium value ( $V\% = 11.66$ ), homogeneity inside it being medium. All the females reached maturity being able to be milked for roes.

Analysing the gathered roes quantity could say that differences between batches' means are insignificant, variability coefficient having low values ( $V\% = 2.6$  at batch LF1,  $V\% = 3.53$  at batch LF2 and  $V\% = 2.72$  at batch LF3), homogeneity inside batches being high.

At the end of this analysis we could say that temperature influence the time in which females reach the maturity of sexual products, the increasing is linear, and didn't influence the quantity of gathered roes, hormone optimal quantity being 0.12 ml/kg body female, so, we can use a lower hormone quantity if the water temperature is higher.

To determine the optimal moment regarding hormonal stimulation of breeders must be taken in account that breed had an optimal reproduction temperature of 14.5°C, and in according with the done studies a water temperature over 18°C leads to decreased hatching rates and apparition of abnormally larvae.

#### *Gathering of seminal products*

In the current study for ovules' gathering was utilised the minim-invasive technique. Sperm was gathered by introduction in genital orifice of a plastic tube connected to syringe or by direct milking.

The main signs that females are able for roes gathering are given by apparition at the bottom of maturity basins of some sticky roes. When those appear is identified and examined the female which is at ovulation. Gathering of ovules supposed forming of a 4 persons, each of them with well defined attributions.

#### *Short time storage of *Polyodon spathula* sperm*

For this experiment was chosen sperm which had all those 5 mobility points on Persov scale.

After 2 hours from placing at refrigeration the differences regarding mobility were insignificant. However was observed that the value of variability coefficient have a medium homogeneity, in case of first batch (L1), its value being  $V\% = 11.91$ , which means that at some samples the mobility of spermatozoa being to decrease.

After 18 hours after storage in refrigeration conditions, at first batch the points associated with Persov scale continue to decrease, variability inside batch being medium,  $V\% = 15.21$ , which means that sperm, from spermatozoa mobility point of view is almost uniform depreciated.

At batches L2 and L3 mobility points associated with Persov scale, started a light depreciation and between them aren't any statistical differences. Variability coefficient had

medium values for both batches (L2 and L3),  $V\% = 11.91$ . In accordance with statistical analysis resulted that between those three batches the differences are significant.

After 36 hours for storage at cold, variability coefficient at those three batches had medium values,  $V\% = 15.97$  for batch L1,  $V\% = 10.54$  for batch L2 and  $V\% = 17.68$  for batch L3. At the first batch continue to decrease the mobility of sperm, reaching at a mean of 2.8 points. For the other batches mobility kept values quite high (4.2 at L2 and 4 at L3), fact which allow the samples to be utilised for artificial reproduction. From statistical point of view, differences between those two batches are distinct significant, could be remarked that the values for first batch had a significant decreasing. Sperm gathered from those batch couldn't be utilised for artificial reproduction or it can be utilised but with weak results.

After 48 hours of cold storage could be observed that variability inside batches was higher for first batch (L1), where variability coefficient had the value  $V\% = 38.03$  and medium for batches L2 and L3, variability coefficient having the following values  $V\% = 15.21$  and  $V\% = 11.77$ . After statistical comparison could it be observed that differences between those three batches are distinct significant. At first batch, mean value of points on Persov scale reached at 2.2, which means that sperm couldn't be utilised for artificial reproduction. Between batches L2 and L3 differences from statistical point of view are insignificant; both methods leading to preservation of sperm in interval 0-48 hours with a decreasing of its mobility with only 28 percent for batch L2 and 24 percent for batch L3. We could affirm that for interval 0-18 hours all the preservation methods lead to very good results regarding sperm mobility, and for interval 0-48 hours only storage of sperm in nylon sterile pack bags with addition of atmospherically air and technical oxygen are viable, without any differences between them.

#### *Fecundation of sexual products*

Both roes and sperm were collected in dry recipients, and after that the next process, roes' fecundation, began.

Fecundation of sexual products was semi-dry, the utilised dilution for sperm was 1:100, and sperm quantity was 10-15 ml/kg roes. To determine the fecundation rate, from each batch and female were random gathered some roes which were examined.

#### *Improvement of desizing stage for fecundated roes*

It could be observed that both utilised desizing substances lead to the lost of adhesively, but exist very significant differences at comparison between survival rate at 6 hours after utilisation of both methods. Variability coefficient is low in the case of first batch (N1), which show the fact that the batch is homogenous and high in the case of second batch (A2) which show the fact that the batch is heterogeneous.

After 12 hours, survival in the case of second batch (A2) was 0, for all samples and 93.2 for first batch, with a low variability coefficient ( $V\% = 5$ ). Even if alcalase enzymes lead to the lost of roes' initial adhesively, survival in time was very low after 6 hours and 0 after 12 hours, which lead to the fact that the substance couldn't be utilised at artificial reproduction in industrial system. The probable causes of this failure at using the alcalase enzymes for desizing of *Polyodon spathula* roes were the highest concentration of solution of the greater exposure time.

#### *Incubation of fecundated roes*

Roes' incubation was realised in Plexiglas incubators, designed after the model developed by researches from Republic of Moldova which is very similar with the Osetry type incubators. Quantity of incubated roes didn't over-pass 1.2 kg, even if in incubator could be incubated up to 3 kg of fecundated roes. During whole incubation were monitored the main water physical-chemical parameters ( $O_2$  and  $t^\circ$ ) and were made antibacterial and antifungal preventive treatments. Treatments were exclusively done with gentian violet, 1% solution, in doses of 6-7 drops/incubator, three times per day. Daily the roes attacked by saprolegnia were removed with a pipette. Treatment with gentian violet was stopped with 24 hours before starting of hatching.

#### *Results regarding artificial reproduction of Polyodon spathula breed in Fishery Farm Acvares, Iași.*

Maturity rate of breeders (males and females) from *Polyodon spathula* breed was between 87 and 91%. The quantity of gathered roes was between 67-70 g/kg body female. Quantity of obtained soft roes was between 7-12 ml/kg body male. Fecundation percent had high values being between 80-91%. Hatching rate was between 67-80%. Larvae survival rate after 20 days was 50%, and after 40 days was 35%.

- Fourth series of experiments – Contributions regarding post-embryo development of breed and regarding cultivation methods of cladocera (*Daphnia sp.*, *Moina sp.*) and nematodes (*Enchytraeus buchholzi*, *Enchytraeus albidus*) utilised for feeding of *Polyodon spathula* sapling

#### *Larvae rearing in period 1-20 days*

The weight of larvae at populating was almost equal for all the basins with a mean of 0.0011 g/individual and at the end of rearing period reached a mean weight of 0.184 g/individual for batch L1 and 0.133 g/individual for batch L2.

After a statistical analysis regarding a comparison between those two rearing densities it could be observed that are significant differences between batches L1 and L2 regarding survival rate, confirming the fact which normally happened at higher densities. The main cause for the difference regarding survival was apparition of cannibalism, even if cladocera density didn't go below 1000 individuals/l and nematode worms were ad libitum administrated. Variability coefficient regarding survival rate had medium values ( $V\%=14.43$ ;  $V\%=18.25$ ), for both batches, homogeneity being medium.

The realised weights' differences by those two batches were very significant, higher density leading to realization of a lower weight. The analysed character was homogenous, variability coefficient being  $V\%=6.81$  respectively,  $V\%=9.97$ . Both populating densities led to realization of homogenous larvae.

At comparison of total length realised by larvae from those two batches the differences were very significant. Variability coefficient for first batch showed that homogeneity is higher and medium in the case of second batch.

#### *Larvae rearing in period 20-40 days*

Larvae weight at populating was almost equal for all basins, with a mean of 0.132 g/individual. At the end of rearing period the sapling reached a mean weight of 8.2 g/individual for batch L1 and 5.2 g/individual for batch L2.

It could be observed that regarding survival the differences are distinct significant between those two batches. Homogeneity of batches L1 and L2 was medium, variability coefficient had values of  $V\% = 16.04$  for batch L1 and  $V\% = 11.31$  for batch L2. At comparing the weights between those two batches could be observed that differences are distinct significant, the highest weight being recorded for batch 1. Variability coefficient had the value  $V\% = 13.36$  for first batch and  $V\% = 14.43$  for the second one, which indicate a medium homogeneity inside batches.

Regarding total length recorded at the end of growing period, the differences are insignificant and variability coefficient had the value  $V\% = 4.41$  for batch L1 and  $V\% = 6.77$  for second batch, which indicate the fact that batches were homogenous.

Even if regarding survival rate and final recorded weight between those two batches are significant differences, both values for studied indicators are superior to the data from literature.

#### *Cultivation of cladocera (Daphnia sp. and Moina sp.)*

Cultivation was realised into a basin, P2, from fishery farm, basin in which were created optimal conditions for cladocera development. Development of cladocera was tracked by determination of their numerical density, related to 1 litre of water. Cladocera were counted using a microscope and a Kolkwitz type counting chamber. To analyse the efficiency of the cultivation method in P2 cultivation basin, was made a comparative analysis with the zoo-plankton gathered through the same method from a rearing pond of 30 ha, HC4, in which weren't any interferences for stimulation of zoo-plankton biomass.

The mean of cladocera individual's in one litre of water was 1650 individuals for basin P2 and 1135 individuals in rearing pond. Variability inside samples was high both for basin P2 ( $V\% = 82.60$ ) and also in HC4 pond ( $V\% = 95.74$ ), thing due to different water temperature in a certain month and intensity of reproduction process.

Even if in basin P2 were created favourable conditions for cladocera development, by preparation of basin in according with cultivation techniques and in HC4 pond weren't made such preparations, from statistical point of view the differences between the individuals' density related to one litre of technological water collected from basin P2 and HC4 pond are insignificant. However, must be developed research regarding cultivation of live food due to its seasonality face to some environmental conditions. In the year in which research were carried out was a drought one being favourable for developing at a maximum level for zoo-plankton. If it is a rainy year results regarding cladocera density are more inferior also in rearing pond and in P2 basin.

#### *Cultivation of nematodes Enchytraeus albidus and Enchytraeus buchholzi*

Cultivation of nematodes was realised in plastic casseroles, on a substrate represented by peat and garden soil, in a proportion of 50%/50%. After insemination of cultivation environment the apparition of first hatched worms was observed after 8 days for specie *Enchytraeus albidus* and 9 days for specie *Enchytraeus buchholzi* period in according with the literature. For those ones to reach sexual maturity and to reproduce were necessary another extra, when practically the cultures doubled their individuals number. In this moment, the approximate quantity of worms in a casserole was 6-10 g for "white worms" and 5-7 g for "micro worms". From this moment gathering started, and was

realised weekly, from each casserole, in according with the specie. From casseroles in which were reared *Enchytraeus albidus* worms were gathered weekly a quantity of from 3-8 g/casserole and from the ones in which were reared *Enchytraeus buchholzi* nematodes were gathered a quantity of 1-6 g/casserole/week. Cultivation of nematodes was successfully realised, but the method is quite laborious and needed a lot of attention from the involved personnel. Also, the gathering of live food is quite difficult to be realised and the necessary time for developing as a culture is quite high.

**Following the conclusions drawn could be made the following recommendations:**

By the current paper was demonstrated the fact that the sum of the conditions in the host farm of experiments is suitable for development of *Polyodon spathula* breed, till the stage of breeders, so it is recommended to continue the formation of new batches, also for artificial reproduction and as well as for caviar production.

Efficiency of Nerestin 5A product is economically and scientifically sustained, so we recommend its utilization in future, in optimized doses, already tested and the development of business relations with the producer.

Sperm storage was proved to be efficient for a period of 0-18 hours, in conditions of its storage in according with all the presented methods, and 0-48 hours only in the case of storage in sterile pack bags with addition of atmospherically air or technical oxygen. We recommend the usage of that protocol also for decreasing of necessary time for the moment of reproduction (sperm being previously prepared) as well as for improving of genetic quality of the products resulted by utilisation of soft roes which came from more males for fecundation, to a single female.

For desizing, we recommend the utilisation of mud suspension, method proved to be more efficient, the only drawback is given by the longer time needed for desizing. Also we recommend the improving and designing of some recipients for desizing, in according with the model utilised by the specialists from fishery farms in Caspian Sea area.

Results regarding larvae rearing in period 1-20 days and 20-40 were good, so we recommend populating at lower densities than 1-3 larvae per litre of water in the first period and 200-300 individuals/m<sup>3</sup> of water in the second one.

Having in view the availability of Romania water resources, we recommend the rearing of *Polyodon spathula* breed in large ponds, for forming of breeders and for caviar gathering, thing which will lead to a decrease of the pressure exercised through poaching on autochthonous sturgeon flocks.

We recommend the development of recognition technique for males and females, at younger ages, by utilisation of laparoscopy, to establish exclusive female lines.

## BIBLIOGRAFIE

---

1. Acton R.T., Weinheimer P.F., Dupree H.K., Russel T.R., Wolcot M., Evans E.E., Schrohenloher R.E., Bennet J.C., 1971 - *Isolation and characterization of the immune macroglobulin from the paddlefish, Polyodon spathula*, Journal of Biological Chemistry, 246 (22): p. 6760-6769.
2. Adams L.A., 1942 - *Age determination and rate of growth in Polyodon spathula by means of the growth rings of the otoliths and dentary bone*, American Midland Naturalist, 28 (3): p. 617-630.
3. Aicoboiaie C., 1998 - *Dezvoltarea speciei americane Polyodon spathula (Wal.) în cultura la SCPP Acvares Iasi*, Aquarom'98 Galați, România, p. 238-239.
4. Alexander M.L., 1914 - *The paddlefish (Polyodon spathula)*, Transaction of the American Fisheries Society, 45 (1): p. p.34-39.
5. Alexandrovna I.V., 1989 - *Gametogenez i polovî tikli veslonosa (Polyodon spathula, Walbaum)*. Teza de doctorat, Moscova.
6. Alexei S., Wilberg M., Robinson J., 2014 - *Developing Biological Reference Points and Identifying Stock Status for Management of Paddlefish (Polyodon spathula) in the Mississippi River Basin.*, Association of Fish and Wildlife Agencies, p. 14-201.
7. Allen W.F., 1911 - *Notes on the breeding season and young of Polyodon spathula*, Journal of the Washington Academy of science, 1(10): p. 280-282.
8. Anonymous, 1971 - *Preliminary guidelines for hatchery rearing of sturgeons in the Sea of Azov and the Don River basin*. Moscow, MRH, p. 12.
9. Anonymous, 1986 - *Guidelines on artificial reproduction of sturgeons in the Caspian and Azov*, Moscow, Izdat'elsvo VNIRO, p. 272.
10. Antipa G., 1909 - *Fauna ihtiologica a României*. Academia Română, București;
11. Arlati G., Bronzi, P., Colombo L., Giovannini G., 1988 - *Induced breeding of the Italian sturgeon (Acipenser naccarii) raised in captivity*, Rivista Italiana Acquacoltura, 23: p. 94-96.
12. Bacalbașa-Dobrovici N., Patriche N., 1997 - *Environmental studies and recovery action for sturgeon in the Lower Danube*, 3-th International Symposium of sturgeons, Piacenza, Italy.
13. Bacalbașa-Dobrovici, N. 1997 - *Endangered migratory sturgeons of the lower Danube River and its delta*, Environmental Biology of Fishes, 48: p. 201-207.
14. Baillie J., Groombridge B., 1996 - *1996 IUCN Red List of Threatened Animals*. International Union for Conservation of Nature, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. p. 378.
15. Ballard W.W., Needham R.G., 1964 - *Normal embrionic stages of Polyodon spathula (Walbaum)*, Journal of Morphology, 114(3): p. 465-477.
16. Bănărescu P., 1964 - *Osteichthyes*. Fauna Republicii Populare Române. Editura Academiei Republicii Populare Române, București.
17. Barannikova I.A., Boyev A.A., 1977 - *Methodical guidelines on application of a method of hypophysial injections in sturgeon culture*, Moscow, Glavrybvod, p. 24.

18. Barbacariu C.A., Cioran M.C., Păsărin B., 2016 - *Study regarding short time preservation of sperm from Polyodon spathula breed*, available on line at: [http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf\\_Vol\\_66/CA\\_Barbacariu.pdf](http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_66/CA_Barbacariu.pdf).
19. Barbacariu C.A., Păsărin B., 2015 - *Cercetări privind aplicarea tehnologiei de reproducere artificială a speciei Polyodon spathula în cadrul unei ferme piscicole din N-E-ul Moldovei*, Simpozionul Științific Studentesc, USAMV, Iași.
20. Barbacariu C.A., Pagu I.B., Măgdici E., Cioran M.C., Păsărin B., 2015 - *Study regarding the influence of water temperature on hormonal stimulation of females from Polyodon spathula breed for maturation of sexual products*, available on line at: [http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf\\_Vol\\_65/C\\_Barbacariu.pdf](http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_65/C_Barbacariu.pdf)
21. Barbour R.W., 1951 - *Occurrence of paddlefish in eastern Kentucky*, Copeia (1)1: 102.
22. Bemis W.E., Findeis E., Grande L., 1997 - *An overview of Acipenseriformes*. In: *Sturgeon Biodiversity and Conservation* (eds V.J. Birstein, J.R. Waldman and W.E. Bemis), Environmental Biology of Fishes.
23. Bemis W.E., Kynard B., 1997 - *Sturgeon rivers: an introduction to acipenseriform biogeography and life history*, Environmental Biology of Fishes, 48: p. 167-183.
24. Berg L.S., 1940 - *Classification of fishes both recent and fossil*, Trudy Zoologicheskogo Instituta, 5: p. 85–517.
25. Berra T.M., 2001 - *Fresh water fish distribution*. Ed. Elsevier Inc.
26. Billard R., 2009 - *Sturgeon and caviar*, Fisheries and Aquaculture, Vol. III, ISBN978-1-84826-110-5, p. 278-304.
27. Billard R., Lecointre, G., 2002 - *Biology and conservation of sturgeon and paddlefish*, Reviews in Fish Biology and Fisheries 11, p. 345–352.
28. Birstein V., Billard R., Lecointre G., 2001 - *Biology and conservation of sturgeon and paddlefish*, Reviews in Fish Biology and Fisheries 10: p. 355–392.
29. Birstein V. și colab., 1997 - *Sturgeon biodiversity and conservation*, Kluwer Academic Publishers, New York.
30. Birstein V.J. 1996 - *Sturgeons in the lower Danube: a trip to Romania*, Sturgeon Quarterly 4: p. 10–11.
31. Birstein V.J., 1993 - *Sturgeons and paddlefishes: threatened fishes in need of conservation*, Conservation Biology 7: p. 773–787.
32. Borodin N., 1925 - *Biological observation on the Atlantic sturgeon (Acipenser sturio)*, Transaction of America Fishing Society, 50: p. 124-190.
33. Brown G.G., Mims S.D., 1999 - *Cryopreservation of Paddlefish Polyodon spathula Milt*, Journal of the World Aquaculture Society, 35(2): p. 245-249.
34. Bud I. și colab., 2010 - *Tratat pentru creșterea peștilor*. Editura Texte, Dej.
35. Buddington R., K., Christofferson J.P., 1985 - *Digestive and feeding characteristics of the chondrosteans In Nort American sturgeon: biology and aquaculture potential*, Drw. Junk Publishers, Dordrecht, Olanda.
36. Bura M., 2006 - *Zoologia vertebratelor. Partea I*. Ed. Agroprint, Timisoara.
37. Bura M., și colab., 1995 - *Studiul corelațiilor fenotipice dintre principalele însușiri morfologice ale hipofizei și corpului la crap (Cyprinus carpio) și carasul argintiu (Carassus auratus)*, Lucrări Științifice USAMV Cluj-Napoca, p. 21-25.

38. Bura M., 2008 - *Manual de prezentare și utilizare a tehnologiei de creștere a sturionilor în sistem superintensiv cu apa recirculată*. Editura Eurobit, Timișoara, p. 9.
39. Bura M., Grozea A., 2004 - *Creșterea crapului*. Ed. Wald Press, Timișoara. ISBN: 973-8453-41-0
40. Burr B.M., 1980 - *Polyodon spathula (Walbaum), Paddlefish*. In: Lee, D.S. Gilbert, C.R. Hocutt, C.H. Jenkins, R.E. McAllister, D.E. and Stauffer, J.R. (eds.), *Atlas of North American Freshwater Fishes*. North Carolina State Museum of Natural History, Raleigh, North Carolina, p. 45–46.
41. Cabrita E., Robles V., Herraiez P., 2009 - *Sperm quality assessment. Methods in reproductive aquaculture. Marine and freshwater species*, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, ISBN 978-0-8493-8053-2.
42. Caloianu-Iordachel M., 1959 - *Ekologo ghistofiyiologhiceskaia harasteristica rasvitia piscevaritelinoi sistemi u beluchi, sevrighi, osetra i sipa v postembrionolinîm periodom rayvitia v sviazi s ih ekologhiceskimi haracterstikami*, Leningrad
43. Caraușu. S., 1952 - *Tratat de ichtiologie*. Editura Academiei, București.
44. Carter E.N., 1904 - *Notes on sturgeon culture in Vermont*, Transactions of the American Fisheries Society 33: p. 60-75.
45. Ceapă C., Williot P., Bacalbașa-Dobrovici, N. 2002 - *Present state and perspectives of stellate sturgeon brood fish in the Romanian part of the Danube*, International Review of Hydrobiology. 87(5–6): p. 507–515.
46. Ceuca T., Valenciuc N., Popescu Alexandrina, 1983 - *Zoologia nevertebratelor*. Editura Didactica și Pedagogica, București.
47. Chebanov S.M., Galich V.E., 2013 - *Sturgeon hatchery manual. Fisheries and Aquaculture technical paper*, FAO, Krasnodar, Russia.
48. Choudhury A., Dick T.A., 1998 - *The historical biogeography of sturgeons (Osteichthyes: Acipenseridae): a synthesis of phylogenetics, paleontology and palaeogeography*, Journal of Biogeography, 25: 623–640.
49. Ciereszko A., Dabrowski K, Mims S.D., Glogowski J., 2000 - *Characteristics of sperm acrosin-like activity of paddlefish (Polyodon spathula Walbaum)*, Elsevier, Comparative Biochemistry and Physiology, Part B, 125 (2000): p. 197–203.
50. Coada M.T., 2012 - *Cercetari privind evaluarea plasticitatii tehnologice a speciei Polyodon spathula (Walbaum, 1792) în condițiile unui sistem recirculant de acvacultura industrială*. Teza de doctorat, Universitatea Dunarea de Jos.
51. Conte F.S., Doroshov S.I., Lutes P.B., Strange E.M. 1988 - *Hatchery manual for the white sturgeon Acipensertransmontanus Richardson with application to other North American Acipenseridae*, Oakland, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, p. 104.
52. Cosson J., Groison A. L., Suquet M., Fauvel C., Dreanno, C., Billard R., 2008 - *Studying sperm motility in marine fish: an overview on the state of the art*, J. Appl. Ichthyol. 24 (4): p. 460-486.
53. Cosson J., Linhart O., Mims S.D., Shelton W.L., 2000 - *Analysis of motility parameters from paddlefish shovel-noses sturgeons spermatozoa*, Journal of Fish Biology, 56: 1348–1367.

54. Costache M., Nița M., Bucur Cecilia, 2005 - *Indirect protection of native sturgeon through the culture of paddlefish (Polyodon spathula)*, Analele Institutului Național, Delta Dunării, Fascicula III-2006.
55. Costache M., Dorin S., 2000 - *Cercetări privind dezvoltarea postembrionară a speciei Polyodon spathula (Walbaum, 1792)*, Conferința Națională de Biotehnologie și ingineria mediului Târgoviște, Vol. Lucrările conferinței: p. 144-148.
56. Costache M., Meșter L., Stoicescu C., Vizitiu D., 1998 - *Cercetari privind hrana și comportamentul de hrănire al speciei Polyodon spathula (Walbaum)*, Simpozionul Internațional "Aquarom 98", Volumul Lucrările simpozionului: p. 254-256.
57. Costache M., Vizitiu D., Stoicescu C., Nița M., 2000 - *Rezultatele cercetărilor privind aclimatizarea speciei Polyodon spathula (Walbaum, 1792) desfășurate la SCP Nucet în perioada 1992-2000*, Simpozionul Agricultură 2000.
58. Costache M., 2008 - *Studii și cercetări privind tehnologia de reproducere artificială și dezvoltare postembrionară a speciei de sturion nord-american Polyodon spathula (Walbaum 1792) în condițiile din România*. Teza de doctorat.
59. Costache Mioara și colab., 2004 - *Polyodon spathula, o specie nouă, valoroasă pentru acvacultura din România*. Editura Biblioteca, Târgoviște.
60. Costache Mioara, Bucur Cecilia, Costache M., 2005 - *Étude du développement folliculaire ovarienne chez Polyodon spathula*, International Journal of Ichthyology, Cybium, Vol 29(4): p. 327-338.
61. Costache Mioara, Bucur Cecilia, Radu Daniela, Oprea D., Costache M., Bucur Cecilia, Nicolae Carmen Georgeta, 2012 - *Research on sperm quality of north american sturgeon species Polyodon spathula*, available on line at: <http://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/vol55/a61.pdf>, 5.05.2015.
62. Costache Mioara, Costache M., Nița M., Bucur Cecilia, 2003 - *Rezultatele primei reproduceri artificiale a speciei Polyodon spathula în România*, Simpozionul Internațional Euro Aliment, Galați, p. 280-284.
63. Costache Mioara, Radu Daniela, Oprea D., Costache M., Bucur Cecilia, Nicolae, Carmen Georgeta 2012 - *Preliminary Researches of Sperm Cryopreservation on Polyodon (Polyodon spathula) for Optimization of Spawning Biotechnology*, available on line at: [http://www.usabtm.ro/utilizatori/ZOOTEHNIE/file/simpozion%202012/Vol%201/FZB\\_vol2\\_2012\\_Editura/Aquaculture/aquaculture\\_pdf/Costache.pdf](http://www.usabtm.ro/utilizatori/ZOOTEHNIE/file/simpozion%202012/Vol%201/FZB_vol2_2012_Editura/Aquaculture/aquaculture_pdf/Costache.pdf), 12.04.2016.
64. Costache Mioara, Radu Daniela, Oprea D., Costache M., Nicolae Carmen Georgeta 2012 - *Research considering spermiation on polyodon spathula sturgeon species towards optimizing spawning biotechnology and conserving biodiversity*, available on line at: [http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf\\_Vol\\_58/Mioara\\_Costache.pdf](http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_58/Mioara_Costache.pdf), 18.12.2015.
65. Crăciun N., 2007 - *Metode și tehnologii de acvacultură a zooplanctonului pentru nutriția puietului piscicol*, Editura ARS Docendi, București, ISBN 978-973-558-304-0, p. 325-327.
66. Crance J.H., 1987 - *Habitat suitability Index Curves for Paddlefish*, Developed by Delphi Technique, North American Journal of Fisheries Management, 7:123-130.

67. Cristea V., Sfetcu Lorena, Iordache G., 2003 - *The influence of stocking densities on growth performances of carp fingerlings reared in a recirculating aquaculture sistem*, The annals of „Dunărea de Jos” University of Galati, fascicle VII, Fishing and Aquaculture 2004, ISSN 1453-0821, p. 24-30.
68. Cristea V., Grecu Iulia., Ceapă C., 2002 - *Ingineria sistemelor recirculante din acvacultură*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
69. Cristea V., 2002 - *Amenajări, construcții și instalații în acvacultură - Ingineria heleșteelor*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
70. Cuvinciuc M., 2002 - *Contribuții la îmbunătățirea tehnologiilor de creștere în vara I a peștilor de cultură*. Teza de doctorat, Galați.
71. Danfort C.H., 1912 - *The heart and arteries of Polyodon*, Journal of Morfology, 23 (3): p. 409-454.
72. Debus L., Winkler M., Billard R., 2002 - *Structure of micropyle surface on oocytes and caviar grains in sturgeons*, International Review of Hydrobiology, 87(5–6): p. 585–603.
73. DeLonay A. și colab., 2009 - *Ecological requirement for pallid sturgeon reproduction and recuitement in the lower Missouri river: A research syntesis 2005-2008*, U.S. Geological Survey, Columbia Environmental Research Center, Columbia.
74. Detlaf T.A., Ginsburg A.C., 1954 - *Zarodyshevoe rasvitie Osetrovkyh ryb Sevriugi, Osetra i Belugi, v sviazi voprosami ikh rasvedeniia. (The embryonic developement of the sturgeon, related to propagation problems)*, Academis Nauk, CCCP, Moscow, p. 213.
75. Detlaff T.A., Ginsburg A.S., Schmalhausen O.I., 1993 - *Sturgeon fishes: developmental biology and aquaculture*, Editura Springer-Verlag, New York.
76. Dilauro M.N., Krise W.F., Hendrix M.A., Baker S.E., 1994 - *Short-term cold storage of Atlantic sturgeon sperm*. Progressive Fish-Culturist 56: p. 143- 144.
77. Diudea M. și colab., 1986 - *Toxicologie acvatică*. Editura Dacia, Cluj-Napoca, p. 126.
78. Doroshov S.I., Clark W.H., Jr. Lutes P.B., Swallow R.L., Beer K.E., McGuire A.B., Cochran M.D. 1983 - *Artificial propagation of the white sturgeon, Acipensertransmontanus*, Aquaculture, 32: p. 93–104.
79. Dumitru B., Răuță M., Lazu D., 1983 - *Utilizarea apelor calde industriale pentru creșterea superintensivă a peștilor*, Universitatea Galați.
80. Eddy S., Simer P.H., 1929 - *Notes on the food of the paddlefish and the plankton of its habitat*, Transaction of the Illinois State Academy of Science, 25: p. 59-68.
81. Erdahl A.W., Erdahl D.A., Graham E.E., 1984 - *Some factors affecting the preservation of salmonid spermatozoa*, Aquaculture, 43: p. 341-350.
82. FAO, 2004 - *Review of the survey methodology, stock assessments and setting of total allowable catches for Caspian Sea sturgeon fisheries*, Report by FAO to CITES.
83. Fauvel C., Suquet M., Cosson J., 2010, - *Evaluation of fish sperm quality*, available on line at: <http://archimer.ifremer.fr/doc/00015/12642/13921.pdf>, 9.02.2015.
84. Feider Z., Grossu A., Gyurco Șt., Pop V., 1976 - *Zoologia nevertebratelor*, Editura Didactică și Pedagogică, București.

85. Findeis E.K., 1997 - *Osteology and phylogenetic relationships of recent sturgeons*. In: Sturgeon Biodiversity and Conservation (eds V.J. Birstein, J.R. Waldman and W.E. Bemis). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 73–106.
86. Florea Luiza, 2006 - *Hidrobiologie*, Caiet de laborator, Universitatea Dunărea de Jos, Galați.
87. Fontana F., Tagliavini J., Congiu L., 2001 - *Sturgeon genetics and cytogenetics: recent advancements and perspectives*, *Genetica*, 111, 359–373.
88. Gengerke T.W., 1986 - *Distribution and abundance of Paddlefish in the United States*. In: Dillard, J.G., Graham, L.K. and Russell, T.R. (eds.). *The Paddlefish: Status, Management and Propagation*. American Fisheries Society, North Central Division, Spec. Publ. 7, Bethesda, Maryland. p. 22–35.
89. Ginsburg A.S., 1968 - *Fertilization in fishes and the problem of polyspermy*, Moscow, Izdatel'stvo "Nauka", p. 358
90. Goncharov B.F., Igumnova L.V., Polupan I.S., Savelyeva E.A. 1991 - *A comparison of action of synthetic analogue of gonadotropin-releasing hormone, sturgeon pituitaries on maturation in sturgeon fishes*. *Ontogenez*, 22(5): p. 514–524.
91. Grady J., 2004 - *Polyodon spathula*. The IUCN Red List of Threatened Species, U.S. Fish & Wildlife Service: eT17938A7638243.
92. Graham K., 1997 - *Contemporary status of the North American Paddlefish, Polyodon spathula*, *Environmental Biology of Fishes*, 48: p. 279-289.
93. Graham L.K., Hamilton E.J., Russel T.R., Hicks C.E., 1986 - *The culture of paddlefish - a review of methods in The paddlefish: status, management and propagation*, North Central Division, American Fisheries Society, Special publication number 7/1986: p. 78-94.
94. Grande L., Bemis W.E., 1996 - *Interrelationships of Acipenseriformes, with comments on 'Chondrostei'*. In: *Interrelationships of Fishes*. (eds M.L., Staisny, J.L.R., Parenti and G.D., Johnson), Academic Press, San Diego, CA, p. 85–115.
95. Grozea A., 2002 - *Acvacultură*. Editura Exelsior Art, Timișoara.
96. Grozea A., 2007 - *Ciprinicultură*. Editura Mirton, Timișoara.
97. Grozea A., 2010, - *Manual de prezentare a unor biotehnologii de reproducere a șalăului*. Editura Eurobit, Timișoara.
98. Gurgens C. și colab., 2000 - *Electrosensory avoidance of metal obstacles by the paddlefish*. *Journal of Fish Biology*, 57: p. 277-290.
99. Hadiseh D., Hosein K., Shahrouz B. N., 2013 - *Effect of sperm pH and density on fertilization success in Persian sturgeon Acipenser persicus (Borodin, 1897)*, Springer-Verlag, London.
100. Hazon N., Balmet R.J., 1998 - *Fishes endocrinology in: The physiology of fishes*. Evans, H.D., Ed. CRC Press, 1998: p. 441-464.
101. Hoover J.J., Kilgore K.J., 2002 - *Small floodplain pools as habitat for fishes and amphibian methods of evaluation*, EMRP Technical Note Collection USA Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS:13.

102. Hoover J.J., Killgore K.J., George S.G., 2000 - *Horned serpents, leaf dogs, and spoonbill 500 years of paddlefish pondering in North America*, American curenets, 26(2): p. 1-10.
103. Horvat A., Urba´ B., Wang C., Onders R.J., Mims S.D., 2010 - *Cryopreservation of paddlefish sperm in 5-mL straws*, Journal of Apply Ichthyology, Berlin, 26: p. 715–719.
104. Houser A., Bross M.G., 1959 - *Observation on the growth and reproduction of the paddlefish*, Transaction of the American Fisheries Society, 88(1): p. 50-52.
105. Ilyasova V.A., 1989 - *Gametogenesis and sexual cycle of Polyodon*, Dissertation Thesis, summary, Rybnoe Moscow, p. 30 Burtsev, I.A. 1969 -Methods for obtaining eggs from fish females. Author's license 244793. Committee on Inventions and Discoveries, Council of Ministers of the USSR.
106. Jennings C. A., Zigler S. J., 2000 - *Ecology and biology of Paddlefish in North America: historical perspectives, management approaches, and research priorities*, Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10: p. 167-181.
107. Karen J.K., Schreuders P., Edwards K., Woods C., 2001 - *The Effects of Oxygen on the Short-term Storage of Striped Bass Semen*, North American Journal of Aquaculture, 63: p. 238-241.
108. Kazansky B.N., 1956 - *Osetrovoe hoziaistvo v vodoemah*, SSSR, Moscova, p. 56-64.
109. Kazansky B.N., Molodtsov, A.N., 1974 - *Recommendations for handling sturgeon spawners, migrants of different types, according to continuous regime in production lines with regulated water temperature*. Moscow, GlavRybVod, p. 59.
110. Kucharkzyk D., Kestemont P., Mamcarz A., 2007 - *Artificial reproduction of pikeperch*. Mercurius Kaczmarek Andrzej, Olsztyn.
111. Lagios M.D., 1968 - *The pituitary gland of paddlefish, Polyodon spathula (Walbaum): basis for regulation of fisheries*, Copeia, 1968 (2): p. 126-138.
112. Lagler K. F., Bardach J.E., Miller R.R., Passinno Dora May, 1977 - *Ichthyology, second edition*. John Wiley and sons International Edition, New York.
113. Larimore R.W., 1950 - *Gametogenesis of Polyodon spathula (Walbaum): basis for regulation of the fisheries*, Copeia, 1950(2): p. 116-124.
114. Lazu D., și colab., 2008 - *Sturionii din România*. Ed. Exelsior Art, Timișoara. ISBN 978-973-592-209-2.
115. Lebreton G. și colab., 2004 - *Sturgeons and Paddlefish of North America*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
116. Lein G.M., Devries D.R., 1998 - *Paddlefish in the Alabama river drainage: population characteristics and the adult spawning migration*. Transaction of the American Fisheries Society, 127(3): p. 441-454.
117. Linhart O., Cosson J., Mims S.D., Rodina M., Gela David, Shelton L., 2003 - *Effects of ions on the motility of fresh and demembrated spermatozoa of common carp (Cyprinus carpio) and paddlefish (Polyodon spathula)*, Fish Physiology and Biochemistry, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 28: p. 203–205.
118. Linhart O., Gela Rodina, Kocour M., 2004 - *Optimization of artificial propagation in European catfish*, Silurus glanis L., Aquaculture, Elsevier, 235: p. 619-632.

119.Linhart O., Mims S.D., Gomelsky B., Cvetkova Ludmila, Cosson J., Rodina M., Horvath A., Urbanyi B., 2006 - *Effect of cryoprotectants and male on motility parameters and fertilization rate in paddlefish (Polyodon spathula) frozen-thawed spermatozoa*, Journal Apply Ichthyol, Berlin, 22 (Suppl. 1), p. 389-394.

120.Linhart O., Mims S.D., Gomelsky B., Hiottc Anna, Shelton L., Cosson J., Rodina M., Gela David, 2000 - *Spermiation of paddlefish (Polyodon spathula, Acipenseriformes) stimulated withi njection of LHRH analogue and carp pituitary powder*, Aquatic Living Resources, 13: p. 455-460.

121.Macovei Valerica, 2008 - *Cercetări cu privire la folosirea vegetației acvatice de către unele specii de pești*, Teza de doctorat. USAMV, Iași.

122.Magdici E., 2015 - *Cercetări privind influența conservării și depozitării asupra însușirilor organoleptice, fizico-chimice si microbiologice ale cărnii de peste (somm)*, Teza de doctorat. USAMV, Iași.

123.Magdici E., Pagu I.B., Nistor C.E., Iordache Madălina Iuliana, Hoha G.V., Păsărin B., 2014 - *Study on the evolution of some morphological characteristics of Silurus glanis species in different development stages*, farmed in Iasi County, available on line at: [http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf\\_Vol\\_62/E\\_Magdici.pdf](http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_62/E_Magdici.pdf)., 14.05.2015.

124.Mailyan R.A., 1971 - *Manual on commercial rearing of fish fingerlings of Azerbaijan. (sturgeon, salmon, ordinary fish)*. Baku. Azerbaijan Branch of TSNIORH, p. 62.

125.Manea G., 1980 - *Sturionii (Acipenseridae) Taxonomie, Biologie, Sturionicultură și Amenajări sturionice*. Ed. Ceres, București.

126.Matei D., Matei Cleopatra, 1990 - *Cercetări privind sporirea producției de peste în Moldova, prin aclimatizarea de noi specii și introducerea în cultura a unor pești autohtoni valoroși*, Piscicultura Moldovei - Volum omagial – SSCP Iași, p. 99-127.

127.Meșter L., Zărnescu O., Tesio C., Vizitiu D., Dumitru C., 1997 - *Observații asupra ovogenezei la Polyodon spathula (Walbaum) aclimatizat în România*, available on line at: [http://www.unibuc.ro/prof/zarnescu\\_o/lucr-publ-1992-2002/docs/2012/oct/02\\_14\\_56\\_05Articol\\_26.pdf](http://www.unibuc.ro/prof/zarnescu_o/lucr-publ-1992-2002/docs/2012/oct/02_14_56_05Articol_26.pdf), 23.01.2013

128.Meșter L., Zărnescu O., Tesio C., Vizitiu D., Staicu, C., Stoicescu, C., 1997 – *Observații asupra spermatogenezei la Polyodon spathula (Walbaum) aclimatizat în România*, available on line at:

[http://www.unibuc.ro/prof/zarnescu\\_o/lucr-publ-1992-2002/docs/2012/sep/28\\_21\\_08\\_03Articol\\_20.pdf](http://www.unibuc.ro/prof/zarnescu_o/lucr-publ-1992-2002/docs/2012/sep/28_21_08_03Articol_20.pdf), 23.01.2013

129.Melchenkov E.A. și colab., 1996 - *In-country experience in propagation and rearing of paddlefish*. All-Russian Institute of information in Fisheries, Review Information, series Aquaculture, No. 1, (in Russian), Moscow.

130.Meyer F.P., Stevenson J.H., 1962 - *Studies on the artificial propagation of the paddlefish*, The progressive Fish-Culturist, 24(2): p. 65-67.

131.Michaletz P.H., Rabeni C.F., Taylor W.W., Russel T.R., 1982 - *Feeding ecology and growth of young paddlefish in hatchery ponds*, Transaction of American Fisheries Society, 111(6): p. 700-709.

132.Miclea V., Zăhan M., 2006 – *Reproducția peștilor*. Ed. Accentpublisher, Cluj-Napoca. ISBN (10) 973-8915-10-4.

133. Milshtein V.V., 1982 - *Sturgeon culture*, Moscow, PishcheProm, p. 151.
134. Mims S.D., Clark J.A., 1994 - *Overwintering paddlefish in monoculture and polyculture with channel catfish and rainbow trout*, Journal of Applied Aquaculture, Vol 1 (1) 1995: p. 95-101.
135. Mims S.D., 1991 - *Paddlefish: an aquacultural species?* Farm Pond. Harvest, 25: p.18-20
136. Mims S.D., Shelton W.L., 2005 - *Paddlefish*, American Fisheries Society Symposium 46: p. 227-249.
137. Mims S.D., și colab., 2004 - *Effectiveness of the Minimally Invasive Surgical Technique (MIST) for Removal of Ovulated Eggs from First-Time and Second-Time MIST-Spawned Paddlefish*, North American Journal of Aquaculture, 66: p. 70–72.
138. Mims S.D., 1991 - *Evaluation of Activator Solutions, Motility Duration, and Short-Term Storage of Paddlefish Spermatozoa*, Journal of the World Aquaculture Society, 22(4): p. 224-229.
139. Mims S.D., 2001 - *Aquaculture of paddlefish in the United States*, Aquatic Living Resources 14, p. 391–398.
140. Mims S.D., Shelton L., Linhart O., Wang C., Gomelsky B., Onders R., 2005 - *Application of a Temperature-Dependent Mitotic Interval (to) for Induction of Diploid Meiotic Gynogenetic Paddlefish*, North American Journal of Aquaculture 67: p. 340–343.
141. Mims S.D., Shelton L., Linhart O., Wang C., 1997 - *Induced Meiotic Gynogenesis of Paddlefish Polyodon spathula*, Journal of the World Aquaculture Society, 28(4): p. 334-343.
142. Mims S.D., Shelton W.L., 2005 - *Paddlefish*, American Fisheries Society Symposium 46: p. 227-249.
143. Mims S.D., Tsvetkova L.I., Brown G.G., Gomelsky B.I., 2000 - *Cryopreservation of sperm of sturgeon and paddlefish (Polyodon spathula)*, Aquatic species, World Aquaculture Society, Baton, Rouge, Los Angeles, USA: p. 121-129.
144. Mims S.D., Clark Julia, Tidwell J.H., 1991 - *Evaluation of three organic fertilizers for paddlefish, Polyodon spathula, production in nursery ponds*, Aquaculture, 99: 69-52 152.
149. Mims S.D., Onders, R.J., William L. Shelton, 2009 – *Propagation and culture of paddlefish*, American Fisheries Society, 66: p. 357-383.
145. Mims S.D., Shelton W.L., 2015 - *Paddlefish Aquaculture*, John Wiley & Sons, Inc
146. Moberg G.P., Doroshov S.I., 1992 - *Reproduction in cultured white sturgeon Acipenser transmontanus*, NOAA Technical report NMFS 106: p. 99-104.
147. Mohler J.W., 2003. - *Culture manual for the Atlantic sturgeon. Acipenser oxyrinchus*, Hadley, MA, Region 5 United States Fish & Wildlife Service Publication, p. 68.
148. Moore A.A., 1987 - *Short-term storage and cryopreservation of walleye semen*, Progressive Fish-Culturist 49: p. 40-43.
149. Munteanu Gabriela, Bogatu D., 2003 - *Tratat de ihtiopatologie*. Ed. Exelsior art, Timișoara, ISBN 973-592-085-9.
150. Muscalu Cristina, Muscalu R., 2009 - *Biologia și creșterea sturionilor*. Editura Bioflux, Cluj-Napoca.

151. Myers R.A., Rosenberg A.A., Mace P.M., Barrowman N., Restrepo V.R., 1994 - *In search of thresholds for recruitment overfishing*, ICES Mar Sci, 51: p. 191-205.
152. Needham R.G., 1965 - *Spawning of paddlefish induced by means of pituitary material*, The Progressive Fish-Culturist, 27(1): p. 13-19.
153. Nicolau Aurelia, Brezeanu Gh., Caloianu-lordăchel Maria, Bușniță A., 1973 - *Reproducerea artificială și dezvoltarea la pești*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, p.13.
154. Nikolskii G.V., 1961 - *Special ichthyology*, Israel program for Scientific Translation, Jerusalem, (National Technical Information Service, Departament of Commerce, Springfield, Virginia USA) :538.
155. Nistor C.E., 2013 - *Contribuții la cunoașterea calității cărnii de păstrav crescut în bazinele piscicole din Moldova*, Teză de doctorat, USAMV, Iași.
156. Nistor C.E., Pagu, I.B., Fotea Lenuța, Radu C., Păsărin B., 2012 - *Study of some morphological characteristics Oncorhynchus mykiss breed farmed in salmonid exploitations from Moldova*, available on line at:  
[http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf\\_Vol\\_57/C.E\\_Nistor.pdf](http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_57/C.E_Nistor.pdf), 8.08.2015.
157. Norman Jr., 1975 - *A history of fishes*, Ed. Ernst Benn Limited, London.
158. Onders R.J., Mims S.D., Siddhartha Dasgupta, 2011 - *Effect of Size-Grading and Feeding Frequency on Growth and Size Variation of Paddlefish, Polyodon spathula, Juveniles Reared in Ponds*, Journal of the World Aquaculture Society, 42 (1): p. 127-134.
159. Onders R.J., Mims S.D., Wang C., Pearson W.D., 2001 - *Reservoir ranching of paddlefish*, North American Journal Aquatic, 63: p. 179-190.
160. Păcală N., 2006 - *Biologia reproducerii peștilor*, Ed. Pardon, Timișoara.
161. Pagu I.B., 2013 - *Contribuții la stabilirea vârstei și greutateii corporale optime de valorificare a speciei de păstrav Oncorhynchus mikiss*, Teză de doctorat, USAMV, Iași.
162. Pagu I.B., Nistor, C.E., Avarvarei, B.V., Păsărin, B., 2012 - *Study on the evolution of some morphological characteristics of Oncorhynchus mykiss species in different development stages*, farmed in Neamt County, available on line at:  
[http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf\\_Vol\\_58/I.B\\_Pagu.pdf](http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_58/I.B_Pagu.pdf), 20.01.2016
163. Păsărin B., Stan T., 2003 - *Acvacultură, îndrumător practic*. Ed. Karro Iași
164. Păsărin B., 2007 - *Salmonicultură practică*. Editura Alfa, Iași.
165. Păsărin B., 2007 - *Salmonicultură*. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
166. Păsărin B., și colab., 2005 - *Contribuții privind aclimatizarea și îmbunătățirea unor indicatori productivi la specia Polyodon spathula în condițiile zonei de nord-est a României*, În Analele Universitatii din Oradea. Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie și Tehnologii de Industrie Alimentară, Vol. IV, Anul 4; Ed. Universitatii din Oradea.
167. Păsărin B., Stan, T., 2004 - *Reproducerea peștilor, Elemente anatomo-fiziologice și de embriogeneză*. Ed. Karro, Iași.
168. Pasch R.W., Hackney P.A., Holbrook J.A., 1980 - *Ecology of paddlefish in Old Hickory Reservoir*. Tennessee, whit emphasis on first year life history, Transaction of the American Fisheries Society, 109 (2): p. 157-167.
169. Patriche N., 1993 - *Control of Saprolegniosa occurred at Acipenseridae eggs by using malachite green*, Simpozionul Internațional Euroaliment, Univ. Dunărea de Jos.

170. Patriche N., 1998 - *Contribuții privind îmbunătățirea tehnologiilor de reproducere artificială și dezvoltare post-embriionară la specia Acipenser stellatus (păstruga) din Dunărea inferioară*. Teză de doctorat, Galați.

171. Pavesi P., 1907 - *Gli Acipenseri nostrali. (The autochthonous sturgeons)*, Rend. R. Ist. Lombardo Sci. Lett., 2 (40): p. 332-345.

172. Pikitch Ellen, Phaedra K., Liz Lauck, Chakrabarty P., Erickson D.L., 2005 - *Status, trends and management of sturgeon and paddlefish fisheries*, Fish and Fisheries, 6: p. 233–265.

173. Pitman V.M., Parks, J.O., 1994 - *Habitat use and movement of young paddlefish (Polyodon spathula)*, Journal of Freshwater Ecology. 9(3): p. 181-189.

174. Podushka S.B. 1986 - *Methods of egg obtaining in sturgeon with life preservation*, Author's license 141035. Methods for obtaining eggs from fish females. Committee on Inventions and Discoveries, Council of Ministers of the USSR.

175. Podushka S.B., 1999 - *New method to obtain sturgeon eggs*. Journal of Applied Ichthyology, 15(4–5): p. 319.

176. Podushka S.B., 2008 - *On the question of micropyle count in ship eggs*, Osetrovoe Khozyaistvo, 2: p. 82–87.

177. Pracheil B.M., Pegg M.A., Powell L.A., Mestl G.E., 2012 - *Swimways: Protecting Paddlefish through Movement-centered Management*, available on line at:

<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1456&context=natrespapers>, 25.09.2015.

178. Pricope F., Battes K., Ureche D., 2004 - *Metodologia de monitorizare a ihtiofaunei din bazinele acvatice naturale și antropice*, Studia Universitatis Vasile Goldis, Seria Științele Vieții, Arad, p. 27-33.

179. Purket C.A. jr., 1961 - *Artificial propagation of the paddlefish*, The progressive Fish - Culturist, 25 (1): p. 31-33.

180. Purkett C. A., 1963 - *Reproduction and Early Development of the Paddlefish*, Transactions of the American Fisheries Society, 92: p. 239-244.

181. Robinson J. W. 1966 - *Observations on the life history, movement, and harvest of the Paddlefish, Polyodon spathula, in Montana*, Proceedings of the Montana Academy of Sciences, 1966. 26: p. 33-44.

182. Rosen R.A., 1976 - *Distribution, age and growth, and feeding ecology of Paddlefish (Polyodon spathula) in unaltered Missouri River, South Dakota*. Master's thesis. 1976. South Dakota State University, Brookings, South Dakota, USA.

183. Rosen R.A., Hales D.C., 1981 - *Feeding of paddlefish, Polyodon spathula*, Copeia, (2): p. 441-455.

184. Runstrom A.L., Vondracek B., Jennings C.A., 2001 - *Population Statistics for Paddlefish in the Wisconsin River*, Transactions of the American Fisheries Society, 130: p. 546-556.

185. Russel T.R., 1986 - *Biology and life history of the paddlefish-a review in The paddlefish: status, management and propagation*. North Central Division, American Fisheries Society, Special Publication nr. 7/1986: p. 2-20.

186. Russell T.R., 1982 – *Paddlefish*, Missouri Conservationist, 43(3):11-13.

187. Sbikin Yu.N., 1973 - *Age-related changes in the eyesight of fish under different environmental conditions, associated with peculiarities of their behaviour*. Avtoreferat Dissertatsii na Soiskaniye Uchenoi Stepeni Kandidata Biologicheskikh Nauk. Moscow. Institut Problem Evolyutsii i Ekologii im. A.N. Severtsova Akademii Nauk SSSR.

188. Scarnecchia D. L., Stewart P.A., Lim Y., 1996 - *Profile of Recreational Paddlefish Snaggers on the Lower Yellowstone River, Montana*, North American Journal of Fisheries Management, 16: p. 872-879.

189. Scarnecchia D.L., Stewart A., 1997 - *Implementation and evaluation of a catch-and release fishery for paddlefish*, North American Journal of Fisheries Management, 17(3): p. 795-799.

190. Scholten G.D., 2009 - *Management of commercial Paddlefish fisheries in the United States*. Pages 291–306 in C. Paukert and G. Scholten, editors. Paddlefish management, propagation, and conservation in the 21st century: building from 20 years of research and management. 2009. American Fisheries Society, Symposium 66, Bethesda, Maryland.

191. Semenikova T.B., Canario A.V., Bayunova L.V., Kolmakov N.N., Barannikova I.A. 2005 - *Sex steroids and oocyte maturation in the sterlet (Acipenser ruthenus L.)*, Journal of Applied Ichthyology, 22: p. 340–345.

192. Semmens K.J., Shelton W.L., 1986 - *Opportunities in paddlefish aquaculture in The paddlefish: status, management and propagation*, North Central Division, American Fisheries Society, Special Publication, 7/1986: p. 103-113.

193. Shelton W.L., Mims S.D., 1995 - *Oocyte Staging in Paddlefish, Polyodon spathula*, Transiic Kentucky Academy, 56(1-2): p. 22-27.

194. Simeanu (Bordea) Cristina, 2012 - *Contribuții la cunoașterea calității cărnii obținută de la specia de sturion Polyodon spathula, crescută în bazinele piscicole din Moldova*. Teză de doctorat, USAMV Iași.

195. Simeanu Cristina, Păsărin B., Simeanu D., 2010 - *The study of some morphological characteristics of the sturgeon species of Polyodon spathula in different development stages*. Lucrări Științifice, Seria Zootehnie, USAMV Iași, available on line at: [http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf\\_Vol\\_54/Cristina\\_Simeanu.pdf](http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_54/Cristina_Simeanu.pdf), 7.09.2016.

196. Southall P.D., Hubert W.A., 1984 - *Habitat use by adult paddlefish in the upper Mississippi River*, Transaction of the American Fisheries Society, 113: p. 125-131.

197. Stăncioiu S., 1976 - *Curs de ihtiologie generală*. Universitatea Dunărea de Jos, Galați.

198. Stech L., Linhart O., Shelton W., Mims S.D., 1999 - *Minimally invasive surgical removal of ovulated eggs from paddlefish*, Aquaculture International, 7: p. 129–133.

199. Steven G.G., Hoover J.J., Killgore k.j., Lancaster W.L., 1995 - *Biology of paddlefish in a mississippi delta river*, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station ER-A Vicksburg, Mississippi.

200. Stockard CR., 1907 - *Observations of the natural history of Polyodon spathula*. Am. Nal. 41: p. 753-766.

201. Swingle H.A., 1965 - *Growth rate of paddlefish receiving supplemental feeding in fertilized pond*, The Progressive Fish-Culturist, 27(4): p. 220-224.

202. Van Winkle W., Anders P.J., Secor D.H., Dixon D.A. (eds), 2002 - *Biology, Management and Protection of North American Sturgeon*, Symposium 28. American Fisheries Society, Bethesda.

203. Vasetskiy S.G., 1971 - *Fish of the family Polyodontidae*, Journal of the ichthyology, USSR, 11 (1): p. 18-31.

204. Vedrașco A., Lobchenko V., Pirtu I., Billard R., 2002 - *Introduction et élevage du poisson spatule Polyodon spathula en Europe*, Vol. Auat Liv Resous 14 p: 383-390.

205. Vinogradov și colab., 1987 - *Razvedenie veslonosa*, Rabovodstvo, nr.4: p. 20-23.

206. Vinogradov V.K., Erohina, L.B., Melchenkov, E.A., 2003 - *Biological base for paddlefish (Polyodon spathula) reproduction and rearing*. Moskau, Rosinformagroteh, p. 344.

207. Voican V., Radulescu I., Lustun L., 1975 - *Practica selecției și reproducerii la pești*. Ed. Ceres, București.

208. Wagner G., 1904 - *Notes on Polyodon*, Science (new series) 19 (483): p. 554-555.

209. Walbaum J., 1792 - *Petri Artedi renovati*. Part.3 Petri Artedi sueci genera Piscium in quibus systema totum ichthyologiae, proponitur cum classibus, ordinibus, generum characteribus, specierum diffentis, observationibus plurimis, Redactis Speciebus 2. Ichthyologiae, III: 723.

210. Webb M.A.H., Feist G.W., Foster E.P., Schreck C.B., Fitzpatrick M.S., - 2002. *Potential classification of sex and stage of gonadal maturity of wild white sturgeon using blood plasma indicators*, Transactions of the American Fisheries Society, 131: p. 132–142.

211. Wilkens L. și colab., 2014 - *The Paddlefish rostrum as an electrosensory organ: a novel adaptation for plankton feeding*. Department of biology, University of Missouri.

212. Wilkens L.A., Hofman, M.H., 2007 - *The Paddlefish Rostrum as an Electrosensory Organ: A Novel Adaptation for Plankton Feeding*. Bio Science, nr. 5, vol. 57, p. 399-407.

213. Willis B., 1993 - *The paddlefish: An American Treasure*, Fort Worth. Tx: Earthwave production Inc.

214. Yaron Z., Levavi-Sivan B., 2011 - *Endocrine regulation of fish reproduction. Encyclopedia of fish physiology: from genome to environment*. Volume 2, pag. 1500-1508. San Diego.

215. SR-ISO 5667- 1/1998, - *Calitatea apei. Prelevare*. Ghidul general pentru stabilirea programelor de prelevare

216. SR-ISO 5667-4/2000 - *Calitatea apei. Prelevare*. Ghidul de prelevare a apelor din lacuri naturale și artificiale

217. [www.explorer.natureserve.org](http://www.explorer.natureserve.org)

218. [www.jeb.biologists.org](http://www.jeb.biologists.org)

219. [www.fishesoftexas.org](http://www.fishesoftexas.org)

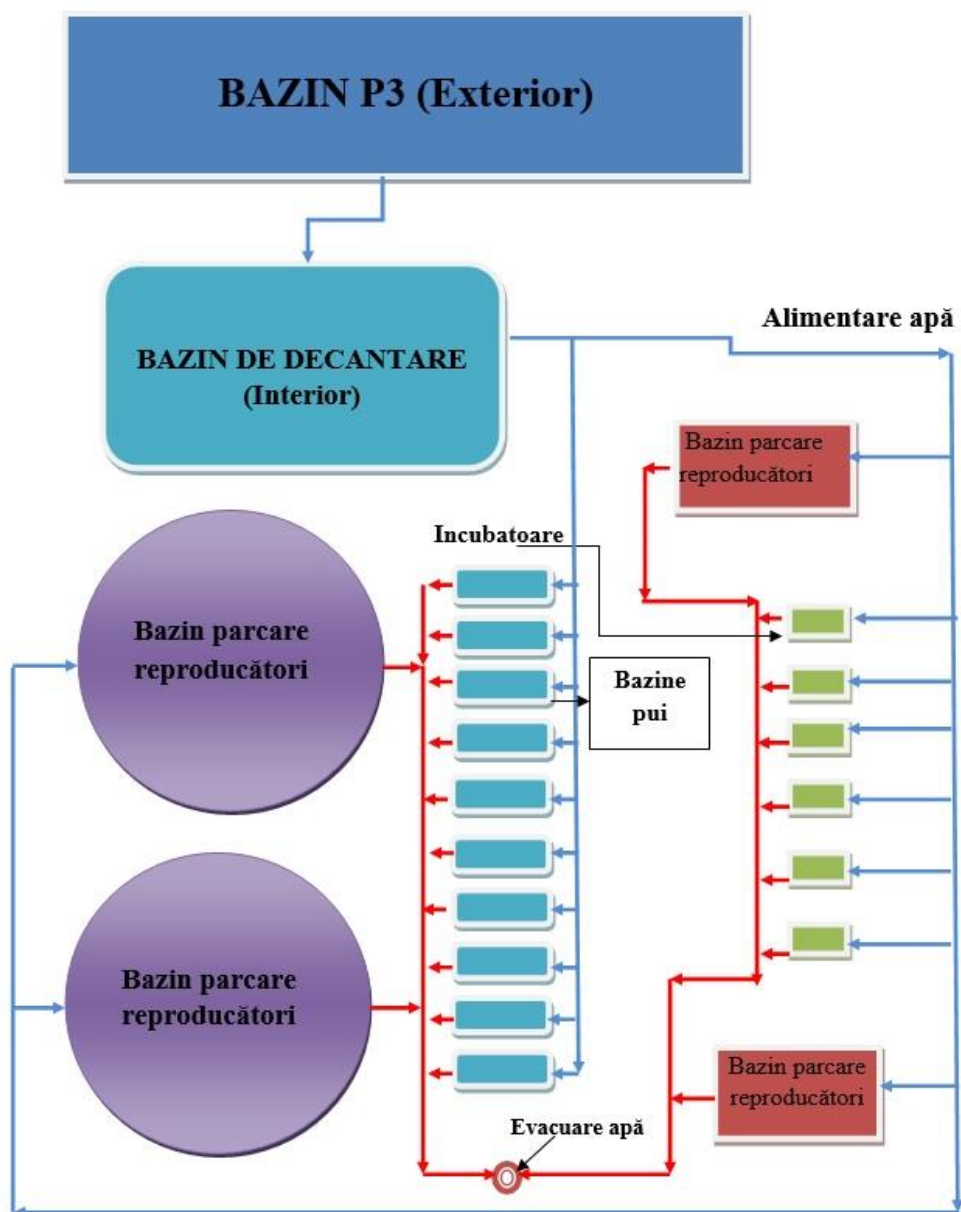
220. [www.phy.ohiou.edu](http://www.phy.ohiou.edu)

221. [www.nerestin.ru](http://www.nerestin.ru)

222. [www.fao.org](http://www.fao.org)

# ANEXA I

## Reprezentarea schematică a stației de reproducere artificială



## ANEXA II

### Listă de tabele

Tabelul 1.1 Producția mondială de sturioni, provenită din capturi și acvacultură ( <i>prelucrare după FAO, 2017</i> ) .....	31
Tabelul 1.2 Producția de sturioni, (capturi și acvacultură) realizată de țările de pe continentul american ( <i>prelucrare după FAO, 2017</i> ) .....	31
Tabelul 1.3 Producția de sturioni, (capturi și acvacultură) realizată de țările din Asia ( <i>prelucrare după FAO, 2017</i> ) .....	32
Tabelul 1.4 Producția de sturioni, (capturi și acvacultură) realizată de țările din Europa ( <i>prelucrare după FAO, 2017</i> ) .....	33
Tabelul 1.5 Producția de sturioni, (capturi și acvacultură) realizată în România ( <i>prelucrare după FAO, 2017</i> ) .....	36
Tabelul 1.6 Producția de sturioni, repartizată pe familii ( <i>Acipenseridae, Polyodontidae</i> ) realizată în România ( <i>prelucrare după FAO, 2017</i> ) .....	36
Tabelul 1.7 Exemplu de formulă de populare a speciei <i>Polyodon spathula</i> în policultură cu alte specii ( <i>după Mioara Costache, 2004</i> ) .....	39
Tabelul 3.1 Indicatori de lungime, masă medie și stadiile de dezvoltare a ovarelor la femelele de <i>Polyodon spathula</i> (Walbaum 1792) în condițiile SCDP Nucet ( <i>după Costache, Mioara, 2004 citat de Costache Mihail, 2008</i> ) .....	54
Tabelul 3.2 Indicatori de lungime, masă medie și stadiile de dezvoltare a testiculilor la masculii de <i>Polyodon spathula</i> (Walbaum 1792) în condițiile SCDP Nucet ( <i>după Costache, Mioara, 2004 citat de Costache Mihail, 2008</i> ) .....	55
Tabelul 5.1 Dinamica oxigenului solvit în heleșteul de creștere HC3, în perioada martie-octombrie.....	86
Tabelul 5.2 Dinamica oxigenului solvit în bazinul de iernare P4, în perioada noiembrie-februarie.....	87
Tabelul 5.3 Dinamica temperaturii în heleșteul de creștere HC3 în perioada martie-octombrie .....	88
Tabelul 5.4 Dinamica temperaturii în bazinul de iernare P4 în perioada noiembrie-februarie .....	89
Tabelul 5.5 Dinamica parametrilor fizico-chimici ai apei în perioada martie-octombrie, 2013 .....	91
Tabelul 5.6 Dinamica biomasei zoobentonice în heleșteul de creștere HC3 .....	92
Tabelul 5.7 Dinamica biomasei planctonice În heleșteul de creștere HC3.....	95
Tabelul 6.1 Rezultate privind creșterea în vara I a puilor din specia <i>Polyodon spathula</i> .....	97
Tabelul 6.2 Formula de populare pentru creșterea în vara II-a la specia <i>Polyodon spathula</i> pentru heleșteele de creștere .....	99
Tabelul 6.3 Rezultate privind creșterea în vara II-a a puilor din specia <i>Polyodon spathula</i> .....	101
Tabelul 6.4 Rezultate privind creșterea în vederea formării lotului de reproducători a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	103

Tabelul 7.1 Măsurători biometrice la loturile de female .....	106
Tabelul 7.2 Măsurători biometrice la loturile de masculi .....	107
Tabelul 7.3 Indicele de profil și semnificația dintre mediile loturilor de femele și masculi, la specia <i>Polyodon spathula</i> .....	107
Tabelul 7.4 Indicele de grosime și semnificația dintre mediile loturilor de femele și masculi, la specia <i>Polyodon spathula</i> .....	108
Tabelul 7.5 Indicele de calitate și semnificația dintre mediile loturilor de femele și masculi, la specia <i>Polyodon spathula</i> .....	108
Tabelul 7.6 Indicele Fulton și semnificația dintre mediile loturilor de femele și masculi, la specia <i>Polyodon spathula</i> .....	109
Tabelul 7.7 Indicele carnozite și semnificația dintre mediile loturilor de femele și masculi, la specia <i>Polyodon spathula</i> .....	109
Tabelul 7.8 Valoarea indicelui de polarizare la femelele studiate .....	111
Tabelul 7.9 Evaluarea mobilității spermatozoizilor în funcție de scara lui Persov.....	112
Tabelul 8.1 Rezultate privind utilizarea hormonului LHRH A la reproducătorii din specia <i>Polyodon spathula</i> .....	114
Tabelul 8.2 Rezultate privind utilizarea hormonului Nerestin 5A la reproducătorii din specia <i>Polyodon spathula</i> .....	114
Tabelul 8.3 Interpretare statistică a datelor rezultate în urma comparării loturilor de femele LF1 și LF2 .....	115
Tabelul 8.4 Interpretare statistică a datelor rezultate în urma comparării loturilor de masculi LM1 și LM2 .....	115
Tabelul 8.5 Rezultate cu privire la doza de hormon folosită și timpul necesar maturării la lotul LF1.....	117
Tabelul 8.6 Rezultate cu privire la doza de hormon folosită și timpul necesar maturării la lotul LF2 .....	118
Tabelul 8.7 Rezultate cu privire la doza de hormon folosită și timpul necesar maturării la lotul LF3 .....	118
Tabelul 8.8 Interpretarea statistică a datelor rezultate în urma comparării timpului necesar maturării, numărului de femele ajunse la maturare și cantitatea de icre recoltată dintre loturile LF1, LF2 și LF3 .....	119
Tabelul 8.9 Rezultatele inițiale ale mobilității spermatozoizilor conform scării Persov .....	125
Tabelul 8.10 Rezultatele obținute după două ore conservare a materialului seminal.....	126
Tabelul 8.11 Rezultatele obținute după 18 ore de la conservarea materialului seminal.....	127
Tabelul 8.12 Rezultatele obținute după 36 ore de la conservarea materialului seminal .....	128
Tabelul 8.13 Rezultatele obținute după 48 ore de la conservarea materialului seminal .....	129
Tabelul 8.14 Rezultate privind descleierea cu cele două substanțe .....	132
Tabelul 8.15 Rezultate privind reproducerea artificială a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	134

Tabelul 9.1 Rezultate privind tehnologia de creștere în sistem intensiv în perioada 1-20 zile .....	131
Tabelul 9.2 Interpretarea statistică a datelor rezultate în urma comparării procentului de supraviețuire, greutateii finale și a lungimii totale dintre lotul L1 (bazinele B1-B5) și lotul L2 (bazinele B6-B10) .....	140
Tabelul 9.3 Rezultate privind tehnologia de creștere în sistem intensiv în perioada 20-40 zile .....	143
Tabelul 9.4 Interpretarea statistică a datelor rezultate în urma comparării procentului de supraviețuire, greutateii finale și a lungimii totale dintre lotul L1 (bazinele B1-B5) și lotul L2 (bazinele B6-B10) .....	144
Tabelul 10.1 Rezultate privind densitatea de cladocere pe litru de apă în bazinul P2 și heleșteul HC4 .....	148
Tabelul 10.2 Interpretarea statistică a datelor rezultate în urma comparării densității de cladocere din bazinul P2 și heleșteul HC4 .....	148

## ANEXA III

### Listă de figuri

Fig.1.1 Producția mondială de sturioni în perioada 2007-2014 ( <i>Prelucrare după: FAO, 2017</i> ) .....	34
Fig. 1.2 Producția mondială de sturioni provenită din capturi versus acvacultură, în perioada 2007-2014 ( <i>Prelucrare după: FAO, 2017</i> ) .....	34
Fig. 1.3 Principalele țări producătoare de sturioni, corespunzător perioadei 2007-2014 ( <i>Prelucrare după: FAO, 2017</i> ) .....	35
Fig.2.1 Exemplar matur de <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	40
Fig.2.2 Distribuția geografică a <i>Acipenseriformelor</i> ( <i>după Billard, 2009, p. 278304</i> ).....	41
Fig.2.3 Distribuția speciei în arealul ocupat ( <i>Sursa: www.explorer.natureserve.org</i> ).....	42
Fig. 2.4 Anatomia externă a speciei <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	44
Fig. 2.5 Morfologia externă a speciei <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	44
Fig. 2.6 Faringele la specia <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	45
Fig. 2.7 Stomacul la specia <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	46
Fig. 2.8 Cecumuri pilorice la specia <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	46
Fig. 2.9 Ficatul la specia <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	47
Fig. 2.10 Branhiile la specia <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	47
Fig. 2.11 Inima la specia <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	48
Fig. 2.12 Scheletul la specia <i>Polyodon spathula</i> ( <i>www.fishesoftexas.org</i> ) .....	48
Fig. 2.13 Secțiune prin mușchii miomeri (foto original) .....	49
Fig. 2.14 Testicule mature (de la un mascul cu vârsta de 10 ani) la specia <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	49
Fig. 2.15 Ovarele la specia <i>Polyodon spathula</i> .....	50
Fig. 3.1 Schema acțiunii hormonului Nerestin, comparativ cu ceilalți hormoni ( <i>după: www.nerestin.ru</i> ) .....	59
Fig. 3.2 Incubator din pexiglas folosit în România la incubarea icrelor de <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	61
Fig. 3.3 Stadiile de dezvoltare embrionară 13-18 la specia <i>Polyodon spathula</i> ( <i>după Shelton și Mims, 1995; Ballard și Nedham, 1964, citați de Costache, Mioara, 2004</i> ) .....	62
Fig. 3.4. Stadiile de dezvoltare embrionară 19-25 și 27-31 la specia <i>Polyodon spathula</i> ( <i>după Ballard și Nedham, 1964, citați de Costache, Mioara, 2004</i> ) .....	63
Fig. 3.5 Stadiile de dezvoltare 32-43 la specia <i>Polyodon spathula</i> ( <i>după Ballard și Nedham, 1964, citați de Costache, Mioara, 2004</i> ) .....	64
Fig. 3.6 Stadiile de dezvoltare 40-46 la specia <i>Polyodon spathula</i> ( <i>după Ballard și Nedham, 1964, citați de Costache, Mioara, 2004</i> ) .....	67
Fig. 4.1 Plan general experimental .....	71
Fig. 4.2 Exemplar matur de <i>Polyodon spathula</i> (foto original) .....	72

Fig. 4.3 Femelă de <i>Polyodon spathula</i> (foto original)	72
Fig. 4.4 Mascul de <i>Polyodon spathula</i> (foto original)	72
Fig. 4.5 Aparat pentru măsurarea oxigenului solvit și a temperaturii Oxyguard HQ 30D (foto original)	74
Fig. 4.6 Ihtimetru (foto original)	77
Fig. 4.7 Măsurători somatice la specia <i>Polyodon spathula</i> (foto original)	77
Fig.4.8 Reprezentare schematică a unui ovul secționat (după: Patriche, 1998)	79
Fig. 4.9 Microscop D-350 Optika (foto original)	80
Fig. 4.10 Ferma Piscicolă Acvares, vedere din satelit (sursa: google maps)	84
Fig. 5.1 Dinamica oxigenului solvit heleșteul de creștere HC3, în perioada martie-octombrie 2013	87
Fig. 5.2 Dinamica oxigenului solvit în Bazinul de iernare P4, în perioada noiembrie-februarie,	88
Fig. 5.3 Dinamica temperaturii în heleșteul de creștere HC3 în perioada martie-octombrie	89
Fig. 5.4 Dinamica temperaturii în bazinul de iernare P4 în perioada noiembrie-februarie	89
Fig. 5.5 Dinamica parametrilor fizico-chimici ai apei în perioada martie-octombrie, 2013	91
Fig. 5.6 Dinamica biomasei zoobentonice în heleșteul de creștere HC3	93
Fig. 5.7 Dinamica biomasei fitoplanctonice în heleșteul de creștere HC3	93
Fig. 5.8 Dinamica biomasei zooplanctonice în heleșteul de creștere HC3	94
Fig. 6.1 Filtru din sită metalică (foto original)	96
Fig.6.2 Pui de un an de <i>Polyodon spathula</i> omorât de o pasăre (foto original)	98
Fig.6.3 Dinamica creșterii în vara I a puilor din specia <i>Polyodon spathula</i> .	98
Fig. 6.4 Heleșteu de creștere 30 ha (foto original)	98
Fig. 6.5 Filtru din sită metalică (foto original)	99
Fig. 6.6 <i>Polyodon spathula</i> cu vârsta de 1 an (foto original)	99
Fig. 6.7 <i>Polyodon spathula</i> cu vârsta de 2 veri (foto original)	100
Fig.6.8 Exemplar de <i>Polyodon spathula</i> , vara a II-a, infestat cu <i>Lernaea cyprinacea</i> (foto original)	102
Fig.6.9 Dinamica creșterii în vara II-a a puilor din specia <i>Polyodon spathula</i>	102
Fig.6.10 <i>Polyodon spathula</i> cu vârsta de 3 veri (6 kg/ex) (foto original)	103
Fig. 6.11 Dinamica creșterii în vederea formării lotului de reproducători la specia <i>Polyodon spathula</i>	104
Fig. 6.12 <i>Polyodon spathula</i> cu vârsta de 12 ani (13 kg/ex) (foto original)	104
Fig. 7.1 Butoni nupțialii la un mascul de <i>Polyodon spathula</i> (foto original)	105
Fig. 7.2 Efectuarea biopsiei (foto original)	110
Fig. 7.3 Sondă folosită la biopsie (foto original)	110

Fig. 7.4 Examinarea unei icre la stereomicroscop ( <i>foto original</i> ) .....	110
Fig. 8.1 Injectarea unui mascul din specia <i>Polyodon spathula</i> ( <i>foto original</i> ).....	113
Fig. 8.2 Timpul necesar maturării în funcție de doza de hormon folosită la lotul LF1 .....	117
Fig. 8.3 Timpul necesar maturării în funcție de doza de hormon folosită la lotul LF2 .....	118
Fig. 8.4 Timpul necesar maturării în funcție de doza de hormon folosită la lotul LF3 .....	119
Fig. 8.5 Castron cu icre recoltate ( <i>foto original</i> ) .....	121
Fig. 8.6 Aspect din timpul mulgerii femelelor de <i>Polyodon spathula</i> ( <i>foto original</i> ) .....	122
Fig. 8.7 Aspect din timpul recoltării spermei la masculii de <i>Polyodon spathula</i> ( <i>foto original</i> ) .....	122
Fig. 8.8 O porție de icre colectate în vederea fecundării ( <i>foto original</i> ) .....	123
Fig. 8.9 Aspect din timpul fecundării ( <i>foto original</i> ) .....	123
Fig. 8.10 Icre prelevate în vederea determinării procentului de fecundare ( <i>foto original</i> ) .....	124
Fig. 8.11 Rezultatele inițiale ale mobilității spermatozoizilor conform scării Persov .....	126
Fig. 8.12 Rezultatele mobilității spermatozoizilor, după două ore de conservare, conform scării Persov .....	126
Fig. 8.13 Rezultatele mobilității spermatozoizilor după 18 ore de conservare, conform scării Persov .....	127
Fig. 8.14 Rezultatele mobilității spermatozoizilor după 36 ore de conservare, conform scării Persov .....	128
Fig. 8.15 Rezultatele mobilității spermatozoizilor după 48 ore de conservare, conform scării Persov.....	129
Fig. 8.16 Schema tehnologică cu privire la descleierea icrelor cu suspensie de nămol .....	131
Fig. 8.17 Schema tehnologică cu privire la descleierea icrelor cu enzime alcalaze la o concentrație a soluției de 2‰ .....	131
Fig. 8.18 Aspecte din timpul dezvoltării embrionare a speciei <i>Polyodon spathula</i> .....	133
Fig. 9.1 Aspect din momentul eclozării larvelor din incubatoare ( <i>foto original</i> ) .....	136
Fig. 9.2 Aspect din bazinul de parcare provizorie a larvelor ( <i>foto original</i> ) .....	137
Fig. 9.3 Dinamica temperaturii pe parcursul derulării experimentelor .....	138
Fig. 9.4 Dinamica oxigenului pe parcursul derulării experimentelor .....	138
Fig. 9.5 Larvă de <i>Polyodon spathula</i> de o zi ( <i>foto original</i> ) .....	139
Fig. 9.6 Dinamica creșterii în perioada 1-20 de zile a larvelor din specia <i>Polyodon spathula</i> .....	140

Fig. 9.7 Dinamica temperaturii pe parcursul derulării experimentelor .....	142
Fig. 9.8 Dinamica oxigenului pe parcursul derulării experimentelor .....	142
Fig. 9.9 Dinamica creșterii în perioada 1-20 de zile a puilor din specia <i>Polyodon spathula</i> .....	143
Fig. 9.10 Dinamica creșterii în perioada 20-40 de zile a larvelor din specia <i>Polyodon spathula</i> .....	143
Fig. 10.1 Bazinul pentru cultura cladocerelor P2 ( <i>foto original</i> ) .....	146
Fig. 10.2 Fileu planctonic ( <i>foto original</i> ) .....	147
Fig. 10.3 Evoluția dezvoltării densității numerice a cladocerelor pentru cele două bazine luate în studiu .....	148
Fig. 10.4 <i>Enchytraeus albidus</i> ( <i>foto original</i> ) .....	149
Fig. 10.5 <i>Enchytraeus buchholzi</i> ( <i>foto original</i> ) .....	150
Fig. 10.6 Caserolă din plastic folosită la cultivarea viermilor ( <i>foto original</i> ).....	151
Fig. 10.7 Culturi de viermi maturi din cele două specii ( <i>foto original</i> ) .....	151
Fig. 10.8 Furaj granulat pentru creșterea crapului ( <i>foto original</i> ) .....	152
Fig. 10.9 Cereale extrudate ( <i>foto original</i> ) .....	152

## ANEXA IV

### LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE PUBLICATE

---

1. **Barbacariu C.-A.**, Cioran M.C., Păsărin B., 2016 - Study regarding short time preservation of sperm from *Polyodon spathula* breed, *Lucrări Științifice Seria Zootehnie*, vol. 66(21), ISSN: 2067-2330 available on line at:

[http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf\\_Vol\\_66/CA\\_Barbacariu.pdf](http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_66/CA_Barbacariu.pdf).

2. **Barbacariu C.-A.**, I.B. Pagu, E. Măgdici, M.C. Cioran, B. Păsărin, 2015 - Study regarding the influence of water temperature on hormonal stimulation of females from *Polyodon spathula* breed for maturation of sexual products, *Lucrări Științifice Seria Zootehnie*, vol. 65(21), ISSN: 2067-2330, available on line at:

[http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf\\_Vol\\_65/C\\_Barbacariu.pdf](http://www.uaiasi.ro/zootehnie/Pdf/Pdf_Vol_65/C_Barbacariu.pdf)

3. **Barbacariu C.-A.**, Păsărin Benone, 2015 - Cercetări privind aplicarea tehnologiei de reproducere artificială a speciei *Polyodon spathula* în cadrul unei ferme piscicole din zona de N-E a României, Simpozionul științific studentesc ediția 2015.

4. Magdici E., Nistor C., Pagu I.B., **Barbacariu A.**, Hoha G.V., Păsărin B., 2015 - Research regarding evaluation of sensorial features of european catfish meat preserved through different methods, *Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, vol. 64(20), pag. 130 – 135, ISSN: 2067-2330.

5. Pagu I.B., Măgdici E., Nistor C.E., **Barbacariu A.C.**, Cioran C., Păsărin B., 2015 - Research regarding chemical features of rainbow trout meat, differentially feed, *Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, vol. 64(20), pag. 136 – 141, ISSN: 2067-2330.

6. I.B. Pagu, C.E. Nistor, E. Măgdici, **A.C. Barbacariu**, C. Polenschi, B. Păsărin, 2014 - Research Regarding Mineral Content of Rainbow Trout Meat Differentially Feed, *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies* 71(2) / 2014, ISSN: 1843-536X.

7. I.B. Pagu, C.E. Nistor, E. Măgdici, G.V. Hoha, **A.C. Barbacariu**, C. Polenschi, B. Păsărin, 2014 - Research regarding variation of muscular fibre diameter at rainbow trout differentially feed, *Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, vol. 62(19), pag. 74–78, ISSN: 2067-2330.

8. E. Măgdici, C.E. Nistor, I.B. Pagu, Mădălina Iuliana Iordache, **A.C. Barbacariu**, Aida Albu, G.V. Hoha, B. Păsărin, 2014 - Research regarding age influence on slaughtering value at European catfish (*Silurus glanis*), *Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, vol. 61(19), pag. 50 – 54, ISSN: 2067-2330

9. Cioran M.C., Măgdici E., Pagu I.B., **Barbacariu A.C.**, Păsărin B., 2015 - Study regarding the feed influence on growing performances at breed *Cyprinus carpio*, using fodder aller classic, *Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, vol. 65(21), pag. 103–105, ISSN: 2067-2330

10. Cioran M.C., Pagu I.B., Măgdici E., **Barbacariu A.C.**, Păsărin B. 2016 - Studies on strength of an optimal solution essential oil of clove mixed with alcohol required for anesthesia species *Cyprinus carpio*, *Lucrări Științifice - Seria Zootehnie* Acceptat pentru publicare.