

**ACADEMIA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI SILVICE
„GHEORGHE IONESCU ȘIȘEȘTI”
STAȚIUNEA DE CERCETARE – DEZVOLTARE
PENTRU PISCICULTURĂ NUCET**

**RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC
„IN EXTENSO”**

OBIECTIV GENERAL: 7 DDZ Dezvoltarea durabilă a zootehniei, creșterea calitativă a populațiilor din speciile de fermă și eficientizarea producției zootehnice

Obiectiv specific 7.3.: Tehnologii performante de creștere și exploatare a animalelor cu impact negativ minim asupra mediului ambiant

PROIECT ADER 7.3.4."Introducerea și extinderea în cultură a speciei de sturion nord-american *Polyodon spathula*, recent aclimatizat în România pentru diversificarea și creșterea cantitativă, calitativă și ecologică a producției din acvacultură"

Durata de realizare a proiectului : 36 luni

Buget alocat: 750.000 lei

2011

ETAPA DE EXECUȚIE NR. I / 2011

„Studii și analize în vederea fundamentării din punct de vedere științific și tehnic a creșterii speciei *Polyodon spathula* în condițiile ecologice și tehnologice ale acvaculturii din România. Stabilirea programului experimental, pentru asigurarea condițiilor optime de iernare a loturilor experimentale din specia *P. spathula*”.

Activitate 1.1. Studii privind stadiul actual al cunoașterii privind reproducerea și creșterea speciei, în vederea alegerii variantelor tehnologice adaptate condițiilor ecologice și tehnologice ale acvaculturii din România.

Activitatea 1.2. Studiu privind posibilul potențial invaziv al speciei *Polyodon spathula*.

Activitatea 1.3. Realizarea lucrărilor de pescuit, selecție și introducere în bazinele de iernat a loturilor experimentale. Asigurarea echipamentelor și materialelor necesare iernării în condiții optime.

CUPRINS

Rezumat etapă -----	4
Introducere -----	5
Activitatea 1.1. Studii privind stadiul actual al cunoașterii privind reproducerea și creșterea speciei, în vederea alegerii variantelor tehnologice adaptate condițiilor ecologice și tehnologice ale acvaculturii din România -----	6
1. Prezentarea speciei <i>Polyodon spathula</i> -----	6
1.1. Ritmul de creștere și comportamentul de hrănire -----	8
1.2. Particularitățile eco-biologice ale reproducției și dezvoltării speciei <i>Polyodon spathula</i> -----	10
2. Stadiul actual al cunoașterii privind acvacultura speciei <i>Polyodon spathula</i> -----	11
2.1. Stadiul actual al cunoștințelor privind reproducerea și dezvoltarea postembrionară a speciei <i>Polyodon spathula</i> -----	13
2.1.1. Selecția reproducătorilor -----	16
2.1.2. Stimularea hormonală și ovulația -----	16
2.1.3. Recoltarea produselor sexuale -----	17
2.1.3.1. Crioconservarea spermei de <i>Polyodon spathula</i> -----	19
2.1.4. Incubarea icrelor fecundate -----	20
2.1.5. Dezvoltarea în perioada larvară -----	22
2.1.6. Creșterea speciei <i>Polyodon spathula</i> până la vârsta de un an -----	23
2.1.6.1. Creșterea extensivă -----	24
2.1.6.2. Creșterea în policultură -----	27
2.1.6.3. Creșterea intensivă -----	28
Activitatea 1.2. Studiu privind posibilul potențialul invaziv al speciei <i>Polyodon spathula</i> -----	30
Introducere -----	30
1. Prognoza efectelor introducerii speciei <i>Polyodon spathula</i> (Walb. 1792) în crescătoriile piscicole din România -----	30
1.1. Hrănirea cu unele specii autohtone de pești -----	30
1.1.1. Concurența la hrană cu speciile de pești autohtoni -----	31
1.2. Hibridarea interspecifică -----	35
1.3. Introducerea de paraziți alohtoni -----	38
1.4. Modificările condițiilor biologice ale biotopului -----	39
Activitatea 1.3. Realizarea lucrărilor de pescuit, selecție și introducere în bazinele de iernat a loturilor experimentale. Asigurarea echipamentelor și materialelor necesare iernării în condiții optime -----	41
Introducere -----	41
1. Organizarea activității de pescuit în heleșteiele de creștere a reproducătorilor de <i>Polyodon spathula</i> -----	42
2. Selecția și manipularea reproducătorilor de <i>Polyodon spathula</i> -----	44
2.1. Metode de determinare a dimorfismului sexual și apreciere a gradului de maturare a reproducătorilor la pescuitul din toamnă -----	44
2.2. Iernarea reproducătorilor de <i>Polyodon spathula</i> selectați -----	48
2.2.1. Pregătirea bazinelor de iernat -----	49
2.2.1.1. Inundarea bazinelor de iernat -----	49
2.2.2. Transportul reproducătorilor de <i>Polyodon spathula</i> și popularea lor în bazinele de iernat -----	50
2.2.3. Desfășurarea activităților în sezonul rece -----	50
2.3. Concluzii -----	52
Bibliografie -----	54

REZUMAT

Polyodon spathula este un sturion originar din America de Nord. Arealul natural al speciei este reprezentat de bazinul hidrografic al fluviului Mississippi din zona marilor lacuri până în Florida. Este un pește de talie mare. În mediul natural atinge greutatea de cca. 50-70 kg și lungimi de 1,5-2,0 m. *Polyodon spathula* consumă cu predilecție organisme planctonice prin filtrare. Hrana principală o constituie zooplanctonul și insectele acvatice, apoi fitoplanctonul și larvele de insecte. Consumul de detritus este pasiv și se datorează, probabil, exclusiv mediului de viață, respectiv cantităților de materie în suspensie, în apa râurilor, în urma unor viituri. Atinge maturitatea sexuală la 7 – 8 ani pentru masculi și 10 – 13 ani pentru femele. Femelele se reproduc o dată la trei ani, timpul necesar pentru maturarea ovocitelor fiind mai mare de un an. Diametrul icrelor este de 2,5 – 3,0 mm, femelele depunând cca. 100.000 icre. Reproducerea are loc primăvara, la temperaturi ale apei de 11 – 14 0C, peștii migrând pe cursul superior al fluviului Mississippi și al afluenților lui, la distanțe ce ajung uneori la ordinul sutelor de kilometri.

Datorită caracteristicilor biologice de excepție : ritm rapid de creștere, regim de hrănire planctonic, adaptabilitatea la creșterea în captivitate în diferite condiții mediale, la care se adaugă calitatea cărnii și icrelor, specia *Polyodon spathula* a intrat în atenția specialiștilor în acvacultură, din întreaga lume. În România, acțiunea de introducere a speciei a fost inițiată în anul 1992, când Stațiunea Nucet a importat primul lot de icre embrionate din SUA. În perioada 1992-1999 SCDP Nucet a importat anual larve sau icre embrionate (1000-10.000 buc.) .

Începând din anii 1940 – 1950, ca urmare a restrângerii arealului speciei din cauza lucrărilor de regularizare a cursurilor principalelor afluenți ai fluviului Mississippi și ai râului Missouri, cât și din cauza construirii unor baraje și lacuri de acumulare, multe locuri de reproducere au devenit inaccesibile sau inadecvate (ca urmare a schimbărilor radicale intervenite în regimul hidrologic). Astfel, în multe zone s-a impus necesitatea repopulării cu pui produși prin reproducere artificială, în crescătorii, ca singură metodă de refacere și menținere în echilibru a populațiilor de *Polyodon spathula*. În consecință, în această perioadă apar preocupări legate de cunoașterea caracteristicilor de dezvoltare, a biologiei reproducerii și transpunerea acestor cunoștințe în tehnologii de reproducere artificială și creștere dirijată a puilor necesari repopulărilor.

Din datele din literatura de specialitate și din studiile realizate la S.C.D.P. Nucet, rezultă că specia *Polyodon spathula* ar putea înlocui în cultură speciile planctonofage asiatice care sunt din ce în ce mai greu acceptate de consumatori. Se poate afirma că, *Polyodon spathula* va înlocui numai parțial specia zooplanctonofagă *Aristichthys nobilis*, dar nu și pe cea fitoplanctonofagă *Hypophthalmichthys molitrix*.

Introducerea în piscicultura din România a speciei *Polyodon spathula* nu are impact negativ asupra ihtiofaunei autohtone, nu poate determina dispariția, sau scăderea semnificativă a efectivului vreunei specii autohtone. În condițiile acvaculturii din România pentru specia *Polyodon spathula* nu există pericolul hibridizării deoarece înrudirea sa cu reprezentanții autohtoni ai familiei *Acipenseridae*, este

prea îndepărtată. Singura rudă mai apropiată, este reprezentată de genul *Psephurus*, specia *Psephurus gladius*, cu care hibridizarea este practic imposibilă, aceasta trăind în China.

La Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet, la sfârșitul fiecărui sezon de creștere, când temperatura apei scade sub 15 °C, se organizează acțiuni de pescuit a bazinelor de creștere pentru inventarierea materialului piscicol și pregătirea peștelui pentru iernat. Cu aceasta ocazie materialul piscicol este sortat pe vârste și sexe și repartizat în densități mai mari în bazinele de iernat. Tot acum se realizează selecția loturilor de reproducători care urmează a fi folosiți la reproducere în sezonul următor. Selecția reproducătorilor de *Polyodon spathula* se realizează atât după caracterele morfologice – fenotipice de dimorfism sexual, cât și după caracterele fiziologice (stadiul de maturare al ovarului la femele). Pentru formarea lotului de reproducători, la pescuitul din toamnă, se aleg femelele la care stadiul de maturare al gonadelor este IV incomplet (ovocitele sunt pigmentate, au dimensiuni cuprinse între 1,8 – 2,3 mm, iar nucleul este situat în zona vitelusului cu granule mari). Polaritatea nucleului este slab reprezentată, indicele de polarizare fiind între 0,22 – 0,33.

Iernarea se realizează în bazine de pământ cu adâncimea medie a apei de cca. 2,5 m, care prezintă posibilitate de control permanent a instalațiilor de alimentare și evacuare a apei. Ca o măsură tehnologică importantă, pentru a evita apariția în primăvară a algelor filamentoase, care îngreunează pescuitul, se recomandă ca, iernarea reproducătorilor de *Polyodon spathula* să se facă împreună cu exemplare de crap de talie mare (peste 3 kg/ex),

Respectarea măsurilor ce se impun în sezonul rece au în vedere menținerea unor condiții optime de viață pentru reproducătorii de *Polyodon spathula*. Acest aspect se va regăsi în obținerea unor rezultate foarte bune în campania de reproducere artificială.

Introducere

Sturionii constituie cel mai valoros produs al pescuitului și mai recent al acvaculturii mondiale, icrele acestora (caviarul) fiind supranumite și aurul negru, caracteristicile organoleptice ale acestor pești primitivi fiind bine cunoscute încă din vechime.

În prezent, există 27 de specii de sturioni (ordinul *Acipenseriformes*) care trăiesc în fluvii, estuare, în apropierea coastelor oceanice și a insulelor din emisfera nordică (Birstein 1993; Grande și Bemis 1996; Bemis și colab. 1997; Bemis și Kynard 1997). Aceștia reprezintă o relicvă unică în evoluția peștilor, cei mai mulți dintre ei fiind în pericol sau pe cale de dispariție din cauza supraexploatării prin pescuit, a poluării și a degradării sau distrugerii habitatelor de reproducere și hrănire (Birstein, 1993). Exploatarea intensivă în vederea aprovizionării pieței cu caviar a făcut ca populațiile de sturioni să fie în declin. Numai câteva specii mai prezintă populații numeroase și nu sunt periclitare.

Cererea pieței pentru carne și în special pentru caviar a crescut foarte mult în ultimii ani. Această cerere crescândă a putut fi satisfăcută inițial pe seama creșterii efortului de pescuit și a capturilor de sturioni

din bazinele Mării Negre și Mării Caspice, fapt care a dus la diminuarea, până aproape de dispariție, a populațiilor naturale. În prezent, majoritatea speciilor de *Acipenseridae* sunt amenințate cu dispariția. De la 1 aprilie 1998, au intrat în vigoare noile reglementări CITES, care limitează drastic comerțul cu sturioni și caviar, mergând până la interzicerea totală a pescuitului.

Aceste evoluții au stimulat dezvoltarea acvaculturii sturionilor, în țări ca Franța, Italia, Germania, Iran, SUA. Cu toate acestea, producția de sturioni din acvacultură nu poate acoperi decât în mică măsură cererea de carne și caviar de pe piață. În plus, creșterea *Acipenseridelor* este dificilă și costisitoare, fiind necesare investiții mari în instalații de creștere, furaje cu conținut ridicat de proteină etc. În același timp, ritmurile de creștere ale acestor specii în captivitate sunt destul de mici, fiind necesare perioade de 4 – 5 ani pentru producerea de carne și minim 8 – 10 ani pentru producția de caviar.

Polyodon spathula este un pește de talie mare, în mediul natural atinge greutatea de circa 50 – 70 kg și lungimi de 1,5 – 2,0 m. Specia are două caracteristici importante: este planctonofagă, hrănindu-se în special cu zooplancton filtrat din apă și în condiții de abundență a hranei, are un ritm de creștere foarte rapid, la vârsta de 1 an atinge greutatea de 1 kg, la vârsta de 2 ani 2 – 3 kg, iar la vârsta de 3 ani peste 5 kg. Carnea și icrele acestei specii sunt foarte asemănătoare cu ale celorlalți sturioni. Particularitățile biologice și ecologice ale speciei permit creșterea acesteia în heleșteie, în diferite formule de policultură, fără consum de furaje concentrate. Aceste argumente, cât și interzicerea totală a pescuitului sturionilor, creează premise deosebit de favorabile pentru dezvoltarea acvaculturii speciei *Polyodon spathula*.

Activitatea 1.1. Studii privind stadiul actual al cunoașterii privind reproducerea și creșterea speciei, în vederea alegerii variantelor tehnologice adaptate condițiilor ecologice și tehnologice ale acvaculturii din România.

1. Prezentarea speciei *Polyodon spathula*

Încadrarea sistematică:

Domeniul : *Eukariota* (Wittaker et Margulis, 1978);

Regnul : *Animalia* (Linnaeus, 1758);

Subregnul: *Bilateria* (Hatschek, 1888; Cavalier-Smith, 1983);

Încrângătura : *Protostomia* (Grobber, 1908);

Supratipul : *Eutrochozoa*;

Tipul : *Chordata* (Lamarck, 1809);

Clasa : *Osteichthyes*;

Subclasa : *Actinopterygii* (Grube, 1850);

Supraordinul : *Chondrostei*;

Ordinul : *Acipenseriformes*;

Suprafamilia : *Aphroditoidea*;

Familia : *Polyodontidae* ;

Genul : *Polyodon* ;

Specia : *spathula*.

Denumire științifică: *Polyodon spathula* (Walbaum, 1792)

Sinonim: *Squalus spathula* (ultima conferință a cercetătorilor taxonomi: noiembrie, 1997).

Alte denumiri: engleză: paddlefish; daneză: amerikansk spadest; finlandeză: lapasampi ; olandeză : lepelsteur.



Fig. 1. Exemplar de *P. spathula* în vârstă de 10 ani

Specia *Polyodon spathula* (Fig. 1) este unicul reprezentant al familiei *Polyodontidae* în America de Nord. În Asia, în bazinul fluviului Yang-Tze, există un alt reprezentant al familiei *Polyodontidae*, specia *Psephurus gladius* cu talie de cca. 3 m, greutate de peste 700 kg și regim de hrănire ihtiofag. Aceste două specii au origine comună, însă au evoluat diferit după separarea plăcilor tectonice asiatică și americană în Cretacic, în urmă cu cca. 30 milioane de ani (Mims & Clark, 1994).

Arealul natural al speciei *Polyodon spathula* îl constituie bazinul hidrografic al fluviului Mississippi, din zona Marilor Lacuri și până în Florida pe teritoriul a 26 de state, inclusiv marile lacuri și Canada, astfel: bazinul fluviului Mississippi de la sud-vest de New-York, centrul Montana, până la sud de Louisiana ; Golful Slope, bazinul Mobile, Alabama, până la Galveston Bay, Texas. (Parker 1988, Graham 1997, Mims, 2001). Deși este un pește de apă dulce, poate supraviețui și în ape salmastre (Billard, 2001).

Datorită caracteristicilor foarte bune de creștere ale acestei specii, în anul 1974, *Polyodon spathula* a fost introdusă, în țările fostei URSS, (Rusia, Ucraina, Moldova) iar în anul 1985, s-a realizat prima reproducere artificială a speciei, utilizând în premieră reproducători crescuți în captivitate.

1.1. Ritmul de creștere și comportamentul de hrănire

Polyodon spathula, este un pește de talie mare, la maturitate atingând lungimea de cca. 1,5 – 2,0 m și greutatea de aproximativ 50 – 70 kg. În marile lacuri de acumulare s-au pescuit exemplare cu lungime de 2,5 m și greutate de 80 kg. Masculii au, în general, lungimea mai mare decât femelele (Wilkens, 2002).

Creșterea este rapidă în primul an de viață și are loc chiar și iarna (Pasch și colab., 1980). Observațiile făcute pe exemplare provenite din mediul natural, au dus la concluzia că la finele primului an, lungimea corpului poate fi de 65 – 80 cm, variabilitatea fiind în funcție de abundența hranei (Houser & Bross, 1959).

După primul an, ritmul de creștere este mai lent. Până la vârsta de 5 ani, rata creșterii în lungime este de aproximativ 5 cm/an, creșterea variind în limite foarte mari, în funcție de condițiile de hrană. Astfel, cea mai rapidă creștere s-a înregistrat la populația din lacul Table Rock, Missouri (Graham și colab., 1986). De asemenea în Oklahoma, (Combs, 1986) polyodonul crește mai rapid decât în lacul Old Hickory, Tennessee (Pasch și colab., 1980), în fluviul Mississippi, Iowa (Gengerke, 1986) sau decât în râul Missouri, Montana (Robinson, 1966; Berg, 1985) și Dakota de Sud (Ruelle & Hudson, 1977). Sporuri mai mari în greutate se realizează atunci când creșterea în lungime este mai lentă. După vârsta de 5 ani, sporul de creștere în greutate este rapid, în următorii 5 ani, frecvent își dublează sau își triplează greutatea (Russel, 1986). În general, populațiile din lacuri au o creștere mai rapidă decât a celor din râuri și fluvii, reflectând abundența hranei și disponibilitatea acesteia. (Southall & Hubert, 1984; Crance, 1987).

În ceea ce privește rolul fiziologic al rostrului, există mai multe ipoteze: una potrivit căreia rostrul ar fi folosit la detectarea hranei specifice, alta potrivit căreia rostrul ar avea un rol în dislocarea substratului, deoarece s-a constatat că peștele consumă și detritus și încă o ipoteză potrivit căreia receptorii senzitivi și electrici au rol de percepție și comunicare între indivizi și grupuri în timpul migrațiilor de reproducere. Rostrul joacă rolul unei antene extrem de sensibile, utilizată pentru a capta informații din mediul înconjurător, cu ajutorul câmpurilor electrice schimbătoare. Nu este foarte bine elucidat modul în care indivizii de *P. spathula*, comunică între ei în perioada de reproducere, dar ei pot folosi combinații între simțul tactil, și electric. (Russell și Neiman, 2002; Wilkens și colab., 2002).

Având în vedere spectrul trofic al speciei, reprezentat în primul rând de insecte acvatice, apoi zooplancton și detritus organic, cât și unele cercetări mai recente asupra comportamentului de hrănire (Rosen & Hales, 1981; Michaletz și colab., 1982), prima ipoteză pare a fi cea mai plauzibilă. Trebuie menționat faptul că atât în arealul natural, cât și în condițiile de heleşteu s-au găsit exemplare adulte lipsite de rostru accidental, a căror dezvoltare nu era diferită de cea a exemplarelor normale de aceeași vârstă și crescute în aceleași condiții (Russel, 1986). Acest fapt a dus la presupunerea că rostrul este important în stadiile juvenile, după depășirea unui anumit stadiu de dezvoltare, nemaifiind esențial pentru supraviețuire.

Aparatul branhial este foarte bine dezvoltat la adulți, prezintă adaptările peștilor filtratori, având o suprafață mare de filtrare (Carroll și colab., 2003), comparativ cu cel al speciei *Aristichthys nobilis*, are o suprafață efectivă de filtrare de cca. 2 ori mai mare (Vinogradov și colab., 1975). Gura este mare și în poziție ventrală. Tubul digestiv prezintă valvulă spirală, specifică *Acipenseriformelor* (Weisel, 1973).

Polyodon spathula este specializat pentru filtrarea și utilizarea zooplanctonului din apă. Filtrarea unui mare volum de apă este asigurată de gura mare, de posibilitatea expansiunii cavității buco-faringiene

și de spinii branhiali numeroși și lungi de pe suprafața arcurilor branhiale. Un rol important în selectarea organismelor, îl au numeroșii muguri gustativi din cavitatea buco-faringiană și de pe arcurile branhiale. (Russell, 2002). Vezica înotătoare este unicamerală, comunicând la capătul anterior cu tubul digestiv.

Polyodon spathula consumă cu predilecție organisme planctonice prin filtrare. Hrana principală o constituie zooplanctonul și insectele acvatice, apoi fitoplanctonul și larvele de insecte (Hoxmeier, 1997). Consumul de detritus este pasiv și se datorează, probabil, exclusiv mediului de viață, respectiv cantităților de materie în suspensie, în apa râurilor, în urma unor viituri.

În funcție de densitatea obiectelor trofice, filtrarea poate fi pasivă sau activă. Filtrarea pasivă predomină la densități mici ale zooplanctonului, peștele înotând permanent cu gura larg deschisă și filtrând apa care trece prin sistemul branhial (Fig. 2).



Fig. 2. Modul de hrănire la *Polyodon spathula*

În zonele cu aglomerări de zooplancton, peștele execută mișcări specifice (torsiuni, schimbări de direcție). Acestea duc la formarea de mici turbioane care antrenează zooplanctonul spre gura larg deschisă. Filtrarea este în acest caz selectivă, dimensiunea particulelor reținute depinzând de gradul de deschidere al operculelor (Rosen & Hales, 1981).

1.2. Particularitățile eco-biologice ale reproducerii și dezvoltării speciei *Polyodon spathula*

Polyodon spathula atinge maturitatea sexuală la 7 – 8 ani pentru masculi și 10 – 13 ani pentru femele. Femelele se reproduc o dată la trei ani, timpul necesar pentru maturarea ovocitelor fiind mai mare

de un an (Graham, 1986; Wills, 1993). Diametrul icrelor este de 2,5 – 3,0 mm, femelele depunând cca. 100.000 icre (Purkett, 1961; Reed și colab., 1992; Mims, 2001; Dewey și Knights 2003).

Reproducerea are loc primăvara, la temperaturi ale apei de 11 – 14 °C, peștii migrând pe cursul superior al fluviului Mississippi și al afluenților lui, la distanțe ce ajung uneori la ordinul sutelor de kilometri (Thompson, 1933; Barbour, 1951; Lein & Devries, 1998). Depunerea pontei se face pe substrat de pietriș, la adâncimi de 2 – 10 m, în zone cu curent puternic de apă (Purkett, 1963b, Pasch și colab., 1980; Russel 1986; Wills, 1993; Mims 2001; Zigler și colab., 2003).

Factorii de mediu declanșatori, a căror corelare determină depunerea pontei, sunt: lumina, temperatura apei (> 11 °C), existența unui curent suficient de puternic, creșterea bruscă a nivelului apei și a turbidității (Russel, 1986; Zigler și colab., 2003). Dacă una din aceste condiții nu este satisfăcută, depunerea pontei nu are loc, icrele fiind resorbite.

Depunerea pontei are loc în grupuri constituite dintr-o femelă și 2 – 3 masculi (Russel, 1986), icrele aderând puternic la substrat.

Adezivitatea icrelor este esențială pentru incubația și eclozarea larvelor. După 7 – 10 zile de la fecundare, larvele eclozează și datorită sacului vitelin voluminos, sunt antrenate de curent și purtate în aval, în zone cu apă mai adâncă și curent mai slab, unde sunt condițiile favorabile dezvoltării zooplanctonului (Russel, 1986, Pitman & Parks, 1994). După resorbția sacului vitelin, care durează 5 – 6 zile, la temperaturi de 18 – 20 °C, larvele trec la hrănirea exogenă, consumând cladocere, copepode și larve de insecte. Rostrul începe să se dezvolte după 10 – 14 zile. Ritmul de creștere este rapid, după circa 30 de zile, puii depășind 10 cm lungime și semănând foarte bine cu adulții. De la această dimensiune, ca urmare a începerii dezvoltării aparatului filtrator, puii încep să se hrănească și prin filtrare. Cele două moduri de hrănire (prin capturarea de exemplare izolate și prin filtrare), sunt folosite alternativ, în funcție de densitatea și dimensiunile zooplanctonului. Când ajung la circa 40 cm lungime, aparatul filtrator este complet dezvoltat și funcțional, din acest moment, se hrănesc preponderent prin filtrare. Trecerea la hrănirea prin filtrare se reflectă în accelerarea ritmului de creștere, datorită creșterii eficienței în capturarea hranei (Vinogradov, 1987). Peștii adulți consumă accidental și pești mici (Graham, 1986).

Polyodon spathula este o specie longeviva, vârsta determinându-se după secțiuni realizate pe otolite și oasele dentare de pe maxilarul inferior (Adams, 1942) Au fost pescuiți pești în vârstă de peste 55 de ani, iar polyodoni în vârstă de peste 20 ani sunt des întâlniți în majoritatea populațiilor. (Purkett, 1963 a; Wills, 1993).

Comportamentul speciei este relativ puțin cunoscut. Mai cunoscut este comportamentul de hrănire și respirație. *Polyodon spathula* poate fi văzut adesea înotând cu gurile lor mari deschise la maxim. Acest comportament permite peștelui să filtreze apa și să respire în același timp. (Burggren, 2003). Este de asemenea, cunoscut că *Polyodon spathula* înoată în forme primitive folosindu-se de undulația, unduirea aproape a întregului corp. (Wills, 1993).

Comportamentul de reproducere a fost studiat cu ajutorul unor emițătoare radio. Acestea au arătat că *Polyodon spathula*, în general, realizează deplasări pe distanțe scurte până la atingerea maturității sexuale.

În timpul sezonului de reproducere, însă migrează în amonte parcurgând distanțe de sute de kilometri, dar în general, niciodată nu părăsește apa dulce a bazinului fluviului Mississippi (Jennings și Wilson, 1993; Zigler, Dewey și Knights, 2003).

2. Stadiul actual al cunoașterii privind acvacultura speciei *Polyodon spathula*

Puține specii s-au bucurat de atenția specialiștilor și au constituit subiectul a numeroase articole și lucrări științifice publicate, ca *Polyodon spathula*. Se poate spune că este, probabil, singura specie căreia i-au fost dedicate manifestări științifice ample ca de exemplu Simpozionul Internațional Paddlefish – organizat în St. Louis, SUA în 1983 și care, în prezent, constituie obiectivul unor programe de protecție și conservare speciale, în care sunt angajate cca. 20 de state de pe teritoriul Americii de Nord.

În anul 1997, statul Missouri a desemnat specia *Polyodon spathula* drept imagine oficială (Mims, 2001).

Această poziție privilegiată este datorată în mare măsură, caracteristicilor biologice de excepție: ritmul rapid de creștere, regimul de hrănire zooplanctonic, adaptabilitatea la cele mai diverse condiții de mediu, ca urmare a arealului foarte extins și nu în ultimul rând calității cărnii și a icrelor.

Din punct de vedere istoric, prezența sa a fost prima dată menționată în Nordul Americii de către Hernando De Soto, în secolul 16, în fluviul Mississippi.

Specia *Polyodon spathula* a fost studiată de cca. 500 ani (Hoover și colab., 2000) și exploatată pentru carne și icre de mai mult de 100 de ani.

Distrușterea locurilor de depunere a pontei, poluarea și pescuitul industrial și sportiv, au dus la reducerea drastică a stocurilor din apele naturale. În țara de origine, specia este reprodusă artificial, pentru populări în lacurile de acumulare, râuri și fluvii și pentru creșterea în diferite sisteme pentru producerea de carne și caviar (policultură cu *Ictalurus sp.* Semmens & Shelton, 1986, monocultură, producerea și creșterea loturilor de femele monosex, în heleștee și lacuri de acumulare Mims, 2001).

Se folosesc reproducători capturați cu setca din apele naturale, în perioada migrației, cu câteva săptămâni înainte de depunerea pontei. Reproducerea artificială a fost descrisă de Needham (1965). Stimularea maturării și ovulației se realizează cu hipofiză provenită de la *Polyodon spathula* și cu LH-Rh-a, mai rar cu hipofiză de crap. Fecundarea și incubarea icrelor are loc la temperatura de 16 °C (Kevin & Doroshov, 1992). Temperatura optimă pentru dezvoltarea embrionară este mai mică decât în cazul dezvoltării larvare. Incubatoarele sunt expuse unei alternanțe de lumină 16 ore și întuneric 8 ore. Oxigenul trebuie menținut aproape de limita de saturație, pH-ul între 7,8 – 8,5, iar conținutul în azot amoniacal trebuie să se mențină sub limita de 0,8 mg/l.

Pentru primele 30 de zile ale vieții larvare, temperatura optimă trebuie să fie cuprinsă între 18 – 20 °C (Kevin & Doroshov, 1992). La 20 °C supraviețuirea este de cca. 65 – 80 %. Temperaturile peste 24 °C

sunt nefavorabile, iar la temperaturi de peste 28 °C, mortalitățile sunt masive. De asemenea, temperaturile sub 16 °C diminuează supraviețuirea și creșterea.

După perfectarea tehnologiilor de reproducere artificială în anii 70 – 80, acvacultura speciei în SUA, a fost dominată de producerea puilor și creșterea lor până la vârsta de un an, în sisteme extensive și intensive, scopul principal fiind repopularea unor zone ale arealului în care reproducerea naturală a devenit imposibilă, sau pentru refacerea unor populații afectate de pescuitul excesiv.

Creșterea speciei pentru producția de carne și caviar este în faza de cercetare și dezvoltare experimentală. Preocupările în acest sens, s-au intensificat o dată cu înăsprirea măsurilor de protecție și conservare a speciei și după intrarea în vigoare a reglementarilor CITES și includerea speciei în Anexa II, în anul 1992.

Creșterea larvelor în prima etapă se realizează extensiv, în bazine de pământ, fertilizate organic și bogate în zooplancton sau intensiv în căzi utilizându-se și furaje extrudate (Semmens și Shelton, 1986; Mims și Shelton, 1999; Onders și colab., 2001).

Un alt sistem foarte eficient este creșterea în policultură cu *Ictalurus punctatus*. *Polyodon spathula* în vârstă de un an, este populat în densități de 100 ex./ha, cu cca. 10.000 -12.000 larve/ha de *Ictalurus punctatus*. În funcție de productivitatea naturală a bazinului se obțin producții de 200 – 400 kg/ha cu greutate medie de 3,0 – 3,5 kg/ex. Acest sistem de creștere este practicat în Kentucky, Indiana, Missouri și Alabama (Onders și colab., 2001).

Creșterea pentru producția de caviar se realizează în sistem extensiv, în lacurile de acumulare, în care polyodonul în vârstă de un an, este populat în densități de 10 – 20 ex/ha și înregistrează sporuri anuale de 1,5 la 4,0 kg/ex.

O direcție importantă în dezvoltarea acvaculturii speciei *Polyodon spathula* o constituie creșterea populațiilor monosex – femele pentru obținerea de caviar, prin ginogeneza indusă, (Mims și colab., 1997) urmată de reversarea sexului, (Mims și colab., 1995c) și utilizarea la reproducere a masculilor genetic femele (Shelton, 1986b).

De asemenea, ca urmare a faptului că în prezent, sunt puține crescătorii care dețin loturi de reproducători crescuți în captivitate, reproducerea artificială se realizează în mare măsură, utilizând reproducători capturați din mediul natural. Având în vedere că nu întotdeauna sunt capturate exemplare de ambele sexe, s-au dezvoltat cercetările legate de posibilitățile de crioconservare a spermei (Brown, C.G., S.D. Mims, 1995; Linhart și colab., 1996).

În SUA, specia a constituit, până la începutul anilor '80, obiectul pescuitului industrial și sportiv. Cele mai mari „pescării sportive“ de *Polyodon spathula* se aflau pe râul Osage, Missouri și pe râul Yellowstone, Montana. Conform statisticilor, în anul 1985, cantitatea pescuită era de cca. 336 tone, pentru pescuitul sportiv și 474 tone, pentru pescuitul industrial (Pasch & Alexander, 1986).

Începând din 2003, pescuit speciei este permis în 13 state, captura fiind între 0,2 tone la pescuitul sportiv și 20 tone anual la pescuitul comercial, în șapte state este considerat specie amenințată și în pericol în două state (Mosher, 2003; CITES 2000).

2.1. Stadiul actual al cunoștințelor privind reproducerea și dezvoltarea postembrionară a speciei *Polyodon spathula*

Primele cercetări referitoare la reproducerea speciei *Polyodon spathula* datează încă de la începutul secolului trecut. Acestea se referă în principal la identificarea, habitatelor de reproducere, factorii care determină depunerea pondei, la determinarea vârstei și a stadiului de maturare a gonadelor, determinarea indicelui de prolificitate și a raportului gonosomatic, corelat cu greutatea și vârsta acestora, caracterizarea populațiilor adulte din diferite zone ale arealului.

Începând din anii 1940 – 1950, ca urmare a restrângerii arealului speciei din cauza lucrărilor de regularizare a cursurilor principalilor afluenți ai fluviului Mississippi și ai râului Missouri, cât și din cauza construirii unor baraje și lacuri de acumulare, multe locuri de reproducere au devenit inaccesibile sau inadecvate (ca urmare a schimbărilor radicale intervenite în regimul hidrologic). Astfel, în multe zone s-a impus necesitatea repopulării cu pui produși prin reproducere artificială, în crescătorii, ca singură metodă de refacere și menținere în echilibru a populațiilor de *Polyodon spathula*. În consecință, în această perioadă apar preocupări legate de cunoașterea caracteristicilor de dezvoltare, a biologiei reproducerii și transpunerea acestor cunoștințe în tehnologii de reproducere artificială și creștere dirijată a puilor necesari repopulărilor.

STOCKARD, C.R., 1907 – face primele observații privind reproducerea naturală a speciei, în diferite râuri din bazinul hidrografic al fluviului Mississippi.

ALLEN, W.F., 1911 - prezintă primele date referitoare la migrația de reproducere , perioadele de reproducere ale speciei, în funcție de habitat și recoltează primii pui din mediul natural.

BARBOUR, T. 1911 - realizează primele experiențe de creștere a unor larve și pui de *Polyodon spathula* recoltați din mediul natural, în condiții de laborator, prezintă primele studii referitoare la dezvoltarea larvelor și puilor în diferite condiții de mediu.

ALEXANDER, C.M. 1915 - realizează primele încercări de reproducere a speciei utilizând reproducători capturați din mediul natural, însă fără rezultate pozitive.

ADAMS, L. A. 1942 - determină vârsta reproducătorilor din fluviul Mississippi, menționând că femelele s-au maturat la vârsta de 9 – 10 ani, când aveau greutatea de cca. 14 kg. Studiind vârsta reproducătorilor din râul Missouri, același autor arată că cea mai mică femelă matură capturată, a avut vârsta de 13 ani și greutatea de 13 kg. Referitor la masculi, arată că 6 % din masculii capturați din Mississippi erau maturi sexual la vârsta de 5 ani, iar la vârsta de 9 ani toți masculii capturați erau maturi sexual. În Missouri, masculii ating prima maturare la vârsta de 8 – 10 ani, când au greutatea de 7 – 9 kg.

LARIMORE, R. W., 1950 - menționează că determinarea sexului după caracteristicile morfologice externe nu este foarte precisă și descrie gametogeneza speciei *Polyodon spathula* pe baza secțiunilor histologice din gonadele peștilor capturați din mediul natural. Etapele dezvoltării gonadelor sunt prezentate în corelație cu caracteristicile somatice. Menționează că masculii ating maturitatea sexuală la o lungime de peste 101 cm, iar femelele cu lungimi cuprinse între 90 și 129 cm, nu conțin icre mature.

PURKETT, C. A., 1961a - publică cele mai precise date referitoare la locurile de depunere a pantei. El a observat reproducerea speciei *Polyodon spathula* pe bancurile de nisip inundate de pe râurile Ossage și Missouri, în timpul inundațiilor de primăvară, ocazie cu care a recoltat icre embrionate și larve din această specie.

MEYER, F.P., J.H. STEVENSON., 1962 - realizează primele încercări de stimulare hormonală, însă fără rezultate semnificative. După încercările nereușite de a obține icre și spermă, s-au sacrificat peștii pentru verificarea caracterelor de dimorfism sexual. Compararea observațiilor vizuale asupra orificiului uro-genital cu sexul determinat prin sacrificare au arătat că se pot determina ușoare diferențe între sexe. La masculi, orificiul genital reprezintă o papilă circulară, ușor înălțată, în contrast cu orificiul mai inflammat și mai moale al femelelor.

În perioada cât peștii au fost parcați în bazinele de maturare, li s-a administrat hrană artificială. Examinarea conținutului stomacal a dus la concluzia că peștii au consumat furajele.

PURCHETT, C. A., 1963 - realizează și prezintă primele date referitoare la încercările de reproducere artificială a speciei.

BALLARD W.W. și R.G. NEEDHAM, 1964 - descriu stadiile dezvoltării embrionare și postembrionare.

NEEDHAM, R. G. 1965 - realizează reproducerea artificială a speciei, utilizând pentru stimularea hormonală a femelelor, hipofiza de polyodon congelată, în doze de două hipofize într-o singură injecție.

RUSSELL, T.R., 1982 - prezintă lucrările de reproducere artificială a speciei desfășurate în cadrul Departamentului de Conservare – Missouri, în perioada 1965 – 1982.

GRAHAM, L. K., E.J. HAMILTON, T.R. RUSSELL și C. E. HICHS, 1986 - prezintă sinteza cunoștințelor despre reproducerea artificială a speciei, acumulate în perioada 1970 - 1986. Principalele faze tehnologice la care se referă sunt: colectarea reproducătorilor din mediul natural, stimularea hormonală și colectarea produselor sexuale, fecundarea și incubarea icrelor. Prezentăm aceste lucrări mai detaliat, considerându-le, de referință pentru realizarea lucrărilor de reproducere artificială desfășurate la S.C.D.P. Nucet.

SHELTON, W.L., S.D. MIMS., 1995 - descriu ovogeneza la *Polyodon spathula* prezentând transformările ce au loc în ovare de la formarea celulelor sexuale și evoluția lor pe stadii, până la ovocite mature. Ovogoniile primare au diametrul de 0,15 mm și se înmulțesc de-a lungul pliurilor ovariene, constând din epiteliul germinal și țesut adipos. La începutul meiozei, ovogoniile devin ovocite primare care trec prin două perioade de creștere: o primă perioadă asociată cu o creștere a volumului citoplasmei (previtelogeneza) și o a doua perioadă asociată cu formarea corpilor vitelini (vitelogeneza). În cadrul procesului de previtelogeneza, masa ovocitelor crește. Citoplasma este bazofilă și încep să apară mici picături osmiofile. Crește și numărul nucleolilor, care se repartizează în apropierea membranei nucleare și trec în citoplasmă. Durata acestei etape este influențată de condițiile de mediu. Autorul constată la exemplarele capturate din medii nefavorabile, încetinirea și chiar blocarea acestor procese. La

exemplarele provenite din marile lacuri de acumulare, unde cantitatea de hrană este mai mare și mai ușor disponibilă, procesul se intensifică și are loc scurtarea etapei de previtelogeneză.

În etapa de vitelogeneză ovocitul se mărește, până la aproape de dimensiunea finală. Acumularea intensă de material energetic face ca creșterea greutateii ovarului să fie rapidă și să depășească ritmul de creștere al corpului.

În timpul migrației pentru depunerea pantei, femelele de *Polyodon spathula* pătrund în sistemele fluviale cu ovocite vitelogenetice aflate în diferite stadii. În cazul cursurilor de apă neregularizate, populațiile vernale migrează având gonadele în stadiul IV, când în ovar se găsesc ovocite bine dezvoltate. Aceste femele se reproduc în cursul aceluiași an. Populațiile care migrează având gonadele în stadiile III – IV sau IV incomplet, ierneză în râuri și se reproduc în anul următor. Femele care urmează să depună icrele, migrează spre locurile de reproducere, iar ovocitele continuă să se maturizeze. Ovarele conțin ovocite vitelogenetice intens pigmentate și ovocite mici, nepigmentate care se găsesc în faza previtelogenetică. Ovocitele mici, nepigmentate vor rămâne în stadiul previtelogenetic până când ovocitele vitelogenetice mature sunt depuse și vor deveni generația viitoare de ovocite ce vor fi depuse într-o migrație viitoare.

La încheierea procesului de vitelogeneză, ovocitele sunt considerate mature, însă este necesară dezvoltarea lor suplimentară înainte de fertilizare.

Ovocitul matur trece prin etapa de polarizare în care se diferențiază o emisferă vegetală plină cu granule de grăsime și o emisferă animală care conține o masă mare de citoplasmă cu granule mici de vitelus și sfere mici de grăsime. Nucleul ovocitei polarizate este mai mare decât al unei celule somatice, conține patru seturi de cromozomi și este denumit vezicul germinativ. Pe măsură ce polarizarea evoluează, veziculul germinal migrează, din poziția centrală în emisfera animală.

Dezvoltarea ovocitului este considerată completă, iar ovocitul este în condiție preovulatorie atunci când veziculul germinal a migrat spre polul animal și este situat în citoplasma corticală a emisferei animale.

ZIGLER S., M. DEWEY, B. KNIGHTS, 2003 - prezintă noi date despre migrațiile și habitatele de reproducere în condițiile actuale de mediu, obținute pe parcursul a 5 ani de studii, cu mijloace de radio și teledetecție, în fluviul Mississippi și râurile tributare.

Reproducătorii de *Polyodon spathula* sunt capturați din mediul natural, de obicei din populațiile stabile și întreținute prin repopulări periodice. Capturarea lor se realizează în perioada migrațiilor cu aproximativ o lună, o lună și jumătate înainte de perioada optimă de depunere a pantei. Pescuitul se realizează cu unelte din plasă cu ochiuri mari de 12 – 18 cm, fixate la apă adâncă în locurile unde se concentrează specia, cum ar fi de exemplu în lungul albiilor râurilor. Transportul până la stațiile de reproducere artificială se face în vase de transport speciale de capacitate mare cu posibilități de aerare a apei. În apă se adaugă 1% clorură de sodiu și 10 ppm. Teramycină pentru reducerea stresului. Parcarea reproducătorilor se realizează în bazine de suprafață mică cca. 0,25 ha. Înainte de aplicarea tratamentului hormonal, reproducătorii sunt transferați în stațiile de reproducere artificială, în căzi din fibră de sticlă sau

în bazine circulare, care oferă posibilitatea ca peștii să înoate permanent și în același timp pot fi ținuți sub observație și manipulați ușor. Bazinele au diametrul de 2,5 m și adâncimi de cca. 1 m, în ele introducându-se 3 – 4 reproducători.

2.1.1. Selecția reproducătorilor

Caracterele de dimorfism sexual nu sunt suficient de precise pentru determinarea sexului reproducătorilor. În general, femelele, sunt mai mari decât masculii și au abdomenul mai proeminent, totuși masculii de talie mare pot fi ușor confundați cu femelele.

De obicei, masculii au rostrul, capul și uneori corpul întreg acoperit de butoni nupțiali. Un criteriu mai sigur este examinarea orificiului urogenital. Când această zonă este inflamată și vizibil moale, este un indiciu că exemplarul este femelă. De asemenea, se practică sondarea orificiului urogenital : ușoara inserare și prezența icrelor, indică faptul că femela este matură. Se recomandă utilizarea femelelor cu vârste cuprinse între 10 – 13 ani, având greutatea de 14 – 20 kg și masculi cu vârste de 8 – 10 ani și masa de 9 – 15 kg, pentru a fi mai ușor manipulați. De la o femelă cu masa de 18 kg se obțin în mod obișnuit cca. 300.000 – 400.000 icre. Se lucrează cu aproximativ 20 – 30 de femele și 10 – 15 masculi pe sezon. Se selecționează mai multe femele deoarece unele nu cedează icrele, sau cedează numai o mică cantitate de icre viabile.

2.1.2. Stimularea hormonală și ovulația

Pentru stimularea hormonală s-au testat următorii hormoni: hipofiza de *Polyodon spathula* congelată, extract omogenizat de hipofiză de *Polyodon spathula*, hipofiză de crap, gonadotropină chorică umană (HCG), hormoni luteinizanți (LH), hormoni foliculari stimulatori (FSH), LH-RH-etilamida.

Hipofiza provenită de la *Polyodon spathula* congelată este cel mai des utilizată. Glandele provin de la exemplare mature sexual, capturate prin pescuit sportiv sau comercial.

Greutatea exemplarului donator este înregistrată, astfel că, hipofiza va fi folosită la stimularea unui reproducător de aceeași mărime cu peștele de la care s-a recoltat. Nu este necesară selectarea hipofizelor în funcție de sexul peștelui donator. Hipofizele sunt decongelate și injectate intraperitoneal cu 1,5 cm³ apă distilată. Injecția se face la aproximativ 7,5 cm înaintea înotătoarelor ventrale și la cca. 2,5 cm de linia ventrală mediană pe oricare din flancuri. Inițial s-a utilizat concentrația de o hipofiză pe injecție, situație în care majoritatea femelelor au cedat cantități mici de icre. Russell, 1982, mărește doza la două hipofize pe injecție obținând, icre de la 85 % din totalul femelelor.

Masculii de *Polyodon spathula* sunt injectați pentru a ceda spermatozoizi viabili. Russell, 1982, a utilizat cu succes hipofiza de crap la stimularea masculilor, dar consideră că stimularea cu hipofiză de *Polyodon spathula* este cea mai sigură. În Missouri, s-au utilizat ambele metode – cu una, sau cu doua

hipofize de *Polyodon spathula*. S-a constatat că masculii stimulați cu două hipofize manifestă o creștere a fluidității spermei și a fertilității acesteia în timp. În general, masculii pot ceda spermă timp de 5 – 7 zile, iar după încetarea spermiației, masculii pot fi restimulați printr-o nouă injecție.

Deoarece hipofiza de *Polyodon spathula* a devenit tot mai greu de procurat, începând din anul 1983 a fost testat, iar din anul 1984, se utilizează cu rezultate foarte bune LH-RHa, la stimularea femelelor de *Polyodon spathula*. Este administrat în două doze: prima doză pregătitoare este de 0,01 mg/kg corp, iar a doua doză se administrează la interval de 12 – 15 ore, și este de 0,09 mg/kg corp. Administrat femelelor „pregătite fiziologic pentru ovulație”, LH-RH-a, produce, ovulația completă. Din anul 1985, se folosește aproape în exclusivitate. Literatura rusă indică realizarea stimulării hormonale cu hipofiză de sturioni. Cantitatea de hipofiză administrată femelelor a fost de 8 mg pe kg corp, în două doze, iar pentru masculi 3 – 4 mg, într-o singură doză.

La temperaturi de 14 – 16 °C, femelele se maturează după 21 – 24 de ore, iar la temperaturi de 17 – 19 °C, după 18 – 21 ore.

2.1.3. Recoltarea produselor sexuale

Femelele stimulate cu două hipofize de *Polyodon spathula*, de regulă cedează icrele după 18 – 24 ore, însă femelele injectate primăvara devreme, când icrele nu sunt în totalitate mature nu cedează icre nici după 30 – 36 ore. Femelele injectate cu LH-RHa, de obicei, cedează icre după 10 – 12 ore.

Femelele nu cedează icrele într-o singură porție. Ele depun icrele în porții mici, periodice până când le elimină pe toate. De aceea, ovulația, atunci când se produce, poate dura 8 – 10 ore sau mai mult. Icrele obținute la fiecare porție trebuie fecundate imediat.

Procesul de colectare a icrelor implică mai multe persoane. Două persoane țin femela, iar cea de a treia ține vasul în care se colectează icrele. Muncitorii care țin femela, prind peștele delicat de rostru și de coadă. O mână pusă pe orificiul urogenital împiedică pierderea icrelor. Când femela se relaxează, este scoasă din apă ținând capul puțin mai sus decât coada și abdomenul este masat ușor către orificiul genital, iar icrele sunt colectate într-un vas de plastic. Apoi femela este eliberată. De regulă, după 20 – 30 minute se maturează alte icre și operațiunea se repetă.

STECH L., O. LINHART, W.L. SHELTON, S.D. MIMS, 1999 - descriu tehnica MIST (tehnica chirurgicală cu minimă invazie) de recoltare a icrelor de *Polyodon spathula*, astfel: după o palpă internă a orificiului genital, se efectuează o incizie de 1 – 3 cm în peretele oviductului, folosind un bisturiu nr. 10. Incizia se efectuează în partea dorsală sau laterală a oviductului, conform particularităților anatomice determinate anterior prin palpă (Fig. 3).

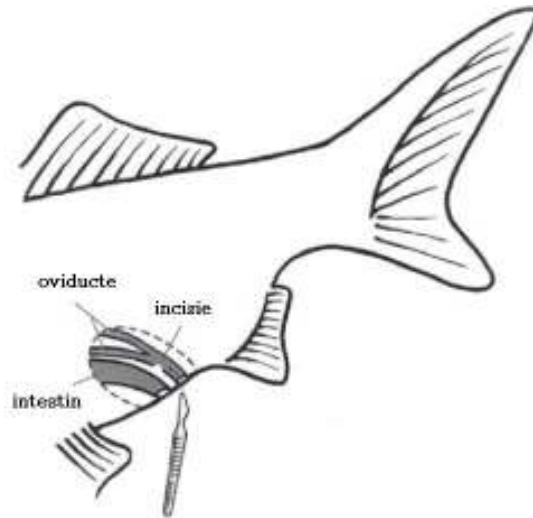


Fig. 3. Ilustrație schematică a tehnicii MIST pentru recoltarea icrelor mature de la sturioni

Se verifică ca fanta creată în oviduct să nu fie obturată și se începe prelevarea icrelor, prin masarea ușoară a abdomenului, începând din jurul orificiului genital, apoi avansând ușor spre porțiunea anterioară.

Întreaga operațiune de prelevare a icrelor, inclusiv procedura chirurgicală, durează în medie 10 minute.

Masculii, cedează sperma în interval de 24 ore, după injectare, iar spermatozoidii sunt viabili pentru cel puțin 48 de ore. Sperma de *Polyodon spathula* este apoasă, mai diluată, comparativ cu lichidul seminal de la majoritatea celorlalte specii de pești. Recoltarea spermei se face prin mulgere manuală, sau prin sondare. Cea de a doua metoda este utilizată cel mai frecvent deoarece permite colectarea numai a cantității de lichid seminal necesar fecundării și mărește productivitatea masculilor.

BROWN, C.G., S.D. MIMS, 1995 - studiază mobilitatea spermatozoidilor proveniți de la specia *Polyodon spathula*. La contactul cu apa spermatozoidii se activează și încep să se deplaseze energic și orientat. Mișcările sunt în general ondulatorii sau în spirală și numai rareori liniare. Viteza de deplasare este de 80 μ ./s. Ca și la alte specii, durata deplasării este dependentă de temperatură, cu cât crește temperatura intensitatea mișcărilor este mai mare, ceea ce duce la consumul rezervelor energetice și implicit a duratei de activitate. Autorii evidențiază faptul că durata deplasării este diferită între spermatozoidii aceleiași porții de spermă. Deosebirea este determinată de vârsta diferită a spermatozoidilor și de gradul lor de maturare, ca rezultat al modului în care a decurs procesul de spermiogeneză.

2.1.3.1. Crioconservarea spermei de *Polyodon Spathula*

LINHART, O., S.D. MIMS., W.L. SHELTON, 1996 - realizează experiențe privind motilitatea spermei, în diferite medii de diluție, păstrarea și transportul spermei de *Polyodon spathula*. Conținutul spermei recoltate de la mai mulți masculi a avut o medie de $1,8 \times 10^9 \pm 0,8 \times 10^9$ spermatozoizi/ml. Această concentrație este asemănătoare cu cea a multor specii din familia *Acipenseridae*. pH-ul fluidului intracelular a avut o valoare medie de 8,22 și a variat între 7,8 – 8,4. Studiul motilității spermei a fost realizat prin activarea acesteia în trei soluții : cu apa potabilă declorinată , cu soluție salină și cu amestec de soluție salină și antibiotice.

La depozitarea timp de 1 – 5 zile de la recoltare, sperma nediluată a avut un procent mediu de fertilitate (93 %) aproximativ la fel de bun cu cel al spermei proaspete și mai ridicat decât procentul în cazul utilizării spermei diluate.

La păstrarea pe termen mai lung, la 4 °C cu adaos de oxigen pur, o diluție conținând numai clorură de sodiu și antibiotice a avut un procent de fertilizare de 94 % la 14 zile și 61 % la 25 zile de la recoltare.

LINHART, O., MIMS, S.D., GOMELSKI, B., GELA, D., 2000 - descrie spermiția la masculii de *Polyodon spathula* stimulați cu LHRH-a și hipofiză de crap.

Autorii testează la stimularea masculilor de polyodon două substanțe hormonale: LHRH-a în doză de 0,05 mg/kg corp și hipofiză de crap în doză de 2 mg/kg corp, administrată într-o sigură injecție. Stimularea hormonală a masculilor se realizează în același timp cu cea de a II - a injecție administrată femelelor. La o temperatură medie de 15 °C masculii, cedează spermă în intervalul de 12 – 24 ore, după injecție, iar spermatozoizii sunt viabili pentru cel puțin 48 de ore. Sperma de *Polyodon spathula* este apoasă, mai diluată, comparativ cu lichidul seminal de la majoritatea celorlalte specii de pești. Recoltarea spermei se face prin mulgere manuală, sau prin sondare. Cea de a doua metoda este utilizată cel mai frecvent deoarece permite colectarea numai a cantității de lichid seminal necesar fecundării și mărește productivitatea masculilor. Masculii pot ceda spermă de mai multe ori într-un interval de cca. 6 – 7 zile. Utilizarea LHRH-a la stimularea spermiției produce o creștere a fluidității spermei și a fertilității acesteia, comparativ cu hipofiza de crap.

În ambele cazuri sperma își păstrează calitățile fecundante o perioadă de la 8 – 10 ore de la recoltare până la 12 ore, prin refrigerarea seringilor la o temperatură de 4 °C. Sperma de *Polyodon spathula* poate fi păstrată o perioadă de 12 zile și folosită cu rezultate pozitive dacă este depozitată în atmosferă de oxigen pus în seringi din material plastic de 20 – 60 cm³, cu refrigerare la 4 °C. În seringă se adaugă oxigen prin anexarea tubului colector la o sursă de oxigen pur și retragerea înceată a pistonului. Conținutul seringi este agitat pentru a asigura o oxigenare maximă, iar tubul tygon a fost asigurat cu o clemă. Oxigenul trebuie reînnoit la fiecare 12 ore.

MIMS, S, D., TSVETKOVA L.I., BROWN G.G., GOMELSKY B. I. 2000 - realizează sinteza cercetărilor de crioconservare a spermei la *Polyodon spathula*.

Sperma este amestecată cu un mediu crioprotector conținând 2,4 M DMSO (oxid de sulf dimetil) în proporție de 3 : 1 (sperma : mediu, concentrația finală de DMSO a fost de 0,6 M). Sperma și amestecul crioprotector a fost stocat în paiete de 5 ml, înghețate cu gheață uscată (15 min.) și apoi introduse în azot

lichid. Pentru dezghețare, paietele se scufundă în apă la temperatura de 20 °C pentru 15 sec. Spermatozoizii dezghețați au fost observați ca fiind mobili în proporție de numai 25 – 50 %, comparativ cu 100 % la spermatozoizii proaspeți. Mostre de spermă dezghețată au fost utilizate pentru a însenina icrele, prin procedura standard de fertilizare și de incubare. Procentul de eclozare a fost redus (16 ± 2 %) la icrele fertilizate cu spermă dezghețată, comparativ cu cel al icrelor fecundate cu spermă proaspătă (90 ± 3 %). Descreșterea capacității de fertilizare la spermatozoizii dezghețați poate fi rezultatul unei mobilități reduse sau afectării acrosomului.

După ce icrele au fost colectate, se adaugă sperma și se amestecă cca. 2 minute pentru a asigura o fecundare corespunzătoare. Apoi se adaugă o suspensie de nămol (suspensie Fuller) pentru a preveni aglomerarea icrelor. Icrele sunt agitate ușor timp de încă 15 minute și spălate cu apă pentru a îndepărta excesul de mъл. Icrele sunt transferate apoi în vase mai mari cca. o oră pentru a permite acomodarea lor cu apa din stație, după care sunt introduse în incubatoare.

2.1.4. Incubarea icrelor fecundate

Incubarea icrelor se realizează în incubatoare Robertson, dar ulterior s-au folosit incubatoare din fibră de sticlă. Cantitatea de icre introdusă într-un incubator este de cca. 100.000 icre (2 litri). Incubatorul are un debit de alimentare de 7 – 9 litri/minut și menține permanent icrele în masa apei. În timpul incubației, icrele sunt atacate de *Saprolegnia sp.* Pentru a preveni pierderile, sunt tratate cu formalină și fungicide la intervale de 24 ore. Perioada de incubație este influențată direct de temperatura apei. La temperaturi de 11 – 15 °C icrele eclozează după 10 – 12 zile și 6 – 9 zile la temperaturi de peste 15 °C. La 18 °C incubația durează 5 – 7 zile. Timpul mai scurt de incubație reduce pierderile cauzate de atacul fungilor. Incubatoarele sunt aranjate astfel încât larvele eclozate să poată fi deversate prin sită într-un vas colector. În vasul colector se introduce aer pentru asigurarea unui conținut adecvat de oxigen dizolvat în apă și pentru a evita lovirea larvelor și restului de icre de sită. Larvele sunt ținute în vasul colector, până în momentul trecerii la hrănirea activă.

După anul 1985, apar preocupări privind optimizarea tehnologiilor, a condițiilor de incubație și dezvoltare postembrionară, conservarea spermei și realizarea unor experiențe de manipulare genetice, ginogeneza meiotică și mitotică, urmate de reversarea sexului, având ca finalitate obținerea unor populații monosex - femele de *Polyodon spathula* pentru creșterea în diferite sisteme, în vederea producerii de carne și caviar. Cea mai mare parte a acestor lucrări s-au realizat în cadrul Centrului de Cercetare pentru Acvacultură al Universității din Kentucky, coordonate de Steven Mims, în cadrul Departamentului de Zoologie al Universității din Oklahoma de către William Shelton și Otomar Linhart

KEVIN, J. C., J.P. DOROSHOV, 1992 - studiază efectul principalilor parametri fizico-chimici ai apei asupra incubației și a dezvoltării larvare. Astfel, fecundarea și incubația se realizează în condiții optime la 16 °C, oxigenul trebuie menținut aproape de limita de saturație, pH-ul între 7,8 – 8,5, iar conținutul în azot amoniacal trebuie să rămână inferior limitei de 0,8 mg/l. Pentru primele 30 de zile ale

dezvoltării larvare temperatura optimă este cuprinsă între 18 – 20 °C. La 20 °C supraviețuirea este de 65 – 80 %. Temperaturile mai ridicate sunt nefavorabile dezvoltării larvelor; la 28 °C se produc mortalități masive. De asemenea, temperaturile mai scăzute de 16 °C diminuează supraviețuirea și creșterea.

MIMS, S.D., W.L. SHELTON., 1995 - prezintă metodele de iradiere a spermei provenită de la *Scaphirynchus platyrhynchus*, pentru inducerea ginogenezei la *Polyodon spathula*. În vederea inactivării, sperma a fost diluată cu soluție fiziologică salină și supusă iradierii cu ultraviolete în cantități mici. Pentru iradiere s-a folosit o lampă cu vapori de mercur. Lampa emite într-un interval spectral cuprins între 200 și 1200 nm, interval ce cuprinde și domeniul UV. Dozele au fost controlate pe baza efectului bilogic.

MIMS, S.D., W.L. SHELTON., J.A. CLARK, 1995 - realizează experimente de reversarea sexului la descendențele ginogenetice de *Polyodon spathula*, prin administrarea de 17 α - metyltestosteron la puii în perioada diferențierii sexului, sub formă de capsule cu eliberare treptată, implantate intraperitoneal. La peștii implantați cu două capsule a câte 5 mg, rezultatele testului au fost 90 % masculi și 10 % hermafrodiți.

LINHART O., S KUDO, 1997 - prezintă ultrastructura suprafeței icrelor de *Polyodon spathula* înainte și după fecundare. Ultrastructura membranei icrelor de *Polyodon spathula* a fost studiată prin scanare la microscop electronic. Fiecare ovocit vitelogenetic împreună cu învelișul său folicular formează folicula. Învelișul folicular constă din două straturi, stratul folicular granulos median adiacent suprafeței icrei și stratul fibros numit teacă, ce conține vasele sanguine. Foliculele de pe partea ovarului orientat spre celom sunt acoperite cu un strat epitelial subțire, iar cele de pe partea opusă sunt învecinate cu peretele ovarian. Ovocitul se diferențiază într-o emisferă vegetală plină cu granule mari de vitelus și picături mari de grăsime și o emisferă animală ce conține o masă mare de citoplasmă cu granule mai mici de vitelus și mici sfere de grăsime. Imediat sub suprafața ovocitului se află un strat de mici vezicule, numite granule de pigment.

Nucleul ovocitului polarizat este mai mare decât cel al unei celule somatice pitice. El conține 4 seturi de cromozomi (4n) și este denumit vezicul germinal (G.V.). Reducerea conținutului genomic al icrei se produce numai în timpul ovulației (până la 2n) și postfertilizării (până la n). Veziculul germinal este înconjurat de vitelusul fin granulat din emisfera animală, iar granulele viteline și picăturile de grăsime din emisfera vegetală au atins dimensiunea lor maximă.

Pe lângă cele două straturi foliculare, ovocitul are învelișul său propriu care conține un strat exterior gelatinos și o zonă radiată externă și internă. Prin cele trei straturi se formează precursorii canalelor viitoare – micropili – până la suprafața icrei. Micropili formați de către celulele foliculare specializate pătrund în învelișul ovocitului la polul animal. Când aceste procese sunt încheiate, ovocitul este considerat apt de a răspunde stimulilor hormonalți necesari pentru ovulație și fecundare.

Icelele mature posedă un număr de 4 – 12 micropili, în regiunea polului animal. În iccelele mature studiate, au pătruns 5 – 9 spermatozoizi. La un minut de la fecundare partea superioară a zigotului se lărgeste, printr-un proces citoplasmatic ce are loc la nivelul orificiului extern al canalului mai multor

micropili. Icrele de *Polyodon spathula* pot accepta spermatozoizi corespunzător numărului de micropili și reacționează la stimulările fecundante, dând naștere prin procese citoplasmatică, la conuri fecundante.

SHELTON, 1997; MIMS, 1997; MIMS, 1998 - prezintă experiențele de inducere a ginogenezei meiotice la specia *Polyodon spathula*, în vederea obținerii loturilor monosex – femele prin diploidizarea ovulelor și retenția celui de al doilea globul polar și fecundarea cu spermă inactivată genetic provenind de la specia *Scaphinrynchus platorynchus*. Referitor la diploidizarea ovulului, deși inițial s-au folosit și tratamente chimice alături de cele fizice, s-au impus ca eficiente acestea din urmă. Astfel, pentru inducerea ginogenezei s-au aplicat șocuri termice asupra icrelor (35 °C timp de 2 minute) la 16,5 minute, 18,5 minute și 20,5 minute, după fecundare. În vederea inactivării genetice a spermei, aceasta a fost diluată cu soluție fiziologică salină și supusă iradierii cu ultraviolete conform metodelor stabilite de Mims, 1995.

Procentele de supraviețuire a descendențelor ginogenetice au fost de 12 – 19 % și s-au obținut în condițiile în care icrele au fost incubate la temperatura de 18 °C.

Pentru reversarea sexului, descendențelor ginogenetice le-au fost implantate înainte de începerea diferențierii gonadelor, la vârsta de aproximativ 20 de săptămâni, capsule cu eliberare lentă conținând metiltesteron. Descendențele ginogenetice netratate au fost femele. Cca. 90 % dintre femelele tratate genetic și-au schimbat sexul în masculi. (Mims et al., 1995c). O parte dintre aceste femele, presupuse masculi, sunt crescute până la atingerea maturității sexuale pentru a fi testată fertilitatea și rezultatul final al programului.

JEROME, J., W. FINK 2004 - elaborează o lucrare de sinteză referitoare la specia *Polyodon spathula* privind statutul actual, măsurile de management și de dezvoltare acvaculturii, în perioada 1986 – 2004.

2.1.5. Dezvoltarea în perioada larvară

Creșterea larvelor în prima etapă se realizează extensiv, în bazine de pământ, fertilizate organic și bogate în zooplancton sau intensiv în căzi utilizându-se și furaje extrudate (Semmens și Shelton, 1986; Mims și Shelton, 1999; Onders și colab., 2001).

După eclozare larvele sunt predezvoltate în bazine sau troci. Densitatea inițială este de 5 – 10 ex/l, prin evaluări și răririi succesive ajungându-se la 2 ex/l. Temperatura optimă este de 20 – 22 °C. Larvele se hrănesc cu zooplancton, Artemia salina, Daphnia, Moina și altele. Hrana în bazine trebuie să se mențină la un nivel constant de 3 – 5 mg/l. Pentru primele 30 de zile ale vieții larvare, temperatura optimă trebuie să fie cuprinsă între 18 – 20 °C (Kevin & Doroshov, 1992). La 20 °C supraviețuirea este de cca. 65 – 80 %. Temperaturile peste 24 °C sunt nefavorabile, iar la temperaturi de peste 28 °C, mortalitățile sunt masive. De asemenea, temperaturile sub 16 °C diminuează supraviețuirea și creșterea.

Perioada larvară durează în medie 40 de zile de la eclozare, perioadă în care larvele parcurg mai multe stadii de dezvoltare, iar la final capătă aspectul și forma caracteristice speciei.

La *Polyodon spathula* celulele sexuale preliminare apar la larve, în stadiul 32 – 33 de dezvoltare. Perioada indiferentă de dezvoltare a gonadelor la femele se definitivează la vârsta de aproximativ 4 luni, iar la masculi, în al doilea an de viață.

Diferențierea anatomică începe la femele în primul an de viață, la vârsta de 150 de zile, iar la masculi în al doilea an de viață. Diferențierea citomorfologică a gonadelor la femele apare în al doilea an de viață, iar la masculi în al patrulea an.

MIMS, S, D., 2001 - prezintă datele privind acvacultura speciei *Polyodon spathula* în SUA. Autorul menționează că acvacultura speciei are caracter experimental și este într-o continuă dezvoltare, ca urmare a cererilor de carne și mai ales de icre. Reproducerea artificială a speciei se realizează în cele mai multe cazuri, utilizând reproducători capturați din mediul natural, dar în ultimii ani au fost utilizate și loturi de reproducători crescuți în captivitate. Creșterea în primul an se realizează în sistem intensiv și superintensiv în monocultură, iar începând din vara a II - a în policultură în sistem extensiv, în heleșteie și lacuri de acumulare.

ALEXANDROVNA I. V., 1989 - descrie gametogeneza și ciclurile sexuale la *Polyodon spathula*, crescut în condiții de captivitate. Aceasta constată că procesul de gametogeneză al speciei coincide ca stadii cu descrierea din literatura de specialitate din arealul de origine. Procesul de dezvoltare al gonadelor are stadii caracteristice acipenseridelor în ceea ce privește formarea gonadei, creșterea și diferențierea celulelor sexuale.

VEDRAȘCO A., V. LOBCHENKO, R. BILLARD 2001 - prezintă rezultatele privind sistemele de creștere și tehnologiile de reproducere a speciei *Polyodon spathula* în Rusia, Ucraina și Moldova. Acordă mari șanse acvaculturii speciei datorită eficienței la creșterea în policultură fără consum de furaje și fără investiții suplimentare și a calității caviarului obținut asemănătoare cu cel al păstrugii.

2.1.6. Creșterea speciei *Polyodon spathula* până la vârsta de un an

Pentru creșterea puilor de polyodon au fost utilizate 3 metode. Toate metodele implică producerea larvelor și creșterea până la vârsta de un an.

Prima metodă constă în creșterea larvelor în bazine de pământ și fertilizarea acestora, pentru a menține o densitate adecvată a zooplanctonului - cultura extensivă, metoda bazinelor de pământ.

A doua metodă constă în popularea larvelor sau a puilor în vârstă de 30 – 40 de zile, în bazine și creșterea lor, în policultură cu alte specii, de obicei cu somnul de canal (*Ictalurus punctatus*).

A treia metodă constă în creșterea puilor în căzi, amplasate în spații acoperite, utilizând hrana artificială.

Polyodonul poate fi crescut prin oricare din aceste metode, fiecare din ele prezintă unele avantaje, dar și dezavantaje.

2.1.6.1. Creșterea extensivă

a) Pregătirea bazinelor de creștere.

Polyodon spathula poate fi crescut în bazine de pământ de dimensiuni diferite. Sunt preferate însă bazinele cu suprafețe mai mici, de cca. 0,5 ha datorită posibilităților de supraveghere permanentă și de intervenție. Pentru creșterea speciei *Polyodon spathula*, cel mai frecvent se utilizează bazine cu suprafețe de 0,8 – 2,0 ha, care oferă posibilitatea controlului permanent al parametrilor fizico-chimici ai apei, în special a oxigenului dizolvat și al dezvoltării vegetației în exces, care în bazinele cu suprafețe mari constituie o problemă. Se recomandă ca bazinele să aibă fundul uscat cel puțin 10 zile înainte de inundare.

b) Inundarea bazinului

Bazinul trebuie inundat prin site cu ochiuri mici, pentru a preveni pătrunderea altor specii de pești sau a dăunătorilor, odată cu apa de alimentare. Bazinele se inundă și se fertilizează cu cca. 10 – 15 zile înainte de populare pentru a asigura dezvoltarea unei populații zooplactonice corespunzătoare. Dacă bazinul este inundat prea devreme, se poate dezvolta o populație de insecte acvatice mari. Umplerea bazinelor este o etapă importantă. Se utilizează o tehnică prin care bazinele sunt inundate treptat (1/3 – 1/4 din volumul total la fiecare 29 – 30 de zile). Această tehnică prezintă un avantaj, în sensul că larvele inițial, nu au nevoie de un bazin plin, sărac în zooplancton, iar suprafețele proaspăt inundate susțin dezvoltarea zooplanctonului, dar și dezavantajul că, în cazul ploilor torențiale digurile sunt expuse la spălări.

c) Fertilizarea bazinelor

Producțiile de polyodon sunt determinate în mare măsură de calitatea apei și de modul de fertilizare al bazinului. Bazinele de creștere trebuie să fie fertilizate pentru a furniza necesarul de nutrienți care asigură dezvoltarea și întreținerea unor populații dense de zooplancton. Hrana alevinilor și puilor de polyodon este în exclusivitate alcătuită din zooplancton și insecte acvatice. Grupurile zooplanctonice majoritare din bazinele de creștere sunt cladocerele, copepodele și rotiferele. Cladocerele în special *Daphnia sp.* sunt hrana preferată de polyodoni (Michaletz și colab., 1982) probabil pentru că sunt suficient de mari și înoată încet, putând fi mai ușor detectate și capturate. Când polyodonul are aproximativ 7 – 8 cm lungime totală, ei încep să se hrănească și prin filtrare și pot utiliza și copepodele care înoată mai repede. Atât copepodele cât și cladocerele au o rată reproductivă ridicată și răspund la acțiunile de fertilizare a apei. Sunt utilizați numeroși fertilizanți, în doze diferite, în funcție de zona geografică și de sezon.

Pentru dezvoltarea și susținerea populațiilor de cladocere, cu cele mai bune rezultate sunt utilizate îngrășămintele organice. Acestea pot fi : gunoiul de grajd, gunoiul de pasăre, făina și granulele de lucernă, făina de soia sau din semințe de bumbac, borhotul de bere, drojdia de bere, dozele de aplicare fiind stabilite în funcție de fiecare caz în parte. În general, majoritatea fertilizanților se aplică în doze de 50 – 500 kg/ha. Fertilizarea poate fi făcută într-o singură doză, sau în doze săptămânale pe parcursul sezonului de creștere. Sunt preferate dozele săptămânale, astfel încât să permită monitorizarea calității

apei și a dezvoltării zooplanctonului, în funcție de rezultate, stabilindu-se mărimea dozei și momentul aplicării.

Fertilizantii anorganici (N-P-K), care se găsesc sub formă de granule, pulberi sau sub formă lichidă, sunt folosiți în combinație cu îngrășămintele organice. Administrarea lor trebuie făcută sub supraveghere deoarece, susțin înflorirea fitoplanctonului.

În Missouri, fertilizarea bazinului se realizează la inundare, cu cca. 10 – 14 zile înainte de popularea larvelor și apoi săptămânal se administrează 150 kg/ha făină de lucernă deshidratată și 150 kg/ha gunoi de taurine sau 50 kg/ha drojdie de bere și 25 kg/ha gunoi proaspăt de păsări, pe tot parcursul sezonului de creștere. Semmens & Shelton, 1986, au sporit numărul inițial al organismelor zooplanctonice, în bazinele experimentale din Alabama, prin culturi separate de zooplancton și popularea bazinelor de creștere cu 6 – 14 cladocere/l. Acest procedeu se aplică în bazinele în care culturile de zooplancton sunt greu de înființat. Semmens & Shelton, 1986, au obținut cele mai bune rezultate la inițierea culturilor de zooplancton fertilizând săptămânal cu 200 kg/ha tărâțe de orez și 100 kg/ha gunoi proaspăt de pasăre. Doza săptămânală se stabilește în funcție de concentrația oxigenului dizolvat, gradul de dezvoltare al zooplanctonului și de culoarea apei. Fertilizarea bazinelor se întrerupe când concentrația oxigenului solvit scade sub 3 mg/l dimineața devreme.

d) Popularea bazinelor și creșterea

Popularea bazinelor se realizează în momentul când larvele trec la hrănirea activă de regulă la vârsta de 7 – 9 zile de la eclozare. S-au experimentat densități de populare de 20.000, 40.000 și 60.000 larve/ha. Supraviețuirea de la stadiul de larvă la cel de pui cu lungimea totală de 25 – 30 cm, a avut valoarea cea mai mare pentru densitatea de 40.000 larve/ha. Indicele de supraviețuire anual variază foarte mult, media fiind de 20 – 50 % Începând din anul 1982, larvele se populează în densități de 40.000 larve/ha și se obțin indici de supraviețuire în medie de 35 %. Cei mai importanți factori care determină supraviețuirea, sunt calitatea apei și densitatea zooplanctonului. Când densitatea zooplanctonului este mare, creșterea este rapidă, rata zilnică a creșterii este de 2,4 mm/zi (Michaletz și colab., 1982), iar după aproximativ 140 de zile de creștere, puii au dimensiuni de 25 – 30 cm lungime totală.

e) Recoltarea puilor de polyodon

Puii de polyodon se pescuiesc ușor cu năvodul, pe canalul drenor al bazinului. Deoarece sunt foarte sensibili, puii se pescuiesc când temperatura apei este de cca 21 °C, dimineața devreme sau seara mai târziu. Bazinele se golesc lent, pentru a preveni aglomerarea puilor în grătarele instalației de evacuare. După pescuire, popularea puilor trebuie să se facă în maxim 48 de ore, deoarece ei nu pot fi ținuți fără hrană prea mult timp. Transportul puilor se realizează în hidrobioane, cu aerare permanentă a apei în care se adaugă 0,5 % clorură de sodiu și 10 mg/l Terramycina.

f) Potentialele probleme ale creșterii în bazinele de pământ

Bazinele destinate creșterii polyodonului trebuie supravegheate permanent pentru a monitoriza creșterea și supraviețuirea și pentru a depista la timp eventualele probleme. Dacă prezența vertebratelor prădătoare și dezvoltarea în exces a vegetației acvatice pot fi sesizate ușor, în ceea ce privește calitatea apei și problemele determinate de apariția bolilor, necesită o atenție mai mare și analize complete. Acești factori cumulați pot produce mari pierderi, dacă nu sunt sesizați la timp.

Insectele acvatice cum sunt luntrașul, gândacul negru, cărăbușul de apă, pot consuma larvele de polyodon. Multe din aceste insecte pot fi eliminate prin golirea și uscarea completă a bazinelor. Pentru combaterea acestora se folosește un amestec de hidrocarburi (50 % motorină și 50 % ulei ars de motor) în doze de 50 l/ha. Pentru a elimina rapid resturile de hidrocarburi se barbotează aer în bazin, cu cel puțin 24 de ore înainte de populării. Se mai folosesc insecticidele comerciale, însă cu mare atenție deoarece sunt toxice pentru puii de polyodon și pentru zooplancton. Dacă se utilizează după popularea cu larve, ele nu vor fi administrate mai devreme de 20 – 30 de zile de la populare.

Scoicile densitățile mari ale scoicilor pot provoca tulburarea apei, prin scormonirea fundului bazinului și de asemenea, se hrănesc cu zooplancton. Combaterea lor se realizează cu diverse insecticide, însă trebuie bine dozate, deoarece sunt extrem de toxici pentru dezvoltarea zooplanctonului.

Vertebratele răpitoare Păsările răpitoare produc pagube mari în bazinele populate cu polyodon. Îndepărtarea lor se realizează cu plasa întinsă peste bazin și cu petarde. Broaștele, șerpii, guzganii și vidrele produc de asemenea pagube mari, consumând puii de polyodon.

Vegetația acvatică Macrofitele acvatice și algele filamentose pot fi o problemă serioasă pentru bazinele de creștere a polyodonului. Puii de polyodon sunt „slabi înotători”, se încurcă în vegetație și mor. Pentru combaterea lor se utilizează mai multe erbicide, dar numai după analiza atentă, privind efectele asupra zooplanctonului. Majoritatea se utilizează înainte de populare, sau după ce larvele au vârsta de 20 – 30 de zile.

Calitatea apei Calitatea apei trebuie monitorizată permanent, mai ales dacă bazinele sunt fertilizate. Valoarea oxigenului solvit trebuie să nu scadă sub 4 mg/l, sub această limită, fertilizarea bazinului trebuie sistată. Nivelul oxigenului poate fi crescut prin curent de apă proaspătă, sau prin aerarea apei, prin metode mecanice. Dacă este utilizat un dispozitiv de aerare mecanică, acesta trebuie ecranat cu o sită, pentru a evita rănirea puilor de polyodon. Unele pepiniere sunt dotate cu injectoare de aer pe fundul bazinului, pentru a se putea interveni în cazul în care scade conținutul în oxigen solvit în apă, fără a dăuna puilor de polyodon. Puii de polyodon nu sunt foarte afectați de variațiile largi ale alcalinității și duriității totale. Ele pot fi modificate prin administrarea amendamentelor, pentru creșterea capacității de tamponare și pentru neutralizarea influenței acidității solului. Temperatura apei în bazinele de creștere variază considerabil, în

funcție de localizarea geografică. Totuși, temperaturile optime pentru creșterea polyodonului sunt cuprinse între limitele de 18 – 26 °C. Temperaturile peste 26 °C, provoacă inapetență și scăderea cantităților de zooplancton, care afectează negativ creșterea puilor (Rosen & Hales, 1981). Temperaturile ridicate, pot fi uneori scăzute, prin alimentarea cu apă rece.

Bolile nu constituie o problemă majoră la creșterea puilor de polyodon. Mici probleme pot fi provocate de paraziții externi, în special *Trichodina*, *Scyphidia* și *Costia*. Aceste parazitoze pot fi tratate eficient cu permanganat de potasiu, în doze de 2 mg/l, adăugând suficient reactiv până ce se menține culoarea cafenie. Nu se recomandă utilizarea sulfatului de cupru, deoarece el este foarte toxic. Formaldehida nu va fi utilizată în doze mai mari de 75 mg/l, deoarece devine stresantă pentru pești.

2.1.6.2. Creșterea în policultură

În S. U. A. acvacultura este orientată către monocultură, totuși în statele din sud mai mulți producători de pește, cresc cu rezultate foarte bune somn de canal, împreună cu ciprinide asiatice. Somnul de canal, este adaptat la hrănirea cu furaje combinate și este o specie foarte potrivită pentru creșterea în policultură. Bazinele populate cu polyodon și somn de canal, nu necesită fertilizare deoarece excesul de hrană neconsumat de către somn, stimulează dezvoltarea zooplanctonului. Deoarece polyodonul nu este tentat să consume granulele administrate ca hrană pentru somn, cele două specii pot fi crescute foarte bine împreună.

Experiențe de creștere a polyodonului cu somnul de canal s-au desfășurat începând din anul 1973. Bazinele au fost populate în diverse formule, atât cu larve cât și cu pui în vârstă de 30 - 40 zile.

Larvele de polyodon au fost populate în densități de 14.000 – 20.000 ex/ha, iar somnul în densități de 10.000 ex/ha.

Puii de polyodon (lungime totală de 8 – 15 cm) se populează în densități de 4.000, 6.000 și 8.000 ex/ha în policultură cu larve de somn de canal în densități de 100.000, 140.000 și 200.000 larve/ha sau cu pui de somn în densități de 2.000 pui/ha.

Indicii de supraviețuire ai polyodonului au avut limite de variație foarte mari de la 20 – 77%. Polyodonul din bazinele cu cea mai scăzută supraviețuire 20 % a avut lungimea medie de 48 cm, după 140 zile de creștere, iar în bazinele cu cea mai bună supraviețuire (77 %) au avut lungimea medie de 31 cm. Puii de polyodon populați în densitatea cea mai mică (4.000 ex/ha), nu au fost mai mari decât puii rezultați din popularea cu larve în densități 14.000 și 20.000 ex/ha. La sfârșitul sezonului de creștere ambele grupe de pui au avut lungimea medie de 30 cm. Somnul de canal a crescut bine în toate variantele, având o supraviețuire foarte bună și fără să afecteze polyodonul.

Metoda de creștere a polyodonului în policultură cu somnul este puțin utilizată în prezent, în SUA, deoarece necesitățile de producere a puilor destinați repopulărilor în apele naturale, impun creșterea unui număr cât mai mare de pui pe suprafețe reduse.

2.1.6.3. Creșterea intensivă

În SUA, metodele de creștere intensivă a speciei *Polyodon spathula* au fost abordate în anii '70, când cercetările au demonstrat că specia poate fi crescută în captivitate, în căzi și tancuri și hrănită cu furaje artificiale. Cultura intensivă prezintă avantajul că mediul de creștere poate fi în totalitate controlat, iar furajele artificiale sunt disponibile tot timpul anului, administrarea lor este ușoară și poate fi automatizată, sunt stocate ușor, în furaje se pot introduce medicamente și biostimulatori, nu introduc boli și paraziți și în general, se reduc costurile programului de hrănire.

Purkett (1963), a fost primul care a hrănit polyodonul cu furaje artificiale, utilizând o rețetă de furaje starter pentru păstrăv, dar a constatat că rețeta nu a fost potrivită, mortalitățile fiind foarte ridicate.

Russell (1982), a hrănit puii cu furaje utilizate de obicei în hrana somonului, rezultatele fiind similare. Larvele au fost atrase de hrana artificială, s-au hrănit activ, însă pierderile au fost foarte mari. Considera că polyodonul poate fi hrănit cu furaje artificiale care să aibă un conținut adecvat de vitamine și aminoacizi suplimentari. În același timp considera că hrana polyodonului trebuie să fie de consistență moale, deoarece a observat că o parte din exemplarele de polyodon studiate în timpul hrănirii, ingeră granulele tari, rigide, dar apoi le „scurpa”.

Primele experiențe de creștere intensivă s-au desfășurat în anii 1975 – 1976. Larvele au fost populate în căzi din fibră de sticlă cu lungimea de 3,5 m, lățimea de 80 cm, înălțimea de 30 cm și volumul de aproximativ 500 de litri, în densități de 1000, 2000 și 4000 exemplare/cadă. Temperatura pe durata desfășurării experiențelor a fost de 17,2 °C primăvara și de 29 °C vara. Căzile au fost curățate zilnic și iluminate permanent.

Furajarea larvelor de polyodon începe imediat după popularea lor în căzi. Zooplanctonul administrat (în special *Daphnia sp.*) a provenit din bazinele de creștere din pepinieră și a asigurat hrana inițială. Daphniile sunt menținute în densități ridicate, în căzi, pe parcursul primei săptămâni, asigurând o rezervă de hrană suficientă. Când larvele încep să consume activ zooplancton, se începe și administrarea furajului artificial, sub formă de granule cu dimensiuni de 2,5 mm. După 3 zile, se observă ca polyodonii încep să consume furaje, iar după 13 – 18 zile majoritatea puilor acceptă furajul.

Hrana artificială se administrează cu ajutorul hrănitorelor automate, la intervale de 30 de minute sau 60 de minute. Dimensiunea granulelor se mărește pe măsură ce se constată că polyodonul poate consuma granule mai mari. Puii de polyodon consumă furajul atâta timp cât acesta se menține în masa apei, după aceea, refuză să-l mai caute pe fundul apei. Pentru a evita aglomerarea puilor sub hrănitorele automate, s-au folosit ecrane de compartimentare a recipientului. În timp ce hrana se află în cădere, larvele de polyodon înoată agitate în apa din căzi. S-a observat că unele exemplare de polyodon, consumă furajele de la suprafața apei înainte ca ele să se scufunde, altele consumă furajele din masa apei, iar altele consumă furajele din apropierea fundului, dar nu le consumă pe cele deja căzute pe fundul căzilor. Aceste

observații au dus la îmbunătățirea rețetelor de furaje, astfel încât granulele să rămână cât mai mult în masa apei.

Pe măsură ce larvele încep să consume furaje artificiale, zooplanctonul este administrat în cantități descrescătoare, de două ori pe zi, pentru încă 30 de zile, apoi odată pe zi pentru următoarele 10 zile, iar apoi sporadic. Zooplanctonul se administrează un număr total de 35 – 40 de zile înainte de trecerea la hrănirea exclusiv cu hrană artificială. Supraviețuirea după 30 de zile este de cca. 50 %, în acest timp puii ating lungimi de 12 – 15 cm.

Aglomerarea puilor mici de polyodon (lungimea de 5 – 7 cm) în căzi poate provoca două manifestări neobișnuite, ambele fiind efectul suprapopulărilor: „afișarea” rostrului și scurtarea cozii.

„Afișarea” rostrului este caracterizată prin înotul polyodonului la suprafață cu rostrul ieșit din apă. Atunci când puii înoată cu rostrul la suprafața apei, ei încetează să se mai hrănească și mor curând, dacă nu sunt răriți. De asemenea, scurtarea cozii este o manifestare a supraaglomerării. S-a constatat ca îndată ce puii au fost transferați în căzi mai mari, aceste manifestări au încetat. O altă problemă care a apărut la creșterea puilor în căzi, este aglomerarea lor, în colțurile căzilor, având ca rezultat reducerea hrănirii și o rată mică de creștere. Pentru a preveni problemele determinate de supraaglomerare, când puii au lungimi de 12 – 14 cm sunt transferați în tancuri circulare cu diametrul de cca. 1,7 m și volumul de 1000 litri, în care sunt ținuți până la sfârșitul sezonului de creștere. Deasupra se pun capace din plasă, pentru ca polyodonii să nu sară din tancuri.

La sfârșitul sezonului de creștere, indicii de supraviețuire au avut valori de 34 – 42 %, iar puii au lungimea totală de peste 25 cm.

Creșterea intensivă a polyodonului, este o metodă care necesită o atenție sporită. Polyodonul poate fi obișnuit să consume furaje artificiale, însă trebuie evitate supraaglomerările. Puii trebuie evaluați și sortați periodic și răriți, ceea ce presupune spații de creștere relativ mari.

După 1990, numeroase lucrări referitoare la creșterea speciei *Polyodon spathula* în bazine de pământ, în monocultură prin aplicarea diverselor metode de fertilizare, sau în policultură cu *Ictalurus punctatus* au fost realizate de Mims și colab.,1991; Mims & Clark.,1994; Mims și colab., 1995; Scarnecchia & Stewart,1997.

În prezent, cea mai utilizată metodă pentru producerea polyodonului în SUA, este metoda creșterii extensive în bazine de pământ.

Activitatea 1.2. Studiu privind posibilul potențialul invaziv al speciei *Polyodon spathula*.

Introducere

În procesul introducerii oricărei specii alohtone sunt evidențiate după Lever, 1994 (citată de Bănărescu, 1996) trei etape distincte: prima corespunde introducerii propriu-zise și se caracterizează în primul rând printr-o scădere evidentă a speciei introduse; a doua etapă corespunde înmulțirii speciei respective, de multe ori cu înregistrarea unei explozii numerice; cea de-a treia etapă aduce stabilizarea și instalarea unui nivel optim, la care specia poate să supraviețuiască.

Pentru că introducerea unei specii produce modificări extrem de importante și de severe, chiar ireversibile în ecosistemele în care ajung, se impune, în cazul speciilor introduse în mod constant, o analiză responsabilă și o atentă supraveghere a acestui proces, chiar din primele momente ale inițierii sale.

Astfel, același autor afirmă că trebuie să se aibă în vedere următoarele aspecte:

- dezechilibrele produse în cadrul ecosistemelor acvatice;
- apariția unor competiții interspecifice față de speciile autohtone;
- transmiterea de boli și paraziți;
- prejudicii în hrana umană și în resursele economice;
- schimbări de natură genetică, fiziologică, morfologică în populațiile autohtone, prin hibridare cu cele introduse și în populațiile introduse prin adaptarea la noul mediu.

Efectele negative ale introducerii de noi specii de pești pot fi:

- Eliminarea uneia sau mai multor specii prin consumarea ei (mai ales a puietului).
- Eliminarea uneia sau a mai multor specii autohtone prin concurența la hrană.
- Hibridarea interspecifică.
- Introducerea de paraziți alohtoni.
- Modificări ale condițiilor ecologice ale biotopului.

1. *Proгноza efectelor introducerii speciei *Polyodon spathula* (Walb. 1792) în crescătoriile piscicole din România*

1.1. *Hrănirea cu unele specii autohtone de pești*

Inițial, biologii au descris polyodonul adult ca pe un pește bentonic, care se hrănește cu organisme vegetale și animale minuscule pe care le găsește prin scormonirea nămolului și vegetației cu ajutorul rostrului (Alexander, 1914; Stockard, 1907). Această opinie a fost ulterior dezmințită de către Eddy și Simer (1929) care au descoperit că polyodonii erau consumatori de plancton. Pe baza revizuirii literaturii, Gerking (1994) a descris polyodonul ca pește filtrator, care înoată cu gura larg deschisă și operculele

umflate. Autoarea descrie modul în care arcurile branhiale ale peștelui acționează probabil ca o sită pentru a captura planctonul. Majoritatea publicațiilor contemporane referitoare la polyodon menționează că dieta acestuia constă din crustacee zooplanctonice (Rosen și Hales, 1981; Hoxmeier și DeVries, 1997; Hageman și colab., 1986), în timp ce câțiva au menționat alte elemente din dieta acestui pește.

Ruelle și Hudson (1977) au găsit polyodoni sub un an (mai mici de 200 mm lungime), în lacul Lewis and Clark, selectat pentru disponibilitatea mare de zooplancton (*Daphnia pulex*). Dieta lor a fost reprezentată de crustacee zooplanctonice (76 %), șase specii de insecte acvatice (21 %) și o specie de insectă terestră (3 %). Ruelle și Hudson au rezumat descoperirile lor prin clasificarea taxonomică și de mărime în termeni de densitate medie și frecvența incidenței. Michaletz și colab. (1982) au observat că polyodonii mai mici de un an trec de la consumul individual la hrănirea prin filtrare atunci când ajung la lungimea de 120 mm și consideră că această trecere la hrănirea prin filtrare stimulează ritmul mai mare de creștere. Hrănirea prin filtrare nu a depins de dezvoltarea completă a arcurilor branhiale ceea ce a condus la ingerarea unei prăzi mai mici față de stadiul de hrănire individual.

Așadar, se poate spune că *Polyodon spathula* este un pește planctonofag. Am putea admite cel mult, că odată cu zooplanctonul ar putea ingera și un număr mic de larve de obleț sau alți pești din straturile superioare ale apei.

Deci, din acest punct de vedere introducerea lui *Polyodon spathula* nu prezintă pericol.

1.1.1. Concurența la hrană cu speciile de pești autohtoni

Hrana de bază a speciei *Polyodon spathula* este reprezentată de zooplancton și insecte acvatice, așa cum rezultă din cercetările întreprinse asupra hranei sale atât în arealul de origine, cât și în țările europene în care a fost introdus în cultură. Din studiile făcute pe exemplarele existente în România, se confirmă caracterul dominant zooplanctonofag al speciei. În conținutul tubului digestiv al exemplarelor analizate, s-au găsit și unele nevertebrate bentonice (larve de chironomide, efemeroptere, ostracode, izopode, heteroptere), plante (resturi de macrofite și alge). Zooplanctonul (în primul rând cladocerele, în al doilea rând copepodele, mai puțin rotiferele) rămâne însă hrana de bază.

Putem spune că, dacă se pune problema competiției între *Polyodon spathula* și alte specii de pești din fauna țării, trebuie avute în vedere speciile zooplanctonofage. Numai trei specii din România sunt esențialmente consumatoare de zooplancton: *Aristichthys nobilis* (novacul), *Carassius auratus* (carasul) și *Abramis ballerus* (cosacul cu bot ascuțit). Introducerea speciilor alohtone este justificată mai ales pe criterii economice. Dacă *Polyodon spathula* este preferabil, ca pește de consum, lui *Aristichthys nobilis*, diminuarea ponderii acestuia în producția piscicolă și în fauna țării, constituie o problemă cu incidență protecționistă. Carasul este și el consumator de zooplancton, dar nu exclusiv, spectrul său trofic fiind foarte variat, nu poate fi eliminat de *Polyodon spathula* prin competiție; cel mult efectivul sau ar putea fi diminuat în anumite unități piscicole.

Rosen (1976) și Rosen și Hales (1981) au coordonat cel mai amplu studiu, care a concluzionat că polyodonii adulți din Fluviul Missouri se hrănesc „aproape în totalitate cu crustacee zooplanctonice”. Ei au prezentat polyodonul ca fiind un filtrator al particulelor mai mari de 0,20 – 0,25 mm lungime și 0,10 – 0,12 mm lățime. Intensitatea mai mare de ingerare a fost observată primăvara și s-a încheiat cu o încetare a hrănirii de la sfârșitul lunii iunie până în septembrie.

Hoxmeier și DeVries (1997) și Hageman și colab. (1986) au observat de asemenea că polyodonii adulți din partea inferioară a râului Alabama și din lacul Cumberland se hrănesc în special cu crustacee zooplanctonice. Gradul de umplere al stomacului și componența crustaceelor din dietă variază în funcție de sezon și mediu.

Smith N. D. (2004) a realizat un studiu minuțios al componenței hranei la *Polyodon spathula*. Din 95 exemplare găsite cu hrană în stomac, 12 exemplare erau în stadiul 1 de maturare a gonadelor, 47 de exemplare în stadiul doi, 36 de exemplare erau în stadiul trei de maturare și un exemplar în stadiul patru. Capturarea peștilor s-a realizat în diferite perioade ale anului. Au fost identificate șapte grupe taxonomice diferite, respectiv: Copepoda, cladocera, Insecta, Ostracoda, Amfipoda, Decapoda și diatomee (Tabelul 1). Copepodele au prezentat cea mai mare abundență (62 %) și incidență (90 %) a prăzii descoperită în stomacuri, urmate de cladocere (abundența 35 % și incidența 82 %).

Insectele și ostracodele s-au clasat pe locurile trei și patru din punct de vedere al abundenței (1,56 % și 0,80 %), dar mai sus din punct de vedere al incidenței (68 % și 38 %). Amfipodele și decapodele au prezentat abundență și incidență redusă. Diatomeele (alge filamentoase) au prezentat o incidență anuală de 9,8 %.

Figura 4 indică valoarea medie a abundenței lunare la copepode și cladocere. Copepodele ating un vârf al abundenței în luna iunie și scad din iulie până în februarie. Cladocerele manifestă o relație inversă comparativ cu copepodele, cu un minim al abundenței în luna iunie, care crește din iulie până în februarie. Acest tipar a mai fost observat la crustaceele zooplanctonice în noiembrie, ianuarie și februarie.

Tabelul 1

Procentul abundenței și incidenței la toate categoriile de pradă descoperite în dieta polyodonului capturat în râul Mermentau, Louisiana

Categoria de pradă	Abundența (%)	Incidența (%)
Copepoda	62,13	90,20
Cladocera	35,44	82,35
Insecta	1,56	68,63
Ostracoda	0,80	28,24
Amfipoda	0,06	3,92
Decapoda	0,01	1,96
Alge filamentoase	redusă	9,80

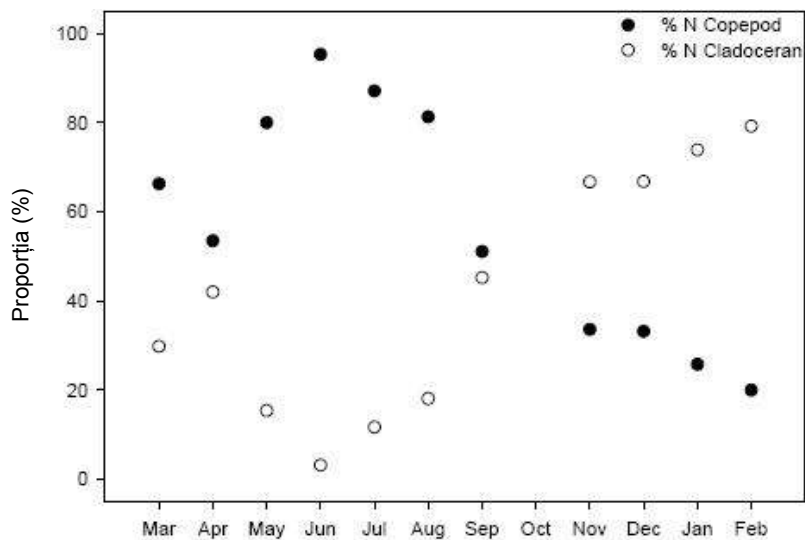


Fig. 4. Valoarea medie a abundenței copepodelor și cladocerenilor în fiecare lună

Așa cum reiese din figura 4, copepodele au predominat din martie până în septembrie, iar cladocerele din noiembrie în februarie. În schimb, la alte categorii de pradă întâlnite, abundența medie lunară, nu s-a apropiat niciodată de cea a copepodelor și cladocerenilor.

În tabelul 2 este prezentată comparativ media lunară a abundenței și incidenței la toate categoriile de pradă, în fiecare lună.

Tabelul 2

Prezentarea dietei la polyodon

Luna	Număr exemplare (cu stomacul gol)	Categoria de pradă	Abundența (%)	Incidența (%)
Martie	10 (7)	Copepoda	66,3	100,0
		Cladocera	29,8	66,7
		Insecta	2,5	66,7
		Ostracoda	1,3	66,7
		Amfipoda	0,0	0,0
		Decapoda	0,0	0,0
Aprilie	12 (2)	Copepoda	53,5	80,0
		Cladocera	42,0	100,0
		Insecta	1,3	80,0
		Ostracoda	3,2	70,0
		Amfipoda	0,0	0,0
		Decapoda	0,0	0,0
Mai	15 (1)	Copepoda	80,0	
		Cladocera	15,4	
		Insecta	3,6	
		Ostracoda	0,6	
		Amfipoda	0,4	
		Decapoda	0,0	
		Alge filamentoase	reducă	60,0

Iunie	17 (5)	Copepoda	95,3	100,0
		Cladocera	3,2	75,0
		Insecta	1,5	83,3
		Ostracoda	0,0	0,0
		Amfipoda	0,0	0,0
		Decapoda	0,0	0,0
Iulie	15 (3)	Copepoda	87,1	100,0
		Cladocera	11,7	91,7
		Insecta	1,2	66,7
		Ostracoda	0,0	0,0
		Amfipoda	0,0	0,0
		Decapoda	0,0	0,0
August	15 (7)	Copepoda	81,3	100,0
		Cladocera	18,1	87,5
		Insecta	0,2	50,0
		Ostracoda	0,3	37,5
		Amfipoda	0,0	0,0
		Decapoda	0,1	12,5
Septembrie	16 (6)	Copepoda	51,1	100,0
		Cladocera	45,2	90,0
		Insecta	1,7	90,0
		Ostracoda	2,0	90,0
		Amfipoda	0,0	0,0
		Decapoda	0,0	10,0
Noiembrie	13 (1)	Copepoda	33,6	100,0
		Cladocera	66,7	91,7
		Insecta	2,0	66,7
		Ostracoda	0,7	33,3
		Amfipoda	0,0	0,0
		Decapoda	0,0	0,0
Decembrie	4 (0)	Copepoda	33,2	100,0
		Cladocera	66,8	100,0
		Insecta	0,1	50,0
		Ostracoda	0,0	0,0
		Amfipoda	0,0	0,0
		Decapoda	0,0	0,0
Ianuarie	6 (2)	Copepoda	25,8	75,0
		Cladocera	73,9	100,0
		Insecta	0,3	50,0
		Ostracoda	0,0	0,0
		Amfipoda	0,0	0,0
		Decapoda	0,0	0,0
Februarie	8 (1)	Copepoda	20,0	100,0
		Cladocera	79,2	100,0
		Insecta	0,5	87,5
		Ostracoda	0,3	100,0
		Amfipoda	0,0	28,6
		Decapoda	0,0	0,0

Din datele din literatura de specialitate și din studiile realizate la S.C.D.P. Nucet, rezultă că specia *Polyodon spathula* ar putea înlocui în cultură speciile planctonofage asiatice care, datorită calității inferioare a cărnii, sunt din ce în ce mai greu acceptate de consumatori. În legătură cu această observație, afirmăm că *Polyodon spathula* va înlocui numai parțial specia zooplanctonofagă *Aristichthys nobilis*, dar nu și pe cea fitoplanctonofagă *Hypophthalmichthys molitrix*. Așa ar fi și de dorit, mai ales pentru ecosistemele în care ultima, întreprinde o acțiune benefică prin combaterea fenomenului de eutrofizare.

1.2. Hibridarea interspecifică

Ordinul Acipenseriformes face parte din clasa Actinopterygii și cuprinde două familii: *Acipenseridae* și *Polyodontidae*.

Reprezentanții familiei *Acipenseridae* sunt holarctici în ceea ce privește distribuția și bine adaptați la o gamă largă de medii acvatice, posedând o varietate de atribute fizice, chimice și biologice (Choudhury și Dick, 1998). Distribuția speciilor existente în cadrul familiei este reprezentativă pentru relațiile străvechi dintre fauna piscicolă existentă în America de Nord, Europa și Asia (Berg, 1965; Grande și Bemis, 1991; Birstein și DeSalle, 1997).

În urma cercetărilor recente asupra evoluției Acipenseridelor se consideră că primii sturioni au fost pești strict bentonici. O astfel de presupunere ar sugera că reprezentanții genului *Schaphirhynchus* sunt cei mai vechi sturioni, deoarece aceștia posedă cele mai bentonice caractere și trăsături morfologice. Totuși, studiile osteologice și filogenetice recente (Grande și Bemis, 1996; Bemis și colab., 1997b; Findeis, 1997) sugerează că genul *Huso* este cel mai primitiv, genurile *Pseudoschaphirhynchus* și *Schaphirhynchus* posedă cele mai evolute caractere morfologice bentonice dintre *Acipenseridae* (Findeis, 1997). Astfel, în cadrul acestei distribuirii filogenetice, acipenserinele sunt din punct de vedere filogenetic intermediare între *Huso* și *Schaphirhynchus* din punct de vedere al specializării bentonice.

Familia *Polyodontidae* cuprinde două genuri (*Polyodon* și *Psephurus*), fiecare dintre ele conținând câte o singură specie (Josupeit 1994; Fishbase 2003; United Nations Environment Programme, UNEP-World Conservation Monitoring Center WCMC data).

Parte a gnatostomatelor, sturionii reprezintă o componentă antică a clasei *Actinopterygia*. Datând din Jurasicul inferior (200 mil. ani în urmă) (Bemis și colab., 1997a), aceste „fosile vii” păstrează încă caractere primitive, inclusiv caudala heterocercă și scheletul ganoid. Caracteristici precum endoscheletul cartilaginos au condus la o primă clasificare ca rechini. Se pare că geneza sturionilor este în Marea Tethys. Ordinul *Acipenseriformes* a derivat în Europa și Asia, iar ulterior a radiat în America de Nord. Toți sturionii actuali sau fosilele provin din emisfera nordică temperată cu o distribuție strâns legată de formarea continentelor (Pikitch și colab., 2005).

Ordinul Acipenseriformes, în general, cuprinde specii de pești longevivi care cresc și se maturează încet. Cele mai multe specii sunt diadrome (migrează între sistemele marine și dulcicole), iar câteva sunt potamodrome (migrează doar în ape dulci) dar toate se reproduc în apă dulce, depunându-și pontă în

medii cu substraturi tari (ex: nisip, prundiș, pietriș), la diferite adâncimi (ex: de la câțiva metri până la 20 m) și curent puternic de apă (ex: între 0,5 și 2,2 m/s). Reprezentanții acestui ordin prezintă unul dintre cele mai înalte nivele ale cariotipului la pești, variind între $4n - 16n$ cu numărul cromozomilor cuprins între 120 – 500.

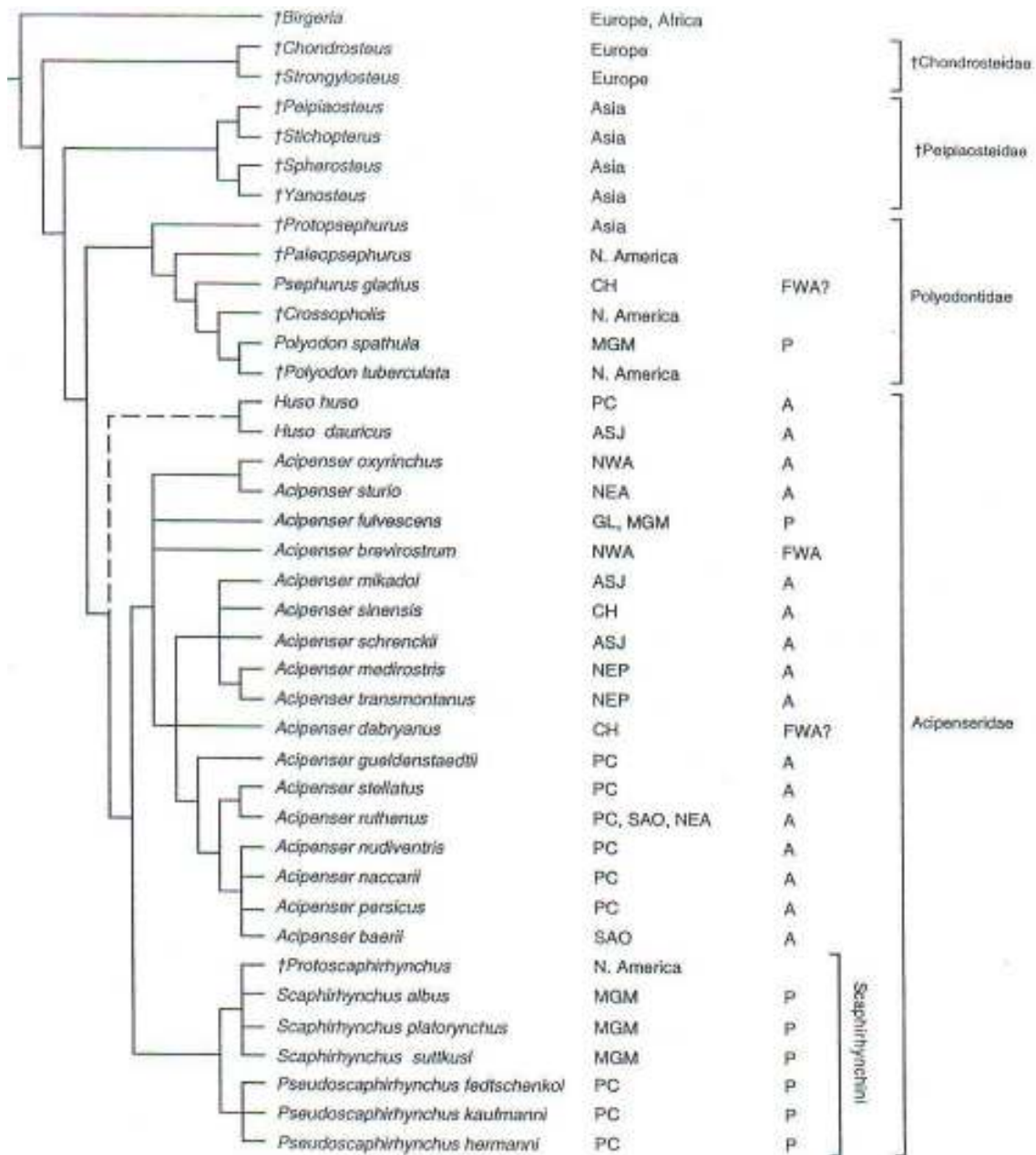
După Leonid I., Sokolov și Lev S., Berdichevskii, cariotipul la sturioni este aproape cel mai complex din seria vertebratelor, prezentând un număr mare de cromozomi, dintre care aproape jumătate sunt microsomi (Vasiliev și colab., 1980).

După numărul cromozomilor, speciile din genurile *Acipenser*, *Huso*, *Scaphirynchus* și *Polyodon* sunt separabile în trei clase: (I) specii cu aproximativ 120 de cromozomi incluzând toți taxonii cu numărul cromozomilor cuprins între 110 și 130; (II) specii cu aproximativ 250 de cromozomi, incluzând toți taxonii cu numărul cromozomilor cuprins între 220 și 276 și (III) specii cu aproximativ 500 de cromozomi (Birstein și colab., 1997b).

Birstein și colab., (1997a) prezintă un arbore filogenetic care cuprinde atât fosilele bine conservate, cât și speciile actuale din ordinul *Acipenseriformes* (Fig. 3). Include totodată și *Birgeria*, care a fost considerat de către Bemis și colab., (1997b) a fi un grup strâns legat de *Acipenseriformes*, în dreptul fiecărui taxon este prezentată proveniența biogeografică în care apare. Pentru taxonii dispăruți (indicați în figura 3 cu câte o cruciuliță), au fost identificate continentele de unde au fost recuperate fosilele. În cazul fosilelor, însă, caracteristicile ecologice nu pot fi apreciate cu certitudine.

Arborele filogenetic trebuie privit ca o sinteză euristică a analizelor filogenetice realizate de numeroși autori (Artyukhin, 1995; Jin, 1995; Grande și Bemis, 1996; Bemis și colab. 1997a; Findeis, 1997; Birstein și colab., 1997a). Anumite legături ale acestui arbore sunt coroborate cu toate analizele filogenetice actuale. Astfel că, în prezent, *Chondrosteidele* sunt considerate taxoni legați de toate celelalte *Acipenseriforme* (Grande și Bemis, 1996). Din punct de vedere filogenetic, *Polyodontidele* și *Acipenseridele* sunt considerate familii (Grande și Bemis, 1991; Bemis și colab, 1997b). Legăturile între membrii familiei *Polyodontidae* sunt de asemenea înțelese (Grande și Bemis, 1991; Bemis și colab, 1997b).

Alte aspecte ale arborelui filogenetic din figura 3 au fost propuse recent pe baza analizelor moleculare (Birstein și colab, 1997a), iar altele sunt determinate pe baza controverselor. O comparare atentă a ipotezelor filogenetice formulate de diverși autori vor releva diferențele majore din dispunerea ramurilor în cadrul genului *Acipenser*, precum și dispunerea genului *Huso*. Principalul model nesoluționat al relațiilor din cadrul genului *Acipenser*, așa cum este prezentat în arborele filogenetic, derivă din analizele filogenetice moleculare în curs de derulare (Birstein și DeSalle, 1997). O problemă importantă este indicată în arborele filogenetic de către linia punctată care duce la *Huso huso* și *Huso dauricus*. Pe baza analizelor filogenetice ale caracterelor osteologice și a altor caractere morfologice, Findeis (1997) a propus ca genul *Huso* să fie taxon legat de toate celelalte *Acipenseridae*, iar aceasta este și dispunerea pe care am realizato în arborele filogenetic (Fig. 3). Totuși, Birstein și DeSalle (1997) au indicat caracteristici moleculare care leagă *Huso* cu *Acipenser ruthenus*.



A – anadrom; P – potamodrom; FWA – amfidrom.

Fig. 4. Arborele filogenetic al relațiilor evolutive între fosile și acipenseriformele actuale (după Birstein și DeSalle, 1997)

În prezent, ordinul *Acipenseriformes* cuprinde un număr de 27 de specii, care trăiesc în fluvii, estuare, în apropierea coastelor oceanice și a insulelor din emisfera nordică (Birstein 1993; Grande și Bemis 1996; Bemis și colab. 1997; Bemis și Kynard 1997).

Conform arborelui filogenetic (Fig. 3), pericolul hibridizării nu există pentru specia *Polyodon spathula*, în condițiile introducerii acesteia în acvacultura românească, deoarece, înrudirea sa cu reprezentanții autohtoni ai familiei *Acipenseridae*, este prea îndepărtată. Singura rudă mai apropiată, este

reprezentată de genul *Psephurus*, specia *Psephurus gladius*, cu care hibridizarea este practic imposibilă, aceasta trăind în China.

1.3. Introducerea de paraziți alohtoni

În această privință este necesară o atenție maximă. Deși autoritatea sanitar-veterinară din SUA a certificat că lotul de icre embrionate importate în România nu are paraziți sau germeni patogeni, iar autoritatea sanitar-veterinară din România a dat avizul de import, deși loturile de icre embrionate au mai fost verificate la trecerea frontierei, nu putem avea însă, certitudinea absolută că puietul rezultat din icrele embrionate este într-adevar neparazitat. Aceasta deoarece pe de o parte, ouăle sau larvele paraziților pot să nu fie observate, iar pe de altă parte puii și tineretul de *Polyodon spathula* se pot infesta cu paraziți autohtoni în bazinele în care sunt crescuți. De aceea, se impune și este absolut necesar, ca exemplarele de *Polyodon spathula* de diferite vârste să fie periodic examinați sub aspect parazitologic.

În ceea ce privește parazitofauna speciei *Polyodon spathula* există relativ puține raportări. Stockard (1907) menționează densități mari de cestode la polyodonul din statul Mississippi, iar Wilson (1914) a descoperit copepode parazite la polyodonul din fluviul Mississippi în Illinois și Iowa. Simer (1929 și 1930) și Beaver și Simer (1940) au examinat 171 de polyodoni din râul Tallahatchie, Mississippi și au raportat prezența trematodelor și a cestodelor. Bangham și Vernard (1942) a descoperit un exemplar de polyodon din lacul Reelfoot, Tennessee, infestat cu trematode, nematode și cestode. Meyer (1946) a descoperit lipitori parazitând polyodonul, în timp ce Causey (1957) a examinat un polyodon și a descoperit copepode parazite. Meyer (1960) a studiat cestodele de pe polyodonul recoltat din Fluviul Mississippi în Iowa și din fluviul Missouri în Dakota de sud. Huggins (1972) a examinat un exemplar de polyodon din barajul Fort Randall pe fluviul Missouri în Dakota de sud și a observat că era parazitat cu viermi lați și nematode. Weisel (1973) a raportat nematode și viermi lați neidentificați la trei polyodoni din râul Yellowstone, Montana.

În tabelul 3 este prezentată intensitatea infestării cu copepode, trematode, nematode și cestode prelevate de la reproducători de polyodon provenit din râul Yellowstone, separat pentru femele și pentru masculi.

Tabelul 3

Incidența parazitărilor la *Polyodon spathula* recoltat din râul Yellowstone, Montana

Parazitul	Procentul de infestare		Nr. mediu de paraziți (intervalul)	
	Mascul	Femelă	Mascul	Femelă
<i>Ergasilus elongatus</i>	30	14	69,4 (12-302)	12,0 (4-25)
<i>Diphylobotrium hamulatum</i>	100	100		
<i>Camallanus oxycephalus</i>	80	86		
<i>Contracaecum sp.</i>	80	86		
Nematode – chiști	100	100	157,6 (34-356)	415,7 (37-1013)
<i>Marsipometra hastata</i>	100	100		
<i>Marsipometra parva</i>	90	100		

Diferențele de intensitate a infestărilor cu nematode din tabelul 1 dintre masculii și femelele de polyodon au fost observate, dar au fost dificil de interpretat datorită prezenței *Contraecum sp.* imature din intestin.

1.4. Modificările condițiilor ecologice ale biotopului

Acest pericol îl considerăm exclus.

Introducerea voluntară, conștientă (transferul) de specii vegetale și animale dintr-un areal în altul a constituit, din cele mai vechi timpuri, unul din factorii dinamizatori importanți ai dezvoltării agriculturii și creșterii animalelor, în diferite zone la nivelul planetar. Porumbul, grâul, orezul, cartoful, tomatele, plante de cultură extinse azi la nivel planetar, au „iradiat” fiecare dintr-un areal inițial restrâns sau chiar foarte restrâns. La fel se prezintă situația și cu multe specii de animale care constituie azi baza producțiilor zootehnice, în cea mai mare parte a lumii: găina, curca, sunt specii ale căror areale inițiale naturale și implicit centre de domesticire, au fost foarte restrânse, iar bovinele, ovinele și porcinele deși au existat ca specii sălbatice și au fost domesticite pe areale extinse în Lumea Veche (Eurasia și Nordul Africii) totuși în Lumea Nouă (America, Australia) sunt specii introduse de om, în vremuri relativ recente.

În ceea ce privește speciile de pești, baza producției mondiale în salmonicultura din Europa până în America de Sud și Africa de Sud o constituie păstrăvul curcubeu *Oncorhynchus mykiss* specie introdusă în secolul al XIX-lea și al XX-lea, originară din America de Nord. După unii oameni de știință chiar și crapul *Cyprinus carpio*, specia de bază a pescăriilor naturale din bazinul Dunării și specia principală a pisciculturii tradiționale europene, nu ar fi autohton în Europa, fiind introdus, din Asia Centrală, în antichitate. Extinderea speciilor de ciprinide chinezești *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*, *Ctenopharyngodon idella* și *Mylopharyngodon piceus* în piscicultură, la nivel planetar, în ultimele 4 – 5 decenii, este un fapt de notorietate.

Din păcate, introducerile voluntare sau accidentale de specii alohtone nu au întotdeauna rezultatele așteptate, determinând, în unele cazuri, grave perturbații ecologice, cu consecințe economice uneori dezastruoase. Prin fenomene de competiție între specii, de introgresiune genetică, prin introducerea de agenți patogeni noi, aceste introduceri pot determina dispariția unor populații, specii autohtone. (Tendron G., 1997).

Pericolul producerii unor astfel de fenomene nedorite este foarte mare în cazul introducerii speciilor de pești, având în vedere caracteristicile biologice ale peștilor și caracteristicile mediului acvatic. Astfel, dimensiunile mici ale larvelor și „continuitatea” mediului acvatic favorizează „evadarea” din cultură și răspândirea rapidă în mediul natural a speciilor introduse. Aceiași „continuitate” a mediului acvatic favorizează răspândirea agenților patogeni „noi”, introduși. Nu în ultimul rând, fecundația externă, caracteristică majorității speciilor de pești și lipsa unor bariere citologice eficiente fac foarte posibilă hibridarea speciilor înrudite (până la nivelul de familie) deci, introgresiunea, având drept consecință dispariția unor specii autohtone. În contextul celor afirmate mai sus, considerăm de neînțeles pasivitatea

forurilor ecologice mondiale și europene față de „furia” dezvoltării sturioniculturii în Europa (în special în vestul continentului) pe baza introducerii de specii de *Acipenseridae* din America de Nord și din Asia.

Specia de sturion a cărei introducere în piscicultura din România constituie subiectul acestei lucrări, *Polyodon spathula*, prezintă risc ecologic minim.

Având regim de hrană planctonofag (deci adresându-se unei resurse trofice relativ bogate și uniform repartizate) concurența cu speciile autohtone este „difuză” iar „distanța filogenetică” față de acipenseridele autohtone face imposibilă hibridarea, respectiv, face imposibil fenomenul introgresiunii.

De altfel, riscul ecologic minim, a fost unul din argumentele principale ale alegerii și acceptării speciei *Polyodon spathula*, pentru a fi introdusă în piscicultura din România, ca specie valoroasă de sturioni, menită să ridice calitatea și implicit valoarea producției piscicole.

De la începuturile ei până în urmă cu patru decenii specia principală dacă nu chiar unică, a pisciculturii „de apă caldă” (adică a cipriniculturii) în acest areal, a fost crapul (*Cyprinus carpio*). În jurul anului 1960, au început să se răspândească în lume informații despre piscicultura chinezească, a cărei tradiție se măsoară în milenii și despre metoda ei de creștere în policultură a mai multor specii de ciprinide, cu regim de hrană diferit. Piscicultura din România se numără printre pionierii adoptării acestei metode, implicit ai introducerii în cultură și aclimatizării speciilor de ciprinide asiatice: *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*, *Ctenopharyngodon idella* și *Mylopharyngodon piceus*.

Ațiunea a început în anul 1960 și a fost coordonată de Institutul de Cercetări Piscicole din București, având ca centru de experimentare și extindere, Stațiunea de Cercetări pentru Piscicultură Nucet. Ea a fost încununată de succes deplin, în cca. 15 ani metoda creșterii în policultură a ciprinidelor asiatice fiind generalizată în piscicultura din România.

În anul 1978, tot la Stațiunea Nucet, a început o altă acțiune de introducere și aclimatizare vizând trei specii de *Catostomidae* nord-americe, aparținând genului *Ictiobus* (*Ictiobus cyprinellus*, *Ictiobus niger* și *Ictiobus bubalus*) și somnul american - *Ictalurus punctatus*. Această a doua acțiune de aclimatizare nu a mai realizat succesul precedentei, din mai multe motive : speciile genului *Ictiobus*, având un regim de hrană și caracteristici de creștere care se suprapun cu cele ale unor specii de cultura autohtone, nu au prezentat mare interes tehnologic pentru crescători, iar somnul american, specie care se pretează sistemului de creștere intensiv și superintensiv, era cu totul nepotrivit condițiilor tehnologice și economice ale pisciculturii din România, în acea perioadă.

Tradiția și experiența acțiunilor de aclimatizare, începute în anul 1960, au devenit, în timp, „marca” Stațiunii de Cercetări pentru Piscicultură Nucet. În acea perioadă, în cadrul SCDP Nucet se conturase ideea introducerii în piscicultura din România a speciei de sturion nord - american, *Polyodon spathula* și se inițiaseră demersuri pentru importul de material biologic, mai întâi din fosta URSS unde specia introdusă din anul 1974, fusese reprodusă pentru prima oară în anul 1985, apoi din SUA. Aceste demersuri au rămas fără rezultate din cauza lipsei de receptivitate a structurilor de conducere din acea vreme. Abia în anul 1992, pe baza relațiilor personale ale directorului stațiunii domnul Dănuț Vizitiu, cu cercetători din străinătate, cu sprijinul direct al domnului Ion Sterpu, directorul din acea vreme al

Direcției de Relații Internaționale din Ministerul Agriculturii și Alimentației și cu bunăvoința conducerii S.C. Romagrimex S.A., a fost identificat un furnizor din SUA și s-a realizat primul import de larve de *Polyodon spathula*, cu care s-a început acțiunea de.

Drumul de 10 ani, parcurs de la numărarea celor 2000 de larve de *Polyodon spathula*, conținute într-o pungă, care au constituit primul import, în anul 1992, până la „contabilizarea“ în mii de exemplare și tone a materialului crescut, în momentul de față, la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet și reproducerea artificială realizată în anul 2002 în vederea extinderii speciei în piscicultura din întreaga țară, ne dă nouă și celorlalți participanți la această acțiune, o satisfacție profesională care nu poate fi luată de nimeni și nu poate fi suplinită cu nimic.

Introducerea în piscicultura din România a speciei *Polyodon spathula* nu are impact negativ asupra ihtiofaunei autohtone, nu poate determina dispariția, sau scăderea semnificativă a efectivului vreunei specii autohtone.

În anul 1997, S.C.D.P. Nucet a obținut Acordul de mediu pentru aclimatizarea și introducerea în cultură a speciei *Polyodon spathula*. Acordul a fost emis de Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului, permițând introducerea speciei în piscicultură pe întreg teritoriul României. Sunt prevazute restricții privind introducerea în ape naturale, în care este prezentă specia *Abramis ballerus* (cosac cu bot ascuțit).

Activitatea 1.3. Realizarea lucrărilor de pescuit, selecție și introducere în bazinele de iernat a loturilor experimentale. Asigurarea echipamentelor și materialelor necesare iernării în condiții optime.

Introducere

Reproducerea artificială a peștilor constituie una dintre cele mai complexe activități ale acvaculturii, care nu se poate realiza decât de către personal având un înalt grad de calificare și prin folosirea unui material genetic valoros obținut prin selecții repetate începând de la stadiul de larvă și până la materialul matur din punct de vedere sexual. Creșterea loturilor de remonți necesită tehnici speciale de hrănire, pescuit și manipulare care să limiteze pe cât posibil stresul și să favorizeze dezvoltarea optimă a materialului biologic.

În general, reușita activității de reproducere artificială a peștilor este influențată, în primul rând de selecția lotului de reproducători (masculi și femele) pe baza criteriilor caracteristice fiecărei specii legat de starea de sănătate, indicii de performanță a creșterii, caracterele genetice și nu în ultimul rând stadiul de dezvoltare a gonadelor.

Pentru obținerea unor rezultate bune, este esențial de asemenea ca iernarea loturilor de reproducători să se realizeze în condiții optime, care să permită menținerea stării de sănătate a peștilor și dezvoltarea optimă a gonadelor până la atingerea, în primăvară, a stadiului optim de dezvoltare la care se pot iniția procesele tehnologice specifice activității de reproducere artificială, respectiv stimularea hormonală,

maturarea în bazine speciale, separat pe sexe, recoltarea produselor seminale și efectuarea fecundării artificiale.

În cazul speciei *Polyodon spathula*, lucrările de pescuit, selecție și introducere în bazinele de iernat a loturilor de reproducători necesită o atenție maximă în ceea ce privește alegerea uneltelor de pescuit, manipularea și transportul materialului biologic, de asemenea presupune cunoașterea în detaliu a particularităților biologice și a caracterelor morfologice – fenotipice de dimorfism sexual.

La pregătirea bazinelor de iernat în vederea populării reproducătorilor, trebuie de asemenea să se țină cont de cerințele biologice ale speciei în această etapă extrem de importantă, astfel încât la începutul primăverii, reproducătorii selectați de toamna să prezinte criteriile optime de selecție.

1. Organizarea activității de pescuit în heleșteiele de creștere a reproducătorilor de *Polyodon spathula*

Tehnologia aplicată la creșterea reproducătorilor de *Polyodon spathula* este reprezentată de policultura cu ciprinidele. Din structura formulelor de populare se exclude specia *Hypophthalmichthys nobilis*, care având aproximativ același spectru trofic, este concurent la hrană cu polyodonul. Creșterea reproducătorilor se realizează cel mai bine în bazine cu suprafața de 5 ha. Aceste bazine prezintă avantajul că asigură controlul permanent al condițiilor de creștere a loturilor experimentale și totodată oferă posibilitatea efectuării intervențiilor tehnologice în timp util, pentru menținerea acestora în limitele normale.

Bazinele sunt alimentate gravitațional, apa de alimentare fiind lipsită de surse de poluare, are stabilitate chimică și termică, provenind din lacurile de acumulare amenajate pe pârâul Ilfov, care au ca folosință principală alimentarea cu apă a municipiului București.

Popularea heleșteielor s-a făcut în baza normelor proprii, în sistem de creștere în policultură și separat, pe vârste, astfel:

Tabelul 4

Norme de populare pentru loturile de remonți și reproducători,
din specia *Polyodon spathula* de la 7 la 10 ani

Nr. Crt.	Vârsta (ani)	Greutatea medie (g/ex)	Densitate (ex/ha)
1.	7	9.000 – 10.000	20 – 30
2.	8	10.000 – 12.000	20 – 30
3.	9	12.000 – 14.000	10 – 20
4.	10	14.000 – 15.000	10 – 20

La sfârșitul perioadei de creștere, când temperatura apei scade sub valoarea de 15⁰ C, se organizează și se inițiază lucrările de pescuit a bazinelor de creștere în vederea sortării materialului piscicol, când se face și selecția loturilor de reproducători care vor fi parcate separat pe specii, în densități mici, în bazine de iernat.

Organizarea lucrărilor de pescuit constau în verificarea și pregătirea uneltelor de pescuit, stabilirea programului din timpul campaniei de pescuit, a ordinii în care vor fi pescuite bazinele de creștere, precum și normele de populare pentru bazinele în care se va realiza iernarea materialului piscicol pe vârste, specii și destinația fiecărui lot de pești în anul următor.

În cadrul Stațiunii de Cercetare Dezvoltare pentru Piscicultură Nucet, alegerea tipului de unelte de pescuit a avut la bază în primul rând manipularea în condiții de maximă siguranță a materialului piscicol, respectiv capturarea lui fără producerea de leziuni sau stres excesiv, de aceea, principalele unelte de pescuit sunt constituite din năvoade fără matiață (tifan) de diferite mărimi, cu ochiuri mici, având latura de 10 mm, care previn aglomerarea și rănirea materialului piscicol.

În bazinele mari, cu suprafața de 5 ha, în care sunt crescuți reproducătorii de *Polyodon spathula*, se folosesc năvoade cu lungimea de 200 m și înălțimea de 5 m, astfel încât să se poată acoperi o suprafață cât mai mare din bazin în momentul pescuitului, iar în perioada sortării, peștele capturat să poată fi ținut într-un spațiu suficient de larg astfel încât să nu fie expus unui stres excesiv.

Operațiunea de pescuit a bazinelor piscicole mari se realizează cu un număr de 8 muncitori. Pentru începerea pescuitului, năvodul este așezat într-o barcă, de către două persoane, astfel încât, ulterior să poată fi desfășurat ușor, fără să se încurce, pe măsură ce barca este dirijată, de la un mal la celălalt, pe latura scurtă a bazinului. După întinderea de la un mal la celălalt, năvodul este tras de ambele capete ale camenei, pe lungimea bazinului. În timpul pescuitului, câte un muncitor trebuie să țină fiecare dintre cele două clece ale năvodului în poziția verticală, în apropierea malului și cu un capăt în apropierea fundului bazinului, astfel încât năvodul să-și mențină permanent poziția de lucru și ca urmare să se realizeze o captură cât mai bună. (Fig. 5).



Fig. 5. Tragerea năvodului prin bazinul de creștere

Când ambele capete ale năvodului ajung pe latura bazinului unde urmează să fie strâns peștele capturat, năvodul este tras de către muncitorii poziționați în puncte fixe, respectiv patru care trag de capetele camenei, doi care trag de capetele odgonului și doi care stau în apă pentru a călca pe camână astfel încât aceasta să se mențină în apropierea fundului bazinului în timp ce năvodul este tras la mal (Fig. 6).



Fig. 6. Manipularea năvodului pentru strângerea peștelui capturat

Odată ajuns la mal, năvodul este strâns sub forma unei cuști mari prin agățarea camenei și a odgonului năvodului în crăcane din lemn fixate în fundul bazinului, astfel încât peștele din interiorul acestei cuști să nu fie aglomerat (Fig. 7).



Fig. 7. Dispunerea năvodului în formă de cușcă pentru sortarea peștelui

După finalizarea operației de strângere a năvodului, se trece la sortarea reproducătorilor de *Polyodon spathula*, întrucât, dintre speciile care formează policultura, aceasta este cea mai sensibilă la aglomerare.

2. Selectia și manipularea reproducătorilor de *Polyodon spathula*

2.1. Metode de determinare a dimorfismului sexual și apreciere a gradului de maturare a reproducătorilor la pescuitul din toamnă

Pentru ca procesul de selecție a reproducătorilor de *Polyodon spathula* să se desfășoare în condiții optime și fără pierderi, este necesar ca materialul biologic să fie manipulat doar de către personal experimentat (Fig. 8).



Fig. 8. Manipularea reproducătorilor de polyodon

Pentru a avea certitudinea că reproducătorii selectați în toamnă prezintă cele mai bune caracteristici de selecție, respectiv o stare bună de sănătate, indici biometrici conform standardelor de specie pentru vârsta respectivă, și mai ales un stadiu de dezvoltare al gonadelor specific perioadei în care s-a făcut selecția, procesul de selectare al reproducătorilor implică derularea unei serii complexe de activități care se derulează în două etape.

Selecția se realizează atât după caracterele morfologice – fenotipice de dimorfism sexual, cât și după caracterele fiziologice, referitoare la stadiul de maturare al ovarului la femele.

Caracterele de dimorfism sexual nu sunt foarte pronunțate în această perioadă. Femelele sunt, în general, de talie mai mare decât masculii de aceeași vârstă, au abdomenul mai proeminent, iar orificiul genital este inflammat și zona „moale” la palpare (Fig. 9).



Fig. 9. Dimorfismul sexual la reproducătorii de *P. spathula*

Având în vedere că se pot întâlni și masculi de talie mare, care prezintă abdomen proeminent, criteriile morfologice-fenotipice nu sunt suficient de precise și sunt întotdeauna combinate cu cele fiziologice, de apreciere a stadiului de maturare al ovarului.

O metodă rapidă de determinare a stadiului de maturare al ovarului este cea a biopsiei, elaborată de B.N. Kazanskii și colab. 1956.

Este cunoscut faptul că atunci când gonada trece din stadiul IV incomplet spre stadiul IV complet, polarizarea în ovocit este în progres. În acest moment, vezicula geminală (GV) începe migrația către polul animal, trecând din regiunea granulară mare către regiunea cu incluziuni granulare foarte fine. S-a demonstrat că numai atunci când ovocitele ating acest stadiu, prezintă capacitatea de a ovula, în urma stimulării hormonale.

Conform metodei, gradul de polarizare al ovocitului se determină folosind ovocite extrase prin puncție din partea caudală a ovarului (Fig. 10). În acest scop, cu ajutorul unui bisturiu se realizează o biopsie cu lățimea de 4 – 5 mm în peretele abdominal, înaintea înotătoarelor ventrale și la 2,5 – 5 cm mai jos de linia laterală și se extrag câteva ovule cu ajutorul unei sonde speciale (Fig. 11). Femela nu are de suferit, rana cicatrizându-se ușor.



Fig. 10. Prelevarea probelor de icre prin puncția ovarului

Sonda pentru prelevarea icrelor se introduce (după o prealabilă dezinfecție cu soluție de permanganat de potasiu), prin orificiul realizat cu bisturiul, în abdomenul femelei, sub un unghi de 30°.

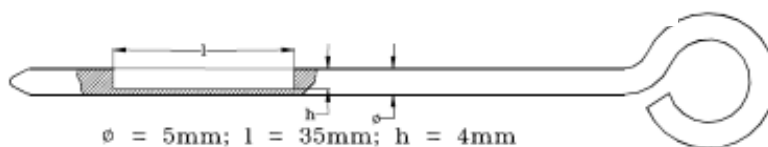


Fig. 11. Sondă de prelevare a icrelor

Icrele prelevat cu ajutorul sondei se introduc într-o eprubetă în care se află alcool cu rolul de a le degresa.

Din aceste eprubete, icrele fiecărei femele sunt mutate într-un vas Berzelius în care se găsesc aproximativ 5 cm³ de apă distilată clocotită și se fierb timp de două minute.

După fierbere, ovocitele se scot pe hârtie de filtru pentru a se usca și apoi, cu ajutorul unei pensete se fixează, fără a presa, câte o ovocită în poziția cu polul animal orientat în sus și se secționează cu o lamă bine ascuțită de-a lungul axei trecând de la polul animal la cel vegetal (Dettlaff și colab., 1968) (Fig. 12).



Fig. 12. Secționarea ovocitelor de polyodon cu ajutorul lamei

În cazul unei secționări corespunzătoare a ovocitei, se poate determina coeficientului de polarizare, care rezultă în urma măsurării la stereoscop a distanțelor A și B, așa cum este prezentat în figura 13.

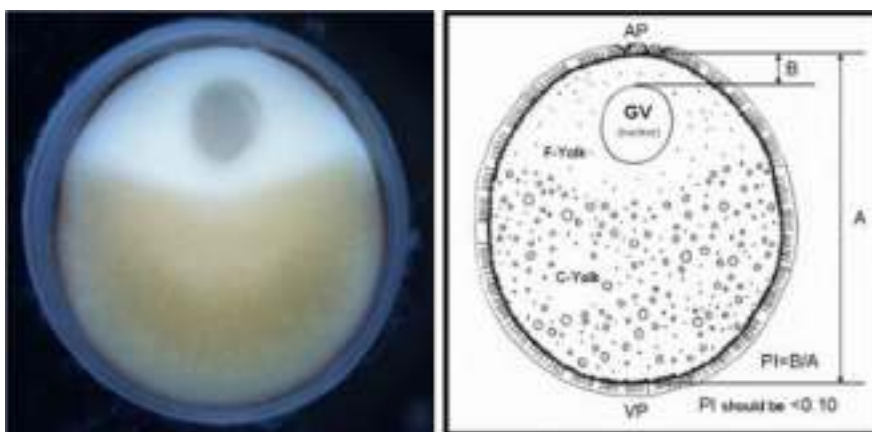


Fig. 13. Fotografie și desen în secțiune al ovocitei la polyodon reprezentând clar nucleul polarizat

Coeficientul de polarizare se determină cu formula:

$$PI = \frac{B}{A};$$

unde:

PI – coeficient de polarizare;

A – distanța de la polul animal la polul vegetal;

B – distanța de la vezicula germinativă la polul animal.

Pentru determinarea precisă a coeficientului de polarizare, se realizează mai multe măsurători stabilindu-se o medie. Valorile mici ale coeficientului indică un grad mare de polarizare al ovocitului, deci un stadiu IV de maturare avansat.

La pescuitul din toamnă se aleg femelele la care stadiul de maturare al gonadelor este IV incomplet. Ovocitele sunt pigmentate, au dimensiuni cuprinse între 1,8 – 2,3 mm, iar nucleul este situat în zona vitelusului cu granule mari. Polaritatea nucleului este slab reprezentată, indicele de polarizare fiind între 0,22 – 0,33.

La reproducătorii analizați în vederea selecției se efectuează și măsurători biometrice, respectiv lungimea totală L.T. – de la vârful rostrului până la vârful superior al caudalei, lungimea rostrului – r, circumferința – C și greutatea totală – w. Pentru măsurători s-au folosit: un ihtiometru special (Fig. 14) și un centimetru de croitorie, iar pentru cântărire s-au folosit balanțe tehnice având intervalul de cântărire 0 – 15 kg.



Fig. 14. Ihtiometru folosit la măsurarea reproducătorilor de polyodon

Sunt selecționate femelele cu vârsta cuprinsă între 9 – 15 ani, având greutatea medie de 10 – 14 kg/ex și masculii în vârstă de 8 – 15 ani și 8 – 12 kg/ex. S-a ales acest interval de greutate deoarece reproducătorii prezintă gradul de maturare necesar, sunt ușor de manipulat și înregistrează un consum relativ redus de hormon și totodată prezintă un randament bun în practica reproducerii artificiale.

Pentru producerea a circa două milioane de larve se selecționează în medie 30 de femele și 20 de masculi. În general se selecționează mai multe femele deoarece, se poate întâmpla ca unele să cedeze o cantitate mică de icre sau să nu cedeze deloc. Masculii pot ceda sperma de mai multe ori, după o singură stimulare hormonală pe parcursul a 6 – 7 zile.

2.2. Iernarea reproducătorilor de *Polyodon spathula* selectați

Iernarea se realizează în bazine de pământ cu adâncimea medie a apei de cca. 2,5 m, care au alimentare cu apă permanentă. Se recomandă ca împreună cu reproducătorii de *Polyodon spathula*, în

bazinele de iernat să fie introdus și crap de talie mare (peste 3 kg/ex), pentru a evita apariția în primăvară a algelor filamentoase, care îngreunează mult pescuitul.

2.2.1. Pregătirea bazinelor de iernat

Înainte de introducerea peștilor în bazinele de iernat, acestea trebuie supuse unui tratament complex care să asigure menținerea parametrilor chimici ai apei la valorile optime pe toată perioada de parcare a peștilor, respectiv din luna noiembrie a anului în curs și până la începutul lunii aprilie a anului următor și totodată să garanteze securitatea materialului piscicol.

Cu două săptămâni înainte de populare, bazinele de iernat se videază și se lasă pe uscat, perioadă în care, se fac verificările tehnice necesare:

- sunt verificate instalațiile tip călugăr de alimentare și evacuare a apei din bazin;
- se verifică grătarele care împiedică evadarea materialului piscicol populat și/sau pătrunderea peștilor sălbatici;
- se verifică starea vaneților la instalația de evacuare a apei din bazin pentru evitarea golirii accidentale a heleșteului în timpul nopții;
- acolo unde este cazul se verifică puntea de acces la corpul vertical al călugărului;
- dacă este cazul se reface panta bazinului pentru o drenare completă în primăvară.

Pentru asigurarea unei dezinfecții cu maximă eficiență, la o zi de la vidare, în bazinele de iernat se fac tratamente cu clorură de var, care se administrează pe toată suprafața fundului bazinului în cantități de 80 – 100 kg/ha.

Întrucât, ca urmare a studiilor realizate de-a lungul timpului în cadrul S.C.D.P. Nucet, s-a observat faptul că specia *Polyodon spathula* se hrănește și pe timpul iernii, bazinele de iernat au fost pregătite și din punctul de vedere al dezvoltării zooplanctonului specific perioadelor reci prin administrarea pe marginea bazinului a unor cantități mici de gunoi de grajd fermentat.

2.2.1.1. Inundarea bazinelor de iernat

Inundarea bazinelor destinate iernării lotului de reproducători selectați din specia *Polyodon spathula* se face la încheierea tuturor operațiilor menționate mai sus, însă obligatoriu cu două – trei zile înainte de popularea peștilor, pentru ca în acest interval să se poată desfășura reacțiile chimice specifice care conduc la o stabilizare a chimismului apei din bazin.

În ziua în care urmează să se populeze materialul piscicol, din bazinul de iernat se prelevează probe de apă, în scopul realizării unui set complet de analize chimice, care în cadrul S.C.D.P. Nucet se fac în laboratorul propriu de hidrochimie.

2.2.2. Transportul reproducătorilor de *Polyodon spathula* și popularea lor în bazinele de iernat

Transportul reproducătorilor selectați de la bazinele de creștere la bazinele de iernat se face cu atelaje tractate de cai, pregătite special în acest scop prin dispunerea în interior a unei prelate care să permită reținerea unui volum de apă în care peștii să poată fi transportați în condiții de maximă siguranță și cu evitarea pe cât posibil a inducerii unei stări de stres excesiv (Fig. 15).



Fig. 15. Pregătirea atelajului pentru transportul peștelui

Umplerea cu apă a spațiului în care se transportă peștele se realizează cu ajutorul unei motopompe.

Pe durata transportului, peștii sunt acoperiți cu prelate pentru a reduce stresul și totodată pentru a evita rănirea acestora în cazul în care ar sări din atelaj.

La bazinul de iernat, reproducătorii sunt populați unul câte unul de către muncitori care iau câte un pește din atelaj și îl pun ușor în apa bazinului de iernat, având grijă ca peștele să fie orientat cu rostrul în partea opusă malului și urmăresc ca toți peștii astfel populați să plece din zona malului, deoarece în cazul în care, imediat după populare rămân cu rostrul fixat în malul bazinului pot să apară mortalități, dat fiind faptul că sturionii în general trebuie să înoate pentru a realiza o ventilare completă a branhiilor.

În primele zile de la popularea reproducătorilor de *Polyodon spathula* în bazinele de iernat, se urmărește cu atenție dacă apar manifestări anormale ale peștilor, cum ar fi înotul apatic în zona malurilor, poziționarea în decubit lateral, înotul cu rostrul ieșit din apă etc.

2.2.3. Desfășurarea activităților tehnologice în sezonul rece

Pe parcursul perioadei de iernare a reproducătorilor de *Polyodon spathula* este necesară aplicarea unor serii de măsuri preventive care să asigure condițiile optime de mediu, cum ar fi:

- controlul debitului de primenire;
- menținerea nivelului optim al apei din bazin;

- efectuarea de copci în perioada de îngheț;
- controlul periodic al parametrilor fizico-chimici ai apei.

Controlul debitului de primenire – se realizează prin stabilirea debitului de alimentare cu apă a bazinului de iernat la valoarea optimă care să permită preschimbarea totală a apei din bazin în decurs de 1 – 2 săptămâni în funcție de suprafață, astfel încât parametrii de calitate ai apei să se mențină la un nivel acceptabil pentru această etapă.

Mentținerea nivelului optim al apei din bazin – această caracteristică are o importanță foarte mare, întrucât înălțimea coloanei de apă permite menținerea unei temperaturi constante a apei în straturile medii și de adâncime.

Mentținerea nivelului optim al apei se realizează cu ajutorul instalației de evacuare a apei din bazin, prin stabilirea nivelului coloanei de vaneți din corpul vertical al călugărului și verificarea periodică a etanșeității coloanei de vaneți.

Efectuarea de copci în perioada de îngheț – această operație este foarte importantă și obligatorie, întrucât menținerea prelungită a unui strat gros de gheață pe suprafața apei, fără a permite schimbul gazos și pătrunderea luminii poate conduce la mortalități provocate de asfixie și la dispariția planctonului specific perioadelor reci.

În cazul unui îngheț prelungit și cu un strat de gheață mai gros de 20 cm se impune ca pe lângă realizarea copcilor mici de formă rotundă, în zona de mijloc a bazinului să se realizeze o copcă de formă dreptunghiulară cu suprafața de 2 – 3 m² cu scopul de a permite pătrunderea liberă a luminii, mai ales când gheața este acoperită și de zăpadă.

Controlul periodic al parametrilor fizico-chimici ai apei – pe parcursul sezonului rece, după introducerea peștilor în bazinele de iernat, se impune monitorizarea parametrilor de calitate ai apei pentru prevenirea eventualelor dereglări. În acest scop, temperatura apei este monitorizată zilnic, de trei ori pe zi, concentrația oxigenului dizolvat din apă se determină la fiecare două zile, iar pentru ceilalți parametri chimici ai apei se fac analize de laborator efectuate pe probe prelevate o dată la 15 zile:

pH-ul – reprezintă concentrația ionilor de hidrogen din apă și, în funcție de aceasta, se imprimă apei un caracter acid sau alcalin. pH-ul ia valori în intervalul 0 – 14 upH, iar pentru protecția organismelor acvatice se recomandă o apă cu valori cuprinse în intervalul 6,8 – 8,5 upH. Determinarea pH-ului se realizează cu ajutorul unui pH-metru portabil model WTW.

Substanța organică – exprimată prin consumul chimic de oxigen la permanganat de potasiu, se determină prin metoda volumetrică (STAS 9887/74), iar principiul metodei constă în oxidarea substanțelor oxidabile din apă (în special substanțe organice) cu ajutorul permanganatului de potasiu. Rezultatul analizelor poate fi exprimat în două moduri: mg KMnO₄/l și mg O₂/l.

Amoniacul (NH_3) – se determină din azotul amoniacal în funcție de pH.

Azotul amoniacal – se determină spectrofotometric cu ajutorul kit-urilor de reactivi, citirile făcându-se la un spectrofotometru cu absorbție moleculară.

Nitriții (NO_2^-) – se determină spectrofotometric, tot cu ajutorul kit-urilor de reactivi.

Nitrații (NO_3^-) – se determină cu ajutorul kit-urilor și citind valorile la spectrofotometru.

Concentrația ionilor **ortofosfat** (PO_4^{3-}) – a fost determinată spectrofotometric, cu ajutorul kit-urilor de reactivi.

Concentrația **ionilor de calciu** – se determină volumetric (STAS 3662/62), iar principiul metodei constă în complexarea ionului de calciu cu sarea disodică a acidului etilen-diamino-tetraacetic (Complexon III) în prezența amestecului indicator murexid și verde β -naftol.

Concentrația **ionilor magneziu** – se determină volumetric (STAS 6674-77), iar principiul metodei constă în complexarea ionilor de calciu și magneziu cu sarea disodică a acidului etilen-diamino-tetraacetic (Complexon III) în prezența indicatorului negru ericrom T și efectuând apoi diferența între suma cationilor de calciu și magneziu și cationii de calciu determinați anterior.

Prin respectarea măsurilor ce se impun în sezonul rece și menținerea unor condiții optime de viață pentru reproducătorii de *Polyodon spathula*, aceștia vor trece de perioada de iernare fără pierderi și cu gonadele aflate în stadiul IV terminal, ceea ce va conduce la obținerea unor rezultate foarte bune în campania de reproducere artificială.

2.3. Concluzii

Pescuitul de toamnă, selecție și iernarea loturilor de reproducători din specia *Polyodon spathula* constituie o serie de activități cu o importanță deosebită care se concretizează ca o tehnologie din care se pot desprinde următoarele concluzii:

- pescuitul de toamnă a bazinelor populate cu reproducători de *Polyodon spathula* se realizează cu năvodul fără matiață (tifan), cu latura ochiului de 10 mm;
- reținerea reproducătorilor de polyodon în năvod după finalizarea pescuitului până la încheierea etapei tehnologice de sortare se face astfel încât aceștia să nu stea îngrămădiți, în scopul prevenirii pierderilor provocate de stres;
- manipularea reproducătorilor de polyodon în vederea selecției se realizează doar de către personal calificat care să nu rănească peștii;
- selecția reproducătorilor se realizează atât după caracterele morfologice – fenotipice de dimorfism sexual, cât și după caracterele fiziologice, referitoare la stadiul de maturare al ovarului la femele;
- la pescuitul din toamnă, caracterele de dimorfism sexual nu sunt foarte pronunțate;

- stadiul de maturare al ovarului se determină cel mai bine prin metoda biopsiei, elaborată de B.N. Kazanskii și colab. 1956;
- la pescuitul din toamnă se aleg femelele la care stadiul de maturare al gonadelor este IV incomplet, ovocitele sunt pigmentate, au dimensiuni cuprinse între 1,8 – 2,3 mm, iar nucleul este situat în zona vitelusului cu granule mari. Polaritatea nucleului este slab reprezentată, indicele de polarizare fiind între 0,22 – 0,33;
- iernarea se realizează în bazine de pământ cu adâncimea medie a apei de cca. 2,5 m, care au alimentare cu apă permanentă;
- înainte de inundarea și popularea bazinelor de iernat, sunt efectuate lucrări tehnologice de asigurare și dezinfectare menite să reducă potențialele riscuri ce pot apărea în perioada de iernare;
- inundarea bazinelor de iernat se realizează cu cel puțin trei zile înainte de popularea reproducătorilor de polyodon;
- după populare se recomandă supravegherea atentă a bazinului de iernat pe parcursul a două-trei zile;
- pe toată durata perioadei de iernare, bazinele populate cu reproducători sunt monitorizate atent și se înregistrează evoluția parametrilor fizico-chimici ai apei.

Bibliografie

1. 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):617- 630.
2. Alexander, M.L., (1914). The paddlefish (*Polyodon spathula*). *Transactions of the American Fisheries Society* 44 (1): 73-78.
3. Alexander M.L., (1915). More about the paddlefish (*Polyodon spathula*) *Transactions of the American Fisheries Society* 45 (1): 34-39.
4. Alexandrovna I. V. (1989). "Gametogenez i polovi tikli veslonosa (*Polyodon spathula* Walbaum)" *Autoreferat Moscova 1989*.
5. Allen, W. F. (1911). Notes on the breeding season and young of *Polyodon spathula*. *Journal of the Washington Academy of Science* 1 (10):280-282.
6. Artyukhin (1995). *Contributions on biogeography and relationships within the Genus Acipenser*. Sturg. Quart., 3(2): 6-8.
7. Ballard, W.W., R.G. Needham (1964). Normal embrionic stages of *Polyodon spathula* (Walbaum). *Journal of Morphology* 114 (3):465-477.
8. Barbour, R.W. (1951). Occurrence of paddlefish in eastern Kentucky, *Copeia* (1) 1: 102.
9. Bănărescu P. (1996). Studiul de impact privind introducerea în crescătoriile piscicole a speciei *Polyodon spathula* *Referat contract de cercetare nr 118/1996. Beneficiar SCP Nucet (nepubl.)*.
10. Beaver P. și Simer P. H. (1940). A restudy of the three existing species of the cestode genus Marsipometra Cooper (Amphicotylidae) from the spoonbill, *Polyodon spathula* (Wal.), Tr. Am. Micr. Soc. 59: 167-182.
11. Bemis W.E. and Kynard B. (1997). Sturgeon Rivers: an introduction to Acipenseriformes biogeography and life history. In: *Sturgeon Biodiversity and Conservation* (eds V.J. Birstein, J.R. Waldman and W.E. Bemis). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, pp. 167-183.
12. Bemis W.E., Birstein, V.J. and Waldman, J.R. (1997a). *Sturgeon biodiversity and conservation: An introduction*. *Env. Biol.Fish.* 48(1-4): 13-14.
13. Berg L. S. (1965). *Classification of fishes both recent and fossil*. Thai National Documentation center, Bangkok. 304 pp.
14. Berg, R.K. (1985). Managing fish on the "Mighty Mo". *Montana Outdoors* 16(4):6-10.
15. Billard. R. and Lecointre. G. (2001). Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 10. 355-392.
16. Birstein V. J. (1993). Sturgeons and paddlefishes: threanetened fishes in need of conservation. *Conservation Biology*. 7, 773-787.
17. Birstein V.J. & DeSalle, R. (1997). *Molecular phylogeny of Acipenserinae*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 9(1): 141-155.
18. Birstein V.J., Waldman J.R. and Bemis W.E. (eds.) (1997b): *Sturgeon Biodiversity and Conservation*. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht. 444 pp.
19. Brown C.G., S.D. Mims (1995). Storage, transportation and fertility of undiluted and diluted paddlefish milt. *The Progressive Fish -Culturist* 57 (1):64-69.
20. Causey D. (1957). Parasitic Copepoda from Louisiana freshwater fish. *Am. Midl. Nat.* 58(2): 378-382.
21. Choudhury A. and Dick T.A. (1998). *Patterns and determinants of helminth communities in the Acipenseridae (Actinopterygii: Chondrostei), with special reference to the lake sturgeon, Acipenser fulvescens*. *Can. J. Zool.* 76(2): 330-349.
22. CITES (2000). *Document AC.16.7.2* 16th meeting of the CITES Animals Committee. Shepherdstown. 11-15, December 2000.
23. Combs D.L. (1986). The role of regulations in managing paddlefish populations. in. *"The paddlefish: status, management and propagation."* *North Central Division, American Fisheries Society, Special Publication Number 7/1986: 68-76*.
24. Crance, J.H. (1987). Habitat Suit ability Index Curves for Paddlefish, Developed by the Delphi Technique. *North American Journal of Fisheries Management* 7: 123-130.
25. Eddy S., P. H. Simer (1929). Notes on the food of the paddlefish and the plankton of its habitat. *Transaction of the Illinois State Academy of Science* 25: 59-68.
26. 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, pp. 73-106.
27. Fishbase (2003). World Wide Web electronic publication. (Available at <http://www.fishbase.org>).
28. Gengerke, T. W. (1986). Distribution and abundance of paddlefish in the United States. in. *"The paddlefish: status, management and propagation."* *North Central Division, American Fisheries Society, Special Publication Number 7/1986: 22-35*.

29. Gerking S. D. (1994). Feeding ecology of fish. Academic Press. San Diego. 416 pp.
30. Graham, L. K. (1986). Establishing and maintaining paddlefish populations by stocking. In *The paddlefish: status, management and propagation.* "North Central Division, American Fisheries Society, Special Publication Number 7/1986: 94-104.
31. Graham, L. K. (1997). Contemporary status of the North American paddlefish, *Polyodon spathula*. In: *Sturgeon Biodiversity and Conservation* (eds V.J. Birstein, J.R. Waldman and W.E. Bemis). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 278-289.
32. Graham, L.K., Hamilton E.J., Russell V., 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: 78-94.
33. Grande L. & Bemis W. E. (1991). *Osteology and phylogenetic relationships of fossil and recent paddlefishes (Polyodontidae) with comments on the interrelationships of Acipenseriformes.* J. Vert. Paleo. 11 (supplement to Number 1): 121 pp.
34. Grande L. and Bemis. W.E. (1996). Inrerrelationships 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, pp. 85-115.
35. Hageman J. R. Timper D. C. and Hoyt R. D. (1986). The biology of the paddlefish in Lake Cumberland, Kentucky. Proceeding of the Annual Conference Southeastern Association of Fish an Wildlife Agencies 40: 237-248.
36. Houser A., Bross M.G. (1959). Observations on the growth and reproduction of the paddlefish. *Transactions of the American Fisheries Society* 88 (1) 50-52.
37. Hoxmeier R. J. H. și DeVries D.R. (1997). Habitat use, diet, and population structure of adult and juvenile paddlefish in the lower Alabama River. *Transactions of the American Fisheries Society* 126: 288-301.
38. Huggihns E. J. (1972). Parasites of fish in South Dakota. *South Dakota Exper. Sta. Bull.* 484: 1-73.
39. Jin F. (1995). *Late Mesozoic acipenseriforms (Osteichthyes: Actinopterygii) in Central Asia and their biogeographical implications.* pp. 15-21. In: A. Sun & Y. Wang (ed.) Sixth Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota, Short Papers, China Ocean Press, Beijing.
40. Josupeit H. (1994). *World trade of caviar and sturgeon.* FAO. Rome. 100 p.
41. Kazanskii B. N. (1956). Osetrovoe hoziaistvo v vodoemah SSSR, Moscova, 56-64.
42. Kevin, J.C., Doroshov S.I. (1992). Effect of Water Temperature and Formulated Diets on Growth and Survival of Larval Paddlefish. *Transactions of the American Fisheries Society* 121: 538-543.
43. Larimore R. W. (1950). Gametogenesis of *Polyodon spathula* (Walbaum): basis for regulations of the fishery. *Copeia* 1950(2): 116 -124.
44. Lein, G. M., D.R. Devries (1998). Paddlefish in the Alabama River drainage: Population characteristics and the adult spawning migration. *Transactions of the American Fisheries Society* 127(3):441-454.
45. Linhart, O., S.D. Mims., W.L. Shelton (1996). Motility of spermatozoa from shovelnose sturgeon and paddlefish. *Journal of Fish Biology* 47 (5): 902-909.
46. Linhart, O., S. Kudo, (1997). Surface ultrastructure of paddlefish eggs before and after fertilization. *Journal of Fish Biology* 51: 573-582.
47. Meyer M.C. (1946). Further notes on the leeches (Piscicolidae) leaving on fresh water fishes of North America. *Tr. Am. Micr. Soc.* 65(3): 237-249.
48. Meyer F. P. (1960). Life history of Marsipometra haslata and the biology of its host, Polyodon spathula. Iowa State Univ. Library, Ames. Iowa (unpubl.).
49. Meyer, F.P., J. H. Stevenson (1962). Studies on the artificial propagation of the paddlefish. *The Progressive Fish -Culturist* 24(2): 65-67.
50. Michaletz P.H., C.F. Rabeni, W.W. Taylor, T.R. Russell (1982). Feeding ecology and growth of young -of-the-year paddlefish in hatchery ponds. *Transactions of the American Fisheries Society* 111 (6):700-709.
51. Mims S.D., J.A. Clark și J.H. Tidwell (1991). Evaluation of three organic fertilizers for paddlefish, *Polyodon spathula*, production in nursery ponds *Aquaculture*, 99: 69-82.
52. 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 : 95-101.*
53. Mims, S.D., J.A. Clark, J.C. Williams, D.R. Bayne (1995). Factor Influencing Zooplacton Production in Organically Fertilized Ponds for Culture of Paddlefish, *Polyodon spathula*. *Journal of Applied Aquaculture, Vol. 5 (1)/ 1995: 29-44.*
54. Mims S.D., W.L. Shelton, O. Linhart, C. Z. Wang (1997). Induced meiotic gynogenesis of paddlefish *Polyodon spthula*. *Journal of the World Aquacult, Soc.* 28 (4): 334-343.
55. Mims S.D., W.L. Shelton, O. Linhart (1998). Induced gynogenesis of shovelnosesturgeon (*Scaphirhynchus platyrhynchus*) and paddlefish (*Polyodon spathula*). *Czech. J. Anim. Sci.* 43 438-443.
56. Mims. S.D. (2001). Aquaculture of paddlefish in the United States. *Aquatic living resource* 14. 391- 398.

57. Mims S.D., Lazur A., Shelton W.L., Gomelsky B. and Chapman F. (2002). *Species profile. Production of sturgeon*. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Fact Sheet, Publication No. 7200. 8 p.
58. Needham, R. G. (1965b). Spawning of paddlefish induced by means of pituitary material. *The Progressive Fish-Culturist* 27(1): 13-19.
59. Nikolskii, G. V. (1961). Special ichthyology. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. (*National Technical Information Service, Department of Commerce, Springfield, Virginia, USA.*) 538 pages.
60. Pasch, R.W., P.A. Hackney, J.A. Holbrook (1980). Ecology of paddlefish in Old Hickory Reservoir, Tennessee, with emphasis on first- year life history. *Transactions of the American Fisheries Society* 109(2): 157-167.
61. Pasch, R. W., C.M. Alexander (1986). Effect of commercial fishing on paddlefish populations. in *The paddlefish: status, management and propagation.*" North Central Division, American Fisheries Society, Special Publication Number 7/1986: 46-53.
62. Pikitch E.K., Doukakis P., Lauck L., Chakrabarty P and Erickson D.L. (2005). *Status, trends and management of sturgeon and paddlefish fisheries*. Fish Fish. 6: 233-265.
63. Pitman, V.M., J.O. Parks (1994). Habitat use and movement of young paddlefish (*Polyodon spathula*) *Journal Freshwater Ecol.* 9 (3) 181-189.
64. Purkett, C. A., JR, (1961). Reproduction and early development of the paddlefish. *Transactions of the American Fisheries Society* 90 (2): 125-129.
65. Purkett, C.A., JR. (1963). Artificial propagation of the paddlefish. *The Progressive Fish -Culturist* 25 (1): 31-33.
66. Purkett, C. A., JR. (1963a). The paddlefish fishery of the Osage River and the Lake of the Ozarks, Missouri. *Transactions of the American Fisheries Society* 92(3): 239-244.
67. Reed, B.C., Kelso, W.E., Rutherford, D.A. (1992). Growth, fecundity and mortality of Paddlefish in Louisiana. *Transactions of the American Fisheries Society* 121:378-384.
68. 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 Science* 26:33-44.
69. Rosen R. A. (1976). Distribution, age and growth, and feeding ecology of paddlefish (*Polyodon spathula*) in unalred Missouri River, South Dakota. Master's Thesis. Wildlife and Fisheries Science, Fisheries Optim, South Dakota State University.
70. Rosen R. A., D.C. Hales (1981). Feeding of paddlefish, *Polyodon spathula* . *Copeia* 1981 (2): 441-455.
71. Ruelle, R., P.L. Hudson (1977). Paddlefish (*Polyodon spathula*) growth and food of young of the year and a suggested technique for measuring length. *Transactions of the American Fisheries Society* 106 (6): 609-613.
72. Russel, T.R. (1982). Paddlefish. *Missouri Conservationist* 43(3): 11-13.
73. 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 Number 7/1986 : 2-20.
74. Scarnecchia D.L., P.A. Stewart (1997). Implementation and evaluation of a catch - and - release fishery for paddlefish. *North American Journal of Fisheries Management* 17(3): 795-799.
75. Semmens, K.J. and W.L. Shelton (1986). Opportunities in paddlefish aquaculture in *The paddlefish: status, management and propagation.*" North Central Division, American Fisheries Society,Special Publication Number 7/1986 :103- 113.
76. Shelton W.L. and Mims S.D. (1995). *Oocyte staging in paddlefish, Polyodon spathula*. Trans. Kentucky Acad. Sci. 56: 22-27.
77. Shelton W.L., S.D. Mims, J.A. Clark, A.E. HIOT, C.Z. WANG (1997). A temperature dependent index of mitotic interval for chromosome manipulation in paddlefish and shovelnose sturgeon.*The Progressive Fish - Culturist* 59(3): 229-234.
78. Simer P. H. (1929). Fish trematodes from the lower Tallahatchie River. Am. Midl. Nat. 11 (12): 563-588.
79. Simer P. H. (1930). A preliminary study of the cestodes of the spoonbill, *Polyodon spathula* (Wal.). Tr. Ill. State Acad. Sci. 22: 139-145.
80. Southall, P.D., W. A. Hubert (1984). Habitat Use by Adult Paddlefish in the Upper Mississippi River. *Transactions of the American Fisheries Society* 113: 125-131.
81. Stech L., Linhart O., Shelton W.L. and Mims S.D. (1999). *Minimally invasive surgical removal of ovulated eggs from paddlefish*. Aquaculture International 7: 129-133.
82. Stockard C. R. (1907). Observations on the natural history of *Polyodon spathula*. Amer. Nat. 41: 753-766.
83. Tendron G. (1997). Les introductions des especes dans les milieux aquatiques continentaux en metropole Avant-propos *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* Nr. 344-345: 1-2.
84. Thompson, D. H. (1933). The finding of very young *Polyodon*. *Copeia* 1933 (1): 31-33

85. Vasiliev V.P., Sokolov L.L. and Serebryakova E.V. (1980). Karyotypes of the Siberian sturgeon, *Acipenser baeri*, of the Lena River and some aspects of karyotype evolution in Acipenseriformes. *Voprosy Ikhtiologii* 20: 814-822. (in Russian; English translation *J. Ichthiol.* 20: 37-45).
86. Vinogradov, V., L. Erohina, N., Voropaev, A., A. Lavrova (1975). Veslonosjvaia planktonaia seti. *Rabovodstvo i Rabalovstvonn. 4 /1975: 18-23.*
87. Vinogradov, V., E. Melcenkov, L. Erohina, N. Voropaev, V. Certihin (1987). Razvedenie Veslonosa, *Rabovodstvo, nr. 4/1987: 20-23.*
88. Wagner, G. (1904). Notes on *Polyodon*. *Science (new series) 19 (483): 554-555.*
89. Weisel, G.F. (1973). Anatomy and histology of the digestive system of the paddlefish (*Polyodon spathula*). *Journal of Morphology 140 (2):243-256.*
90. Wilson C. B. (1914). Copepod parasites of fresh water fishes and there economic relations to mussel glochidia. *Bull. U.S. Bur. Fish.* 34: 331-374.
91. Weisel G. E. (1973). Anatomy and histology of the digestive system of the paddlefish (*Polyodon spathula*) *J. Morph.* 140(2): 243-251.