

AKADEMIA ROLNICZA W SZCZECINIE

WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOŚCI I RYBACTWA



MARCIN BIERNACZYK

**BIOLOGICZNA CHARAKTERYSTYKA
PORÓWNAWCZA GAMET I WYLEGU
ŁOSOSIA (*SALMO SALAR* L.)
REINTRODUKOWANEGO
DO WÓD POLSKI PÓŁNOCNEJ**

Rozprawa doktorska
wykonana w Katedrze Anatomii
i Embriologii Ryb
promotor
Prof. dr hab. Krzysztof
Formicki

Szczecin 2007

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
2. CEL I ZAKRES BADAŃ	12
3. MATERIAŁ I METODY	14
3.1. MATERIAŁ	14
3.2. METODY	15
3.2.1. Plemniki	15
3.2.2. Jaja	16
3.2.3. Inkubacja	18
3.2.4. Wylęg oraz podchów narybku	20
3.2.5. Pomiary wylęgu i narybku	20
3.2.6. Zastosowane metody statystyczne i przedstawienie wyników	21
4. WYNIKI	22
4.1. PLEMNIKI	22
4.2. JAJA	26
4.3. ROZWÓJ ZARODKOWY	45
4.4. LARWY	47
4.5. NARYBEK	55
5. OMÓWIENIE WYNIKÓW	61
6. KONKLUZJE	71
7. PIŚMIENNICTWO	73

1. WSTĘP

Druga połowa dwudziestego wieku, to powolny zmierzch i wreszcie całkowite zniknięcie z katalogu polskiej wolnożyjącej ichtiofauny łosiosia (*Salmo salar* L.) – wędrownej ryby anadromicznej, która na miejsca rozrodu i wczesnej ontogenezy obrała cieką o wartkim przepływie czystej wody, ryby wyjątkowo wrażliwej na zmiany środowiska otaczającego, jakie niesie z sobą współczesność w postaci zabudowy hydrotechnicznej i zanieczyszczeń wody będących nieodłączną konsekwencją postępu technologicznego, nieuwzględniającą w niezbędnej chociażby skali konieczności zadbania o czystość wód poprodukcyjnych i komunalnych.

Powyższe „gorzkie” i nieco bezradne stwierdzenie odnosi się nie tylko do łosiosia i na pewno dotyczy, chociaż w różnym stopniu, również i innych taksonów.

Wybór łosiosia dla tytułowych dociekań podyktowany został również kilkoma względami, z których ważniejszy to uzmysłowienie rybakom, organizacjom rybackim, władzom lokalnym, rzeszom wędkarskim i wreszcie społecznościom lokalnym jakie są koszty ludzkiej niefrasobliwości w odniesieniu do otaczającego środowiska, a skutkować to przecież będzie negatywnie prędzej czy później w odniesieniu i do innych taksonów, a wreszcie i nas samych.

Aby spełnić te zamierzenia nieodzowne jest z jednej strony przedstawienie wizerunku tego gatunku i jego występowania w wodach Polski w ostatnim stuleciu, a po drugie, podejmowane w ostatnim dziesięcioleciu działania na rzecz powtórnego wsiedlenia łosiosia do wód polskich oraz wyjawienie i przedstawienie biologicznej charakterystyki i różnicowań jakie występować mogą w różnych ciekach, do których łosoś jest wsiedlany, co w wyniku szczegółowej analizy mogłoby być pomocne w zabiegach orga-

nizacyjnych i logistycznych zabezpieczających zarówno dziś, jak i w przyszłości określone sukcesy przedsięwzięć reintrodukcyjnych.

Łosoś (*Salmo salar* L.) zasiedla rzeki uchodzące do Północnego Atlantyku. W Europie południową granicą jego występowania jest rzeka Duero (Portugalia), na północy występuje aż do mórz Białego i Barentsa, natomiast wschodnią granicę jego występowania stanowi rzeka Kara (Rosja) (Berg 1948, Nikolski 1956). W Ameryce Północnej występuje od rzeki Connecticut na południu aż do rejonu Ungawy i Cieśniny Hudsona na północy (Nikolski 1956, Vladykov 1963, Scott i Crossman 1974), a także w Południowej Grenlandii (Nikolski 1956, Vladykov 1963).

W zlewisku Morza Bałtyckiego łosoś występuje w licznych rzekach, jednak ze względu na ich zabudowę hydrotechniczną oraz postępujące zanieczyszczenie, jego zasięg ogranicza się tylko do dolnych partii rzek. Głównymi tarliskami są rzeki szwedzkie i fińskie (Staff 1956, Christensen i Johansson 1975, Koch i in. 1980).

Pierwsze notatki o występowaniu łososi na terenach obecnej Polski znajdujemy u Kluka (1780) i Zawadzkiego (1840), którzy opisywali łososią właściwego (*Salmo salar* L.) i łosiosopstrąga (*Salmo trutta* m. *trutta* L.). Zawadzki (1840) podawał, że łosoś wchodzi do Wisły i Dunajca.

Kolejne wzmianki o jego występowaniu w naszych wodach znajdujemy u Heckla i Knera (1858), którzy pisali, że w wodach Małopolski występują dwa gatunki łososi – *Salmo salar* L. i *Salmo hamatus* Cuv. O gatunku *Salmo trutta* L. autorzy ci nie wspominali. Podawali oni przypadki łowienia łososi w górnych dopływach Bugu. Prawie sto lat później, bo w okresie międzywojennym w tej rzece nie odławiano już łososi (Schechtel 1925).

Wałęcki (1864) podawał, że łososią corocznie obserwuje się w Wiśle w Warszawie i wchodzi on do rzek wpadających do Wisły: Sanu i Bugu. Zarazem twierdził on, że w rzece Warcie nie ma o nim żadnych wiadomości.

Autor ten zmienił też dotychczasową nazwę łososiopstrąg na używaną do dzisiaj troć.

Zupełnie inne wiadomości o łososiu w zlewni Odry i Warty znajdujemy w „Prawie Rybackim” wydanym 30 maja 1874 roku w Wielkim Księstwie Poznańskim. Działający w tym regionie Związek Rybacki zainicjował bowiem akcję zmierzającą do ocalenia i restytucji szczególnie zagrożonych gatunków ryb: łososi i troci (Przybył 1976).

Pierwszych zarybień dokonano w 1869 roku, a do 1879 roku wpuszczono do Odry i jej dopływów 1,5 miliona sztuk wylęgu łososia. Pierwsze zarybienia Warty przeprowadzono w 1875 roku (Przybył 1976).

W 1899 roku powołana została komisja rybacka, która stwierdziła, że spadek wydajności połowów łososia spowodowany był przede wszystkim regulacją i zabudową rzek niszczącą naturalne tarliska oraz narastającym zanieczyszczeniem. Komisja zaleciła także intensyfikację zarybień Drawy i Gwdy. W latach 1899–1904 wpuszczono do Drawy 826 tysięcy, a do Gwdy 310 tysięcy sztuk wylęgu łososia, w 1905 roku wpuszczono także do Piławy i Dobrzycy 91 tysięcy sztuk wylęgu łososia. Zaowocowało to zwiększonymi połowami w latach późniejszych (Przybył 1976).

Pod koniec XIX i na początku XX wieku łosoś był często mylony z trocią, a większość ryb poławianych w rzekach przypisywano do gatunku *Salmo salar*. Równocześnie uważano, iż troć jest gatunkiem morskim, rzadko występującym na terenie Polski, który jeżeli wędruje do rzek, to trzyma się ich dolnego biegu (Wałęcki 1864, Brauer i Peppenheim 1909, Schechtel 1925). W pracach Nowickiego (1882, 1887) troć jest zupełnie pomijana lub jej występowanie przypisywane jest tylko do przyujściowemu odcinkowi Wisły. Również Niezabitowski (1903) podawał, że w Popradzie występuje tylko łosoś, co jest potwierdzeniem sądów Seligo (1896), który opisywał łososie wędrujące jesienią do Wisły. Natomiast Vogt-Hofer (1909) nie był tak

kategoryczny i w swej książce pisał, że troć i łoś, co do rozprzestrzenienia i rozmnażania, są bardzo do siebie podobne, jednak troć opuszcza morze później i nie wędruje aż tak wysoko. Podobne opisy znajdujemy u Waltera (1913) i Smoliana (1920). Brauer-Peppenheim (1909) opisywał, że łoś wędruje między innymi do źródeł Wisły.

Dixon (1924) podczas kampanii łososiowej na Dunajcu w 1923 roku stwierdził, iż wśród odłowionych tarlaków nie było żadnego łośa, a jedynie trocie, które uznał za formę lokalną, gdyż nie mógł jej zidentyfikować z *Salmo trutta*. Schechtel (1925) próbując rozstrzygnąć sprawę występowania łośa i troci w Polsce, stwierdził nader liczne występowanie troci w górnej Wiśle i jej bezwzględną przewagę nad łośem. W 1929 Żarnecki w publikacji „Z życia łośa” pisał, iż łoś odławiany w Dunajcu jest w rzeczywistości trocią.

Gwałtowny rozwój przemysłu po II Wojnie Światowej, a co za tym idzie zanieczyszczenie środowiska, jak również zabudowa rzek wykonywana w sposób nieuwzględniający wędrówek ryb na tarliska, spowodowały stopniowe wymieranie łośa w wodach polskich. Ostatnie łośe w Skawie obserwowano w 1952 roku (Bieniarz i Łysak 1975, Bartel 1999). Dla łośa wiślanego przeszkodą nie do przebycia było wybudowanie w 1968 roku zapory we Włocławku, która uniemożliwiła mu wędrówki na tarliska położone w górnym dorzeczu Wisły. W dolnej Wiśle łoś wyginął w latach siedemdziesiątych (Bartel 1999). W dorzeczu Odry łoś występował znacznie dłużej niż w Wiśle. W latach 1951–1965 był on licznie odławiany w Drawie i Gwdzie, a jego populacja podczas odłowów w Drawie była większa niż populacja troci prawie 5-krotnie (Chełkowski 1966, Iwaszkiewicz 1966). Jednak i w tych rzekach łoś wyginął, a ostatnie dorosłe osobniki obserwowano w Drawie w 1985 roku (Chełkowski 1986). Rok później, podczas próby pozyskania tarlaków, odłowiono jedynie osobniki młodociane,

9 sztuk w Płocicznej i 1 sztukę w dolnej Drawie (Chełkowski 1987). W 1987 roku odłowiono jedynie 7 sztuk narybku łososa w Płocicznej (Chełkowski 1988). W 1988 roku nie uzyskano już łososa (ani osobników dorosłych, ani młodocianych) z dorzecza Drawy (Chełkowski 1989). Otwieranie w latach 1982, 1983 i 1984 upustów ze zbiornika w Kamiennej i zrzut nagromadzonych osadów, a co za tym idzie zasypanie osadami naturalnych tarlisk łososa poniżej jazu, przyczyniło się w znaczący sposób do wyginięcia łososa drawskiego (Chełkowski 1985, 1986, Chełkowski i Chełkowska 1985).

Zanik ostatniej rodzimej populacji spowodował podjęcie prac nad restytucją łososa w Polsce. W lutym 1985 roku Pracownia Hodowli Ryb Łososiowatych w Rutkach otrzymała z ZSRR (obecnie Łotwa) poprzez Morski Instytut Rybacki 50 tysięcy sztuk zapłodnionej ikry z rzeki Dźwiny (Grudniewska i Grudniewski 1990, Bartel 1999, 2001). W tym samym roku Instytut Rybactwa Śródlądowego otrzymał od Fińskiego Instytutu Badawczego Łowiectwa i Rybactwa 10 tysięcy ziaren ikry łososa newskiego (Bartel 1996, 1999). W czerwcu 1985 roku uzyskano 21 tysięcy sztuk wylęgu, a całkowite straty do końca czerwca wyniosły około 80%. W styczniu 1986 roku pozostało 5,7 tysiąca łososi (Grudniewska i Grudniewski 1990).

W marcu 1986 roku Pracownia w Rutkach otrzymała 30 tysięcy ziaren zapłodnionej ikry z rzeki Newy (Finlandia). W czerwcu 1986 roku uzyskano 8 tysięcy sztuk wylęgu, a pod koniec roku dysponowano 4 tysiącami sztuk narybku łososa newskiego. Jesienią 1986 roku przeznaczono 1410 sztuk presmoltów (stadium parr) łososa z Dźwiny do dalszej hodowli w sadzach na Bałtyku, a 80 sztuk łososi przeznaczono do podchowu w wodzie słodkiej. W czerwcu 1987 roku przeznaczono również do hodowli na Bałtyku 650 sztuk łososi newskich (Grudniewska i Grudniewski 1990).

W lutym 1988 roku sprowadzono z Łotwy kolejną porcję 30 tysięcy sztuk zaoczkowanej ikry łososa z Dźwiny (Grudniewska i Grudniewski 1990).

W kwietniu podjęto po raz pierwszy decyzję o sprzedaży tysiąca sztuk łososa newskiego na zarybienie Słupi. Podejrzewając, że łososie z Dźwiny i Newy cechują się dużym zróżnicowaniem genetycznym postanowiono zarybiać Słupię łososiem newskim, a Wisłę łososiem sprowadzonym z Łotwy.

Jesienią 1988 roku przeprowadzono po raz pierwszy tarło ryb wyhodowanych w Polsce i uzyskano z niego około 22 tysiące sztuk wylęgu do dalszej hodowli (Grudniewska i Grudniewski 1990). Poza tym podjęto decyzję o zwiększeniu puli genetycznej występujących u nas łososi i w tym celu sprowadzono ponownie w 1994 roku zaoczkowaną ikrę łososa z rzeki Dźwiny. Zabiegi te kontynuowano w latach 1995–1999, kiedy to sprowadzano rocznie od 15 do 300 tysięcy ziaren ikry łososa z Dźwiny. W 1997 roku wsiedlono 150 tysięcy sztuk narybku jesiennego (Bartel 2001).

Restytucję łososa w Drawie, ostatniej rzece, w której występował nasz rodzimy łosoś, podjęto w kwietniu 1995 roku wpuszczając około 23 tysiące jedno- i dwurocznej młodzieży łososa wywodzącego się z linii Daugawskiej (rzeka Dźwina), a wyhodowanego w gospodarstwie rybackim „AQUAMAR” w Miastku. Zarybienia powtórzono też rok później wypuszczając około 13 tysięcy sztuk łososa (Chełkowski i Chełkowska 1996).

Bartel (1996) podaje, że w 1996 roku wpuszczono do Drawy 11 403 smolty łososa, a Dębowski i Gancarczyk (1998) donoszą, że w roku 1997 wpuszczono do Drawy aż 75 tysięcy smoltów łososa.

Wszystkie wymienione wyżej działania, zabiegi techniczne i wieloletnie uporczywe przedsięwzięcia sprawiły, że obecnie na terenie Polski łosoś występuje w wielu rzekach pomorskich, w zlewni Wisły, gdzie głównym obszarem tarła i rozrodu jest rzeka Drwęca, oraz zlewni Odry, gdzie te funkcje pełni rzeka Drawa.

Wizerunek biologiczny łososa jest powszechnie znany i po wielokroć dokładnie opisany zarówno przez autorów polskich (Wałęcki 1868, Nowicki 1882, Niezabitowski 1903, Dixon 1924, Żarnecki 1929, Staff 1950), jak

i zagranicznych (Nordqvist 1926, Berg 1935, Nikolskij 1956). Nie ma więc potrzeby szerszego, szczegółowego opisu w tym miejscu tego wielce ciekawego z wielu względów gatunku, który na tle innych przedstawicieli rodzimej ichtiofauny wyróżnia się wieloma znakomitymi cechami, po „majestatyczne” formy zachowania w toni wodnej.

Nie od rzeczy natomiast, a wręcz nieodzowne jest poświęcenie nieco uwagi dwóm zagadnieniom ściśle związanym z założeniami, jakie legły u podstaw przedsięwziętych badań, a dotyczącym –

- po pierwsze – zróżnicowań rasowych populacji zdążających na tarliska,
- po drugie – przywołania i uzmysłowienia sobie mających bezpośrednio przełożenia na przebieg oraz wyniki tarła i inkubacji ikry ogólnej wiedzy dotyczącej morfo-fizjologicznych cech gamet, a także prześledzenia najważniejszego okresu ontogenezy, jakim jest rozwój zarodkowy.

W odniesieniu do zróżnicowań biologicznych, a w tym do zróżnicowań morfo-fizjologicznych sezonowej gotowości do rozrodu należy nieco uwagi poświęcić zdaniu wyrażonemu przez Nordqvista (1924), który podzielił łososie na dwie grupy biologiczne – a mianowicie grupę wstępującą do rzek z rozwiniętymi, gotowymi do tarła gonadami i grupę wstępującą do rzek z gonadami nierozwiniętymi.

Do drugiej z tych grup zakwalifikował on jedynie łososie wiślane i łososie z rzek uchodzących do Morza Białego. Rzeki te, jak wiadomo, posiadają tarliska bardzo oddalone od swych ujść, co zgadza się z koncepcją Berga (1935) mówiącą, że u ryb anadromicznych, występujących w długich rzekach strefy umiarkowanej i arktycznej półkuli północnej, można wyróżnić dwie rasy sezonowe: letnią i zimową. Pęczalska (1955) pisze, że wędrówki anadromicznych ryb łososiowatych w długich rzekach trwają cały rok. Jesienią wpływają do nich osobniki niedojrzałe, które dopiero następnej jesieni będą odbywały tarło. Podobnie Nikolski (1956) stwierdza, że dorosłe osobniki łososia wstępują do rzek w różnym stanie dojrzałości gonad i w różnych

okresach roku, a stan dojrzałości gonad jest uzależniony od długości rzeki. Żarnecki (1963) wyróżnia dla łososi złowionych w Wiśle w latach 1950 i 1951 dwie populacje: letnią i zimową – różniące się stanem dojrzałości gonad i czasem spędzonym w rzece przed odbyciem tarła. Jednak już w połowach z 1952 roku stwierdza on zanik populacji zimowej, która odbywała tarło w górnych dopływach Wisły (Żarnecki 1964). Obecnie z powodu ograniczenia na terenie Polski możliwości migracyjnych łososi, wszystkie osobniki odbywają tarło w tym samym roku, w którym wstąpiły do rzeki, a więc stanowią rasę letnią. Zgadza się to z teoriami Berga (1935) i Nikolskiego (1956), że rasa która wstępuje do rzek z nierozwiniętymi gonadami (rasa zimowa) występuje tylko w rzekach długich.

Okres tarła łososia trwa od października do listopada, a w wodach położonych bardziej na południu może przedłużać się aż do stycznia (Nikolski 1956; Edwards 1978; Chełkowski 1985, 1987; Chełkowski i Chełkowska 1985; Brylińska 2000).

Temperatura wody podczas tarła wynosi 0–6°C (Nikolski 1956), 5–6°C (Brylińska 2000).

Ikra składana jest, jak u wszystkich ryb z rodzaju *Salmo*, do wykopanych w dnie gniazd. Ilość składanych jaj jest wielce zróżnicowana i wynosi od 1500 (Thorpe i in. 1984) do 5 000-20 000 ziaren ikry (Bartel 1998, Brylińska 2000),

Płodność względna ryby jest różna – od 1000–3000 szt./kg według Rudnickiego i in. (1971), 1500 szt./kg wg Bieniarza i Łuczyńskiego (1998), po 1600–1900 szt./kg (Moffett i in. 2006). Płodność względna spada wraz z wielkością samicy, wzrasta natomiast wówczas średnica składanych jaj.

Jaja łososia są stosunkowo duże, a ich średnica wynosi: 5–7 mm (Rudnicki i in. 1971), 6,2 mm (Edwards 1978), 4,56–6,60 mm (Thorpe i in. 1984). Podobny rozrzut zawierają dane najnowsze zaczerpnięte z prac Christiansena i Torrissena (1997) – 5,8–6,5 mm, Bartla (1998) i Brylińskiej

(2000) – 5,5–7,0 mm, Berga i in. (2001) – 4,24–6,41 mm, Kinga i in. (2003) – 5,4–5,8 mm, Moffett i in. (2006) – 5,1–5,7 mm.

Inkubacja jaj trwa około 180 dni (Nikolski 1956), 510 D° (Edwards 1978), 502–517 D° (Christiansen i Torrissen 1997), 522 D° (Rennie i in. 2005). Pierwsze dni po wylęgu larwy spędzają nieruchomo ukryte pomiędzy kamykami. W okresie tym odżywiają się treścią woreczka żółtkowego stopniowo go resorbując. Po około 2–3 tygodniach zaczynają swobodnie pływać i pobierać pokarm. W polskich wodach słodkich spędzają od roku do trzech po czym spływają do morza. W morzu bardzo szybko przechodzą na pokarm składający się głównie z ryb i bardzo szybko przyrastają.

2. CEL I ZAKRES BADAŃ

Występujący w obecnej dobie w wodach Polski Północnej łosoś stanowi wynik zakończonego sukcesem doniosłego przedsięwzięcia w postaci powtórnego wsiedlenia do tych wód dwóch szczepów tej ryby blisko kiedyś spokrewnionych z formą rodzimą populacji, która padła ofiarą po części współczesnego postępu technologicznego i gospodarczego, a po części ludzkiej niefrasobliwości.

Całe szczęście, że w drugiej połowie ubiegłego stulecia znalazła się w kraju grupa ludzi niespokojnych, zdolnych do podjęcia stosownego alarmu, skupionych w i wokół Instytutu Rybactwa Śródlądowego, którzy sprawili, że wszczęte zostały środki zaradcze, których celem było podjęcie prób reintrodukcji do cieków wodnych przedstawicieli tego gatunku i jednocześnie zadbanie o stworzenie zarówno materialnych jak i społeczno organizacyjnych warunków dla swoistych przedsięwzięć „rewitalizujących” wybrane cieki w imię przywrócenia im przyrodniczego statusu *quo ante*, bez czego każda myśl o powrocie do katalogu ichtiologicznego Polski tego sztandarowego taksonu byłaby niemożliwa.

Dziś więc nastaje pora aby dokonać wstępnego oszacowania:

- na ile wszystkie te przedsięwzięcia były udane i uzasadnione?
- jaka jest obecna i przewidywana biologiczna jakość pozyskiwanych na tarliskach produktów płciowych i ich przydatność dla celów zarybieniowych?
- czy występujące zróżnicowanie w biologicznej jakości gamet i przebiegu embriogenezy mieszczą się w przyjętych umownie granicach naturalnej zmienności, czy też są przejawami na tyle znaczących odchyień, które by upoważniały do wyciągania głębszych wniosków dotyczących biologicznego arealu, w którym dana populacja życiowo się realizuje?

- czy wreszcie materiał zarybieniowy pochodzący od „rodzimych” już stad tarłowych byłby przydatny do powtórnego zarybiania i introdukcji tego gatunku do innych rzek i strumieni o podobnej fizjografii na Pomorzu i Pomorzu Zachodnim?

Każde z tych pytań stanowi osobne zagadnienie. Rzeczowe odpowiedzi na nie mogłyby, jak się wydaje, stanowić podstawę do poczynienia ewentualnych korekt do tego co się robi lub robić zamierza, co w połączeniu z pomyślnymi odpowiedziami np. na 4-te pytanie mogłyby posłużyć na rozwijaniu na większą, niż tylko eksperymentalną, skalę wszędzie tam gdzie można podobnych akcji zarybieniowych i hodowlanych.

Powyższe więc stanowi szkic celu i program przedsięwziętych badań i dociekań.

W zakresie badań znajdują się:

- plemniki – spermatokryt, wskaźniki ilościowe, ruchliwość;
- jaja – wymiary, masa, wytrzymałość mechaniczna osłonek jajowych;
- przebieg embriogenezy – śmiertelność, czas rozwoju zarodkowego;
- larwy – długość i masa uzyskanych larw oraz długość i szerokość ich woreczków żółtkowych;
- narybek – ilość, długość i masa uzyskanego narybku.

Wszystko powyższe pozwoli dokładniej scharakteryzować gamety i wczesne stadia rozwojowe łososi występujących obecnie w badanych akwenach i być może stanie się pomocne w doskonaleniu metod produkcji materiału zarybieniowego.

3. MATERIAŁ I METODY

3.1. MATERIAŁ

Badania prowadzono w latach 2001-2006 w laboratoriach Katedry Anatomii i Embriologii Ryb. Materiał do badań stanowiły plemniki i jaja łososi pozyskiwane z trzech odrębnych środowisk tj.

- rzeki Wisły (gospodarstwo rybackie w Świbnie, a w roku 2005 PZW Toruń – punkt pozyskiwania tarlaków w Lubiczu) – linia daugawska;
- rzeki Wieprzy (ośrodek PZW Koszalin w Darłowie) – linia daugawska;
- hodowli stawowej w Miastku (gospodarstwo produkcyjno-handlowe „Aquamar”) – linia daugawska.

Osobniki łososi, od których pobrano materiał do badań miały średnią długość: z hodowli stawowej około 55 cm, a występujące w rzekach około 85 cm. Przebadano materiał pochodzący od 84 samców i 117 samic.

W 2001 roku pobrano materiał od 9 samców i 12 samic z rzeki Wisły, 16 samców i 12 samic z rzeki Wieprzy i od 15 samców i 12 samic z hodowli stawowej.

W 2003 roku od 3 samców i 4 samic z rzeki Wisły, 8 samców i 10 samic z rzeki Wieprzy i od 11 samców i 12 samic z hodowli stawowej.

W 2004 roku od 5 samców i 8 samic z rzeki Wisły, 7 samców i 15 samic z rzeki Wieprzy i od 10 samców i 12 samic z hodowli stawowej.

W 2005 roku od 2 samic z rzeki Wisły, 6 samic z rzeki Wieprzy i od 12 samic z hodowli stawowej. W roku 2005 nie badano plemników łososi.

Pierwotnie planowano pozyskiwać materiał do badań od 12 samic z każdego ośrodka, jednak z powodu nie zawsze wystarczającej ilości pozyskanych ryb liczba ta była w niektórych przypadkach nieco mniejsza.

3.2. METODY

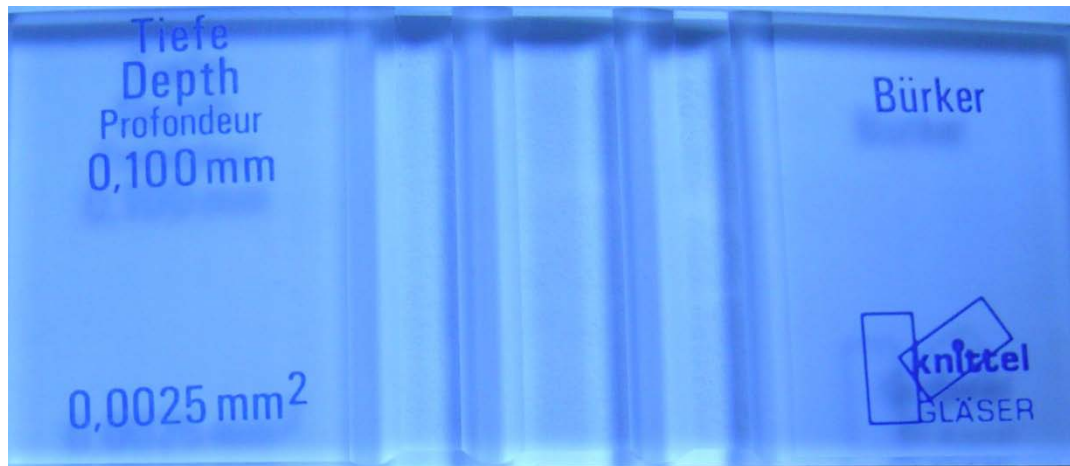
Produkty płciowe były pobierane od gotowych do rozrodu osobników: pozyskanych z gospodarstwa stawowego i od ryb odłowionych podczas wędrówki tarłowej (rzeki). Przewożono je do laboratorium Katedry Anatomii i Embriologii Ryb Akademii Rolniczej w Szczecinie w schłodzonych termosach umieszczonych dodatkowo w izotermicznym pojemniku, posiadającym własny system chłodzenia. Tarło przeprowadzano metodą na sucho przy zastosowaniu wody filtrowanej (woda filtrowana przez wielowarstwowy filtr żwirowo-węglowy, a następnie przetrzymywana w odstojniku i intensywnie napowietrzana) o temperaturze równej temperaturze wody w miejscu i czasie pozyskiwania tarlaków.

3.2.1. Plemniki

Spermatokryt. Przeprowadzano badanie spermatokrytu, czyli względnej objętości plemników w stosunku do całkowitej objętości spermy, wyrażonej w procentach (Winnicki i Tomasik 1976). Badanie to wykonywano używając wirówki hematokrytowej (Unipan typ: 346). Wirowanie trwało pięć minut przy pięciu tysiącach obrotów na minutę. Po zakończeniu wirowania wyniki odczytywano posiłkując się odpowiednim szablonem.

Koncentracja plemników (liczba komórek w 1 mm^3). Do obliczenia liczby plemników wykorzystano zestaw składający się z mikroskopu optycznego i komory Bürkera oraz mieszalnika Potaina, wykorzystywanych do liczenia krwinek czerwonych (Ryc. 1).

Do mieszalnika Potaina pobierano nasienie oraz płyn rozcieńczający zawierający 3‰ roztwór NaCl. Rozcieńczone nasienie wprowadzono pod szkiełko nakrywkowe przygotowanej wcześniej komory Bürkera, a następnie liczono ilość plemników z 40 kwadratów (Miętkiewski 1973).



Ryc. 1. Komora Bürkera

Ruchliwość plemników. W kolejnym etapie badano ruchliwość plemników, na stanowisku laboratoryjnym wyposażonym w:

- mikroskop optyczny
- stoper (± 1 s)
- inne narzędzia (szkiełka podstawowe i nakrywkowe, pipety, szkiełka zegarkowe, bagietki)

Badania przeprowadzano w pomieszczeniu izotermicznym w celu zapobieżeniu przekłamaniam związanym z termiką, która, gdyby nie ten zabieg, byłaby inna niż na tarlisku. Na szkiełko podstawowe przy pomocy pipety nanoszono kroplę wody i przykrywano szkiełkiem nakrywkowym, na którym wcześniej umieszczono kroplę spermy. Od momentu zetknięcia się nasienia z wodą mierzono czas trwania ruchu plemników w fazie burzliwej, postępowej i wahadłowej (Tomasik 1973, Formicki i in. 1989).

3.2.2. Jaja

Dokonywano pomiarów:

- średnicy i objętości,
- masy, a także
- wytrzymałości mechanicznej osłonek jajowych.

Pomiary wytrzymałości i masy wykonywano trzykrotnie, a mianowicie mierzono próbki jaj nieaktywowanych oraz 12 i 60 godzin po aktywacji, zaś pomiary średnicy aktywowanych i napęczniałych wykonywano dwukrotnie, tzn. po upływie 12h i 60h od aktywacji.

Średnica i objętość jaj. W celu zmierzenia średnicy jaj, rejestrowano ich obraz opatrzone skalą na taśmie wideo, a następnie poddawano go obróbce komputerowej przy pomocy programu MultiScan v.13.01. Ze względu na kształt jaj, który nie jest kulisty lecz elipsoidalny, mierzono dwie średnice. Do rejestrowania obrazu jaj wykorzystano zestaw składający się z kamery cyfrowej CCD umożliwiającej nagrywanie obrazu w wysokiej rozdzielczości, magnetowidu SVHS oraz telewizora w roli monitora umożliwiającego bieżącą obserwację filmowanych jaj. Ze względu na stosunkowo duże rozmiary filmowanych jaj kamera była wyposażona w obiektyw CCTV 16 mm F 1.4 z pierścieniami dystansowymi.

Na podstawie zmierzonych średnic wyliczano, ze wzoru na objętość elipsoidy wydłużonej (V_e), objętość jaj.

$$V_e = \frac{\Pi}{6} e f^2$$

gdzie:

e – dłuższa średnica

f – krótsza średnica

Obliczano również współczynnik wydłużenia jaj (x), który stanowi stosunek obydwu średnic wyrażony w procentach i wyliczano go ze wzoru:

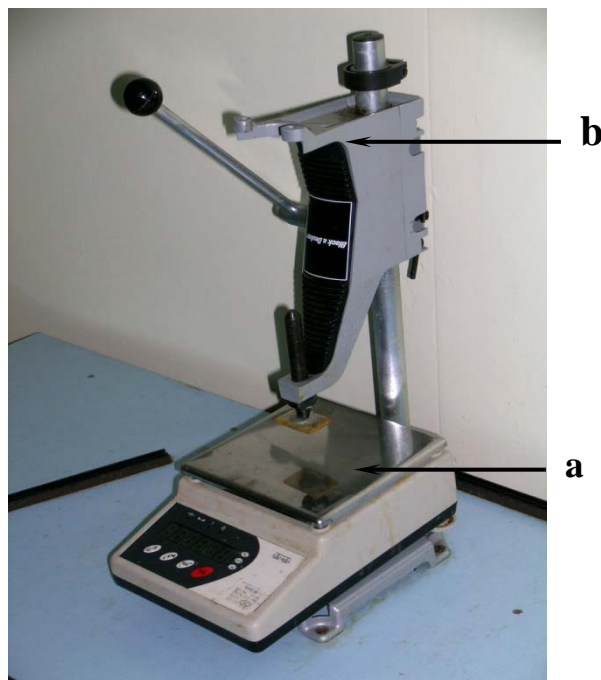
$$x = \frac{e}{f} 100\%$$

e – dłuższa średnica

f – krótsza średnica

Masę jaj badano przy pomocy wagi elektronicznej WPE 30 (Radwag) o dokładności do 1 mg. Ważono po 30 jaj od każdej samicy, a następnie wyliczano średnią masę 1 jaja. Jaja były przed pomiarem osuszane przy pomocy bibuły filtracyjnej poprzez 5 sekundową ekspozycję na bibule, a następnie przetaczano je po suchej bibule w celu dokładnego osuszenia.

Wytrzymałość osłonek jajowych mierzono za pomocą zestawu składającego się z elektronicznej wagi posiadającej funkcje zapamiętywania maksymalnego nacisku (czyli wytrzymałości) oraz urządzenia umożliwiającego płynne zwiększanie nacisku na jajo (Ryc. 2). Badano po 30 losowo wybranych jaj od każdej samicy.

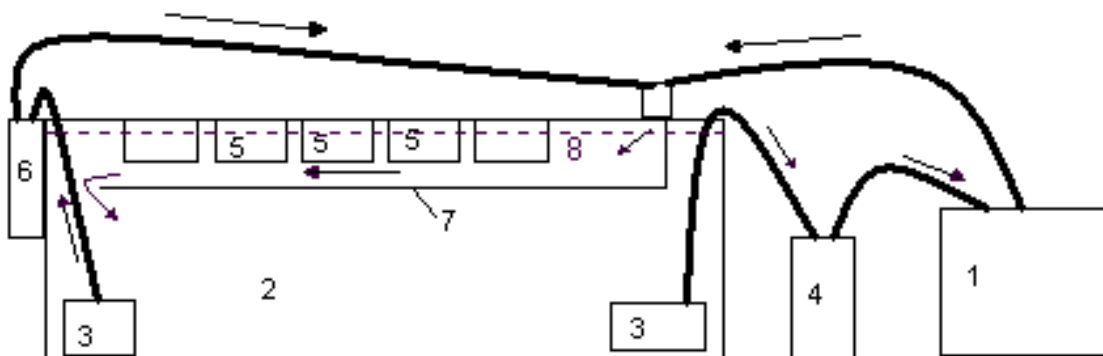


Ryc. 2. Zestaw do badania wytrzymałości ikry (a – elektroniczna waga z programem rejestrującym maksymalny nacisk, b – ramię wywołujące nacisk)

3.2.3. Inkubacja

Po zapłodnieniu jaj i ich wypłukaniu, przenoszono je do specjalnych, zapewniających swobodny przepływ wody, koszyczków, które umieszczano w zmodyfikowanym zbiorniku długostrumieniowym, o pojemności 500 l, ze stałym laminarnym przepływem wody. Efekt ten uzyskano wklejając tuż

poniżej koszyczków drugie dno i uzyskując w ten sposób przepływ wody przez koszyczki, a nie pod nimi. W zbiorniku zamontowano zestaw urządzeń hydromechanicznych, precyzyjnie kontrolujących przepływ i utrzymujących stałą temperaturę, która wynosiła podczas inkubacji $4 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Urządzenia te powodowały również stały przepływ wody przez koszyczki inkubacyjne zapewniając równocześnie równe warunki tlenowe (100% natlenienie wody). W zestawie inkubacyjnym wymieniało co drugi dzień 1/3 objętości wody w celu usunięcia metabolitów. Wodę do wymiany pobierano z odstożników, w których przetrzymywano przefiltrowaną wodę poddając ją intensywnemu napowietrzaniu, a także schładzano do temperatury takiej jak w zestawie inkubacyjnym. Dodatkowo w skład zestawu inkubacyjnego wchodził filtr z wkładem gąbkowo-żwirowym i przepływowa lampa UV (Ryc. 3).

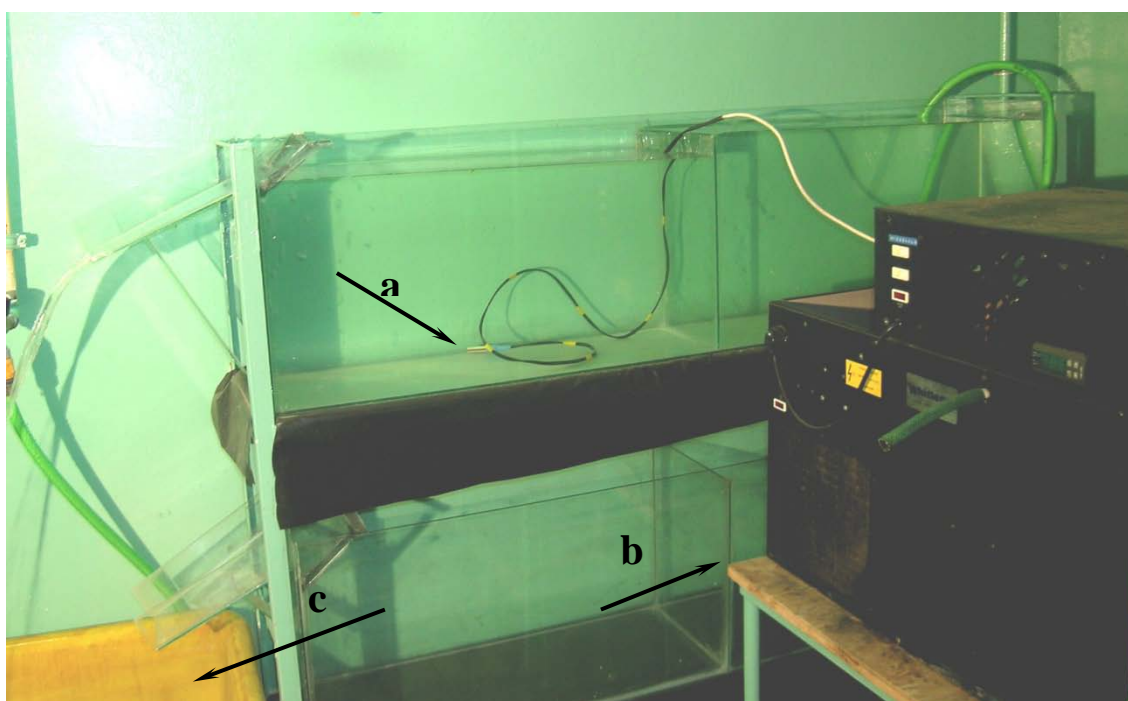


Ryc. 3. Schemat zestawu do inkubacji jaj: 1 – system chłodzący utrzymujący stałą temperaturę; 2 – zbiornik długostrumieniowy; 3 – pompy wody; 4 – filtr; 5 – koszyczki do inkubacji ikry; 6 – dezynfekcyjna lampa UV; 7 – dodatkowa przegroda (drugie dno) wymuszające przepływ wody przez koszyki; 8 – poziom wody w zbiorniku; → kierunek przepływu wody.

Poza tym obserwowano i rejestrowano przebieg rozwoju embrionalnego ze szczególnym uwzględnieniem okresów krytycznych, czyli nastania momentu zamknięcia blastoporu oraz pojawienia się pigmentu w gałkach ocznych, a także momentu i przebiegu opuszczania przez wykluwające się larwy osłonek jajowych.

3.2.4. Wylęg oraz podchów narybku

W momencie uzyskania wylęgu w roku 2003/04 przeniesiono go do 60-litrowych akwariów (w jednym akwarium wylęg od jednej tylko samicy) wyposażonych w filtr oraz napowietrzacze. W latach 2004/05 i 2005/06 wylęg przenoszono do zbiorników przepływowych (jeden zbiornik – jedna rzeka) wyposażonych w system regulacji temperatury (podczas podchowu temperatura była stopniowo zwiększana od 4 do 12°C), filtr, napowietrzanie i ultrafioletową lampę do dezynfekcji wody (Ryc. 4).

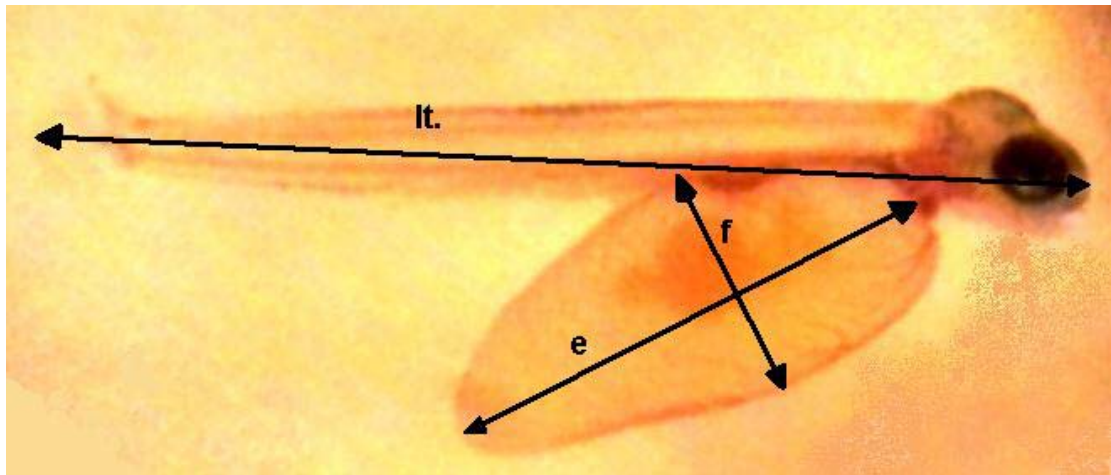


Ryc. 4. Zestaw do podchowu narybku (a – sonda termostatu, b – system regulacji temperatury, c – rezerwuar wody).

3.2.5. Pomiary wylęgu i narybku

W momencie uzyskania ok. 50% wylęgu dokonywano pomiarów wyklutych larw.

Dokonywano pomiaru długości całkowitej (lt), a w sezonie badawczym 2005/2006 także długości i szerokości woreczka żółtkowego (e i f) (Ryc. 5). Dokonywano także pomiaru masy wylęgniętych larw.



Ryc. 5 Schemat pomiaru wylęgu łososia

Narybek poddawano pomiarom długości i masy ciała po całkowitym zresorbowaniu woreczka żółtkowego. Długość i masę ciała ryb badano takimi samymi metodami jak średnicę i masę jaj.

3.2.6. Zastosowane metody statystyczne i przedstawienie wyników

Do obróbki danych zastosowano program STATISTICA 7.1. Do porównywania wyników wykorzystywano test U Manna-Whitneya i test Kołmogorowa-Smirnowa. Do sprawdzania normalności rozkładów stosowano test χ^2 i test Kołmogorowa-Smirnowa.

Wyniki przedstawiono na wykresach oraz zestawiono tabelarycznie w celu ich lepszego zobrazowania.

4. WYNIKI

Uzyskane w trakcie 4-letnich badań wyniki zebrane zostały i przedstawione w postaci tabel, rysunków i wykresów obrazujących we wszystkich przypadkach nie dane jednostkowe dotyczące poszczególnych jednorazowych, oddzielnych dla kolejnych lat testów lecz wartości zbiorcze (sumaryczne) dla całego cyklu czterolecia, co dało w sumie wartości średnie – wieloletnie. Postąpiono w ten sposób dlatego, wychodząc z założenia, że przedstawianie oddzielne danych dla poszczególnych testów w kolejnych latach i na różnych tarliskach byłoby nadto zróżnicowane, biorąc pod uwagę fluktuacje jednostkowe i czasowe pogłębione dodatkowo różnorodnością towarzyszących zdarzeń natury metodycznej, a nawet logistycznej. Zakładano przy tym, że ten sposób przedstawienia wyników pozwoli czytelnikowi łatwiej odczytać tendencje i rysujące się prawidłowości w wieloleciu, bardziej wartościowe i zbliżone do prawdy niż wyciąganie ich z danych jednostkowych obarczonych znacznym rozrzutem utrudniającym syntezę.

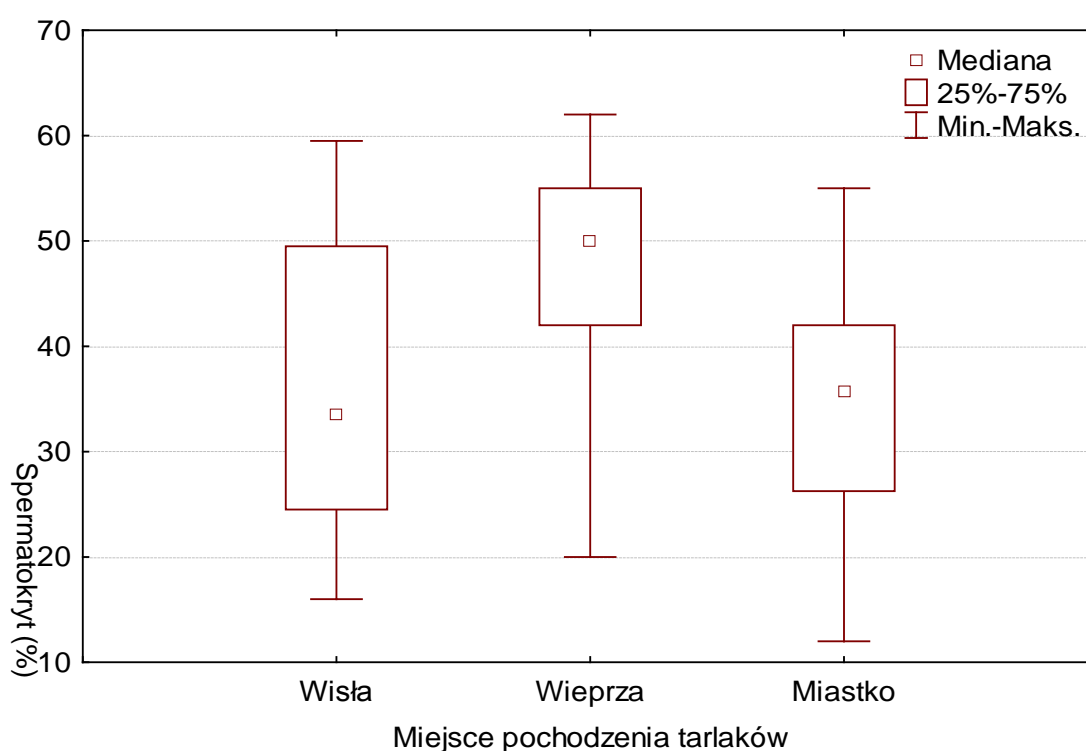
4.1. PLEMNIKI

Spermatokryt, czyli wartość względna objętości wszystkich plemników zawartych w jednostce objętości ejakulatu wyrażona procentowo, jest największy u łososi pochodzących z rzeki Wieprzy, a najmniejszy u ryb pochodzących z hodowli stawowej. Dowodnie to wynika z Tabeli 1 i Ryc. 6, z których odczytać można, iż różnice wartości dla tych stad są wszędzie statystycznie istotne ($p < 0.01$). zainteresowanie wzbudza poza tym większy niż gdzie indziej rozrzut wartości spermatokrytu u łososia pochodzącego z Wisły

Tabela 1

Średni spermatokryt (%) łososia (*Salmo salar* L.) z różnych ośrodków
(różnice statystycznie istotne przy $p < 0,01$)

	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
Wisła	17	35,3^a	3,64	27,58–43,01	16,0	59,5	24,5	49,5	0,311
Wieprza	31	47,3^b	1,88	43,46–51,15	20,0	62,0	42,0	55,0	-0,920
Miastko	36	33,6^a	1,83	29,86–37,28	12,0	55,0	26,3	42,0	-0,202

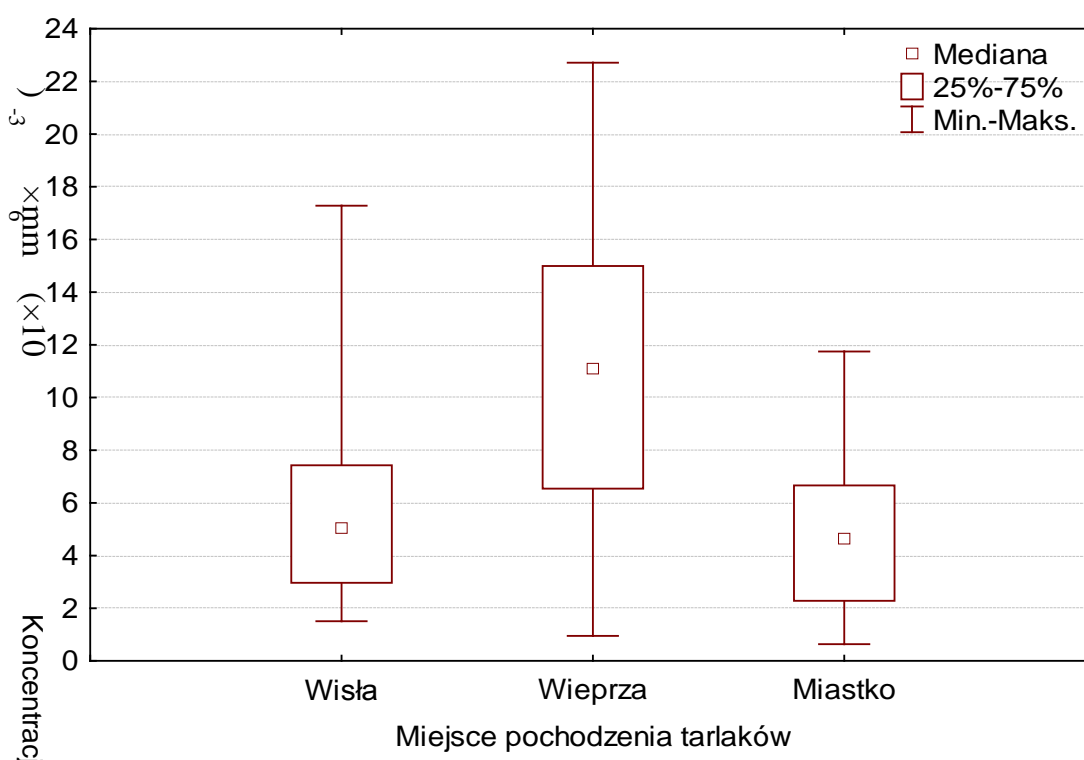
Ryc. 6. Średni spermatokryt łososia (*Salmo salar* L.) z różnych ośrodków

Koncentracja plemników czyli liczba komórek w 1 mm^3 – podobnie jak w przypadku spermatokrytu (co jest rzeczą zrozumiałą (!)) była zawsze największa w przypadku mleczu pobranego od ryb pochodzących z rzeki Wieprzy, natomiast najmniejsza w mleczu pobranym od ryb pochodzących z hodowli stawowej, co ilustrują Tabela 2 oraz Ryc. 7.

Tabela 2

Średnia koncentracja plemników ($\times 10^6$) łososia (*Salmo salar* L.)(różnice statystycznie istotne przy $p < 0,05$)

	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
Wisła	17	6,1^b	1,12	3,7–8,5	1,5	17,3	3,0	7,4	1,678
Wieprza	31	10,5^c	0,99	8,4–12,5	0,9	22,7	6,5	15,0	0,023
Miastko	36	4,7^a	0,51	3,7–5,8	0,6	11,7	2,3	6,7	0,568

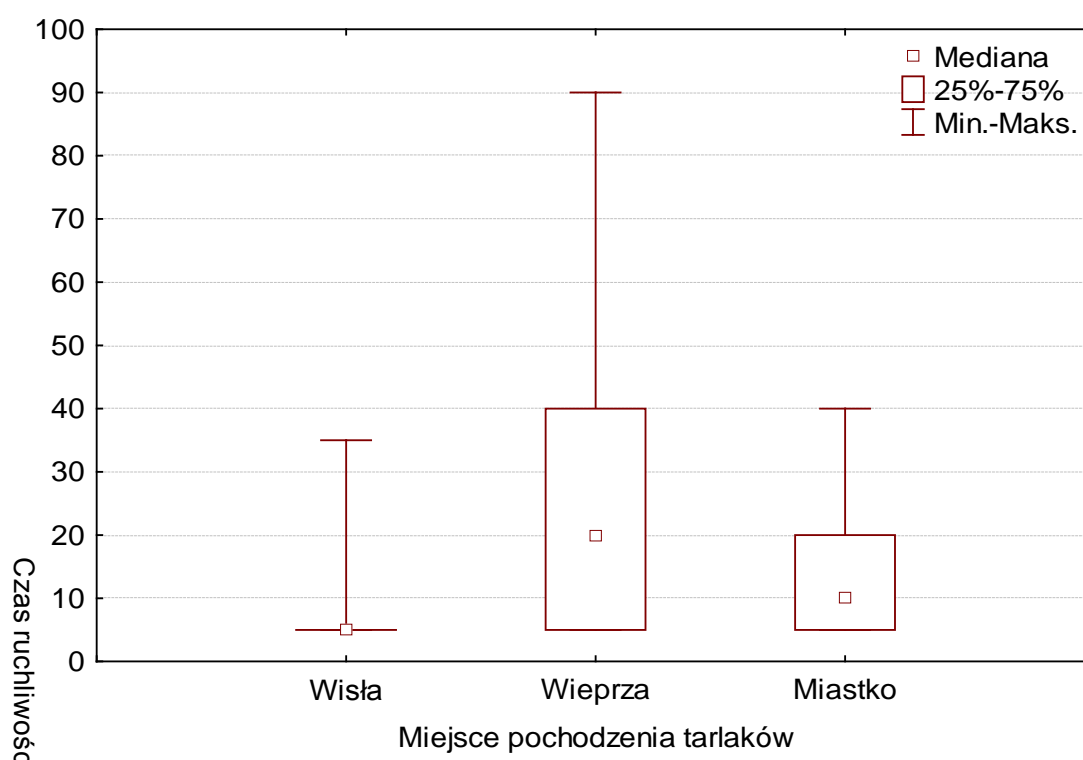
Ryc. 7. Średnia koncentracja plemników ($\times 10^6$) łososia (*Salmo salar* L.) z różnych ośrodków

Ruchliwość plemników – obejmująca łączny czas ruchu postępowego (faza burzliwa i faza spokojna) i wykazała największe wartości średnie u ryb pochodzących z rzeki Wieprzy, pośrednie z hodowli z Miastka i najmniejsze z rzeki Wisły (Tabela 3, Ryc. 8). Również i w tym przypadku stwierdzono różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$) pomiędzy ruchliwością plemników pochodzących z różnych ośrodków.

Tabela 3

Średnia ruchliwość (s) plemników łososia (*Salmo salar* L.) z różnych ośrodków
(różnice statystycznie istotne przy $p < 0,05$)

	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
Wisła	15	7^a	2,0	3–11	5	35	5	5	3,873
Wieprza	30	26^c	4,3	17–35	5	90	5	40	1,200
Miastko	33	12^b	1,7	9–16	5	40	5	20	1,512



Ryc. 8. Średnia ruchliwość plemników łososia (*Salmo salar* L.) z różnych ośrodków

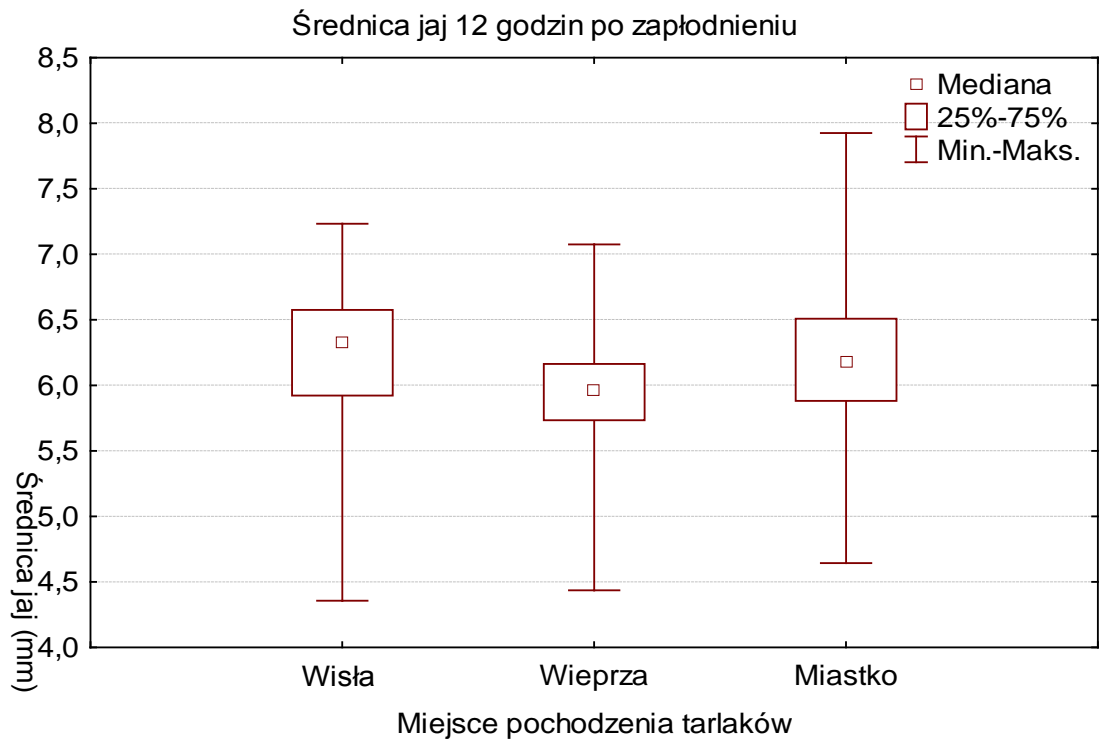
4.2. JAJA

Średnice i objętości jaj różniły się istotnie statystycznie w zależności od miejsca pochodzenia ikrzyc. Stwierdzono, że średnica jaj pochodzących od samic wstępujących do Wisły wynosiła średnio 6,187 mm, wstępujących do Wieprzy – 5,934 mm, a od samic łososi hodowanych w stawach w gospodarstwie Aquamar – 6,189 mm. Z Tabeli 4 oraz Ryc. 9 wynika także, że średnice jaj łososa 60 godzin po zapłodnieniu również różnią się istotnie statystycznie, w zależności od miejsca pochodzenia, czyli, że jest to cecha występująca stale.

Tabela 4

Średnica (mm) jaj łososa (*Salmo salar* L.)

	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
12 godzin po zapłodnieniu									
Wisła	1082	6,187^b	0,017	6,155–6,220	4,353	7,229	5,918	6,572	-0,907
Wieprza	2129	5,934^a	0,008	5,920–5,949	4,432	7,071	5,730	6,159	-0,319
Miastko	2562	6,189^c	0,008	6,172–6,206	4,640	7,921	5,877	6,504	-0,007
60 godzin po zapłodnieniu									
Wisła	778	6,034^b	0,017	6,001–6,068	4,692	7,229	5,788	6,322	-0,538
Wieprza	1690	5,939^a	0,009	5,921–5,957	4,432	7,102	5,687	6,181	0,127
Miastko	2024	6,203^c	0,010	6,183–6,223	4,827	7,482	5,866	6,536	-0,131



Ryc. 9. Średnica jaj łososia (*Salmo salar* L.)

Stwierdzono ponadto, że średnica jaj w poszczególnych latach i ośrodkach zmieniała się w sposób istotny statystycznie jednak nie zaobserwowano tendencji spadkowych czy wzrostowych (Tabela 5).

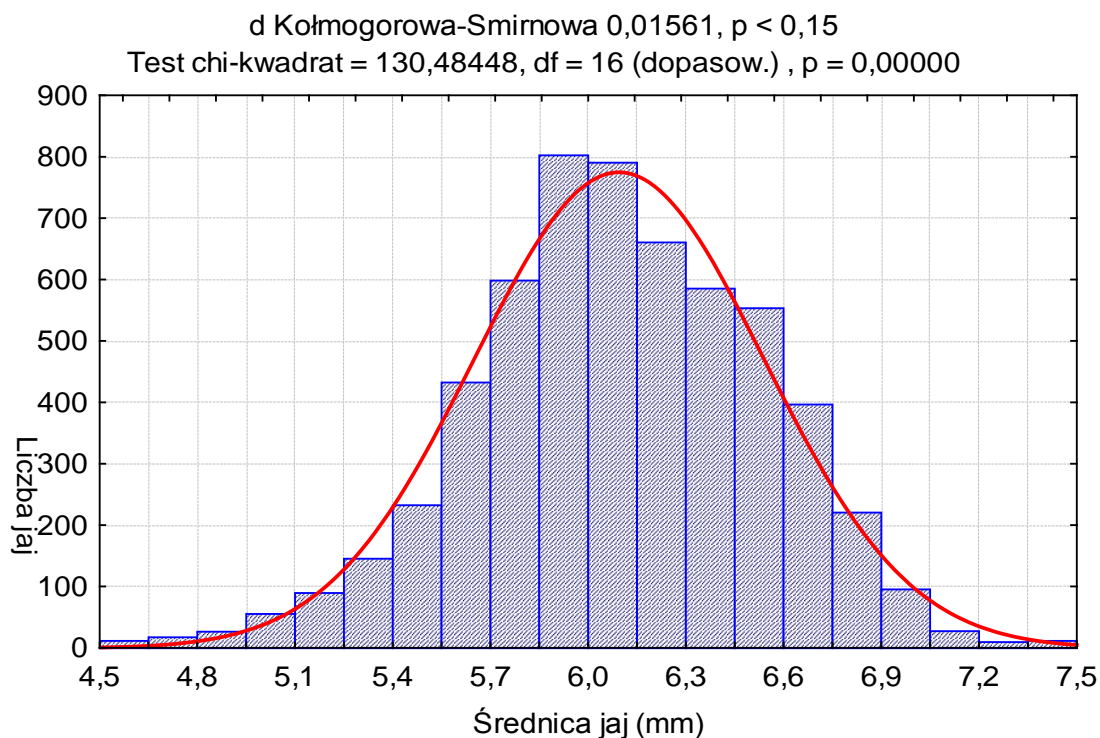
Tabela 5

Średnica jaj łososia (*Salmo salar* L.), w kolejnych sezonach badawczych (kolorem czarnym zaznaczono różnice pomiędzy rzekami, a kolorem czerwonym pomiędzy sezonami)

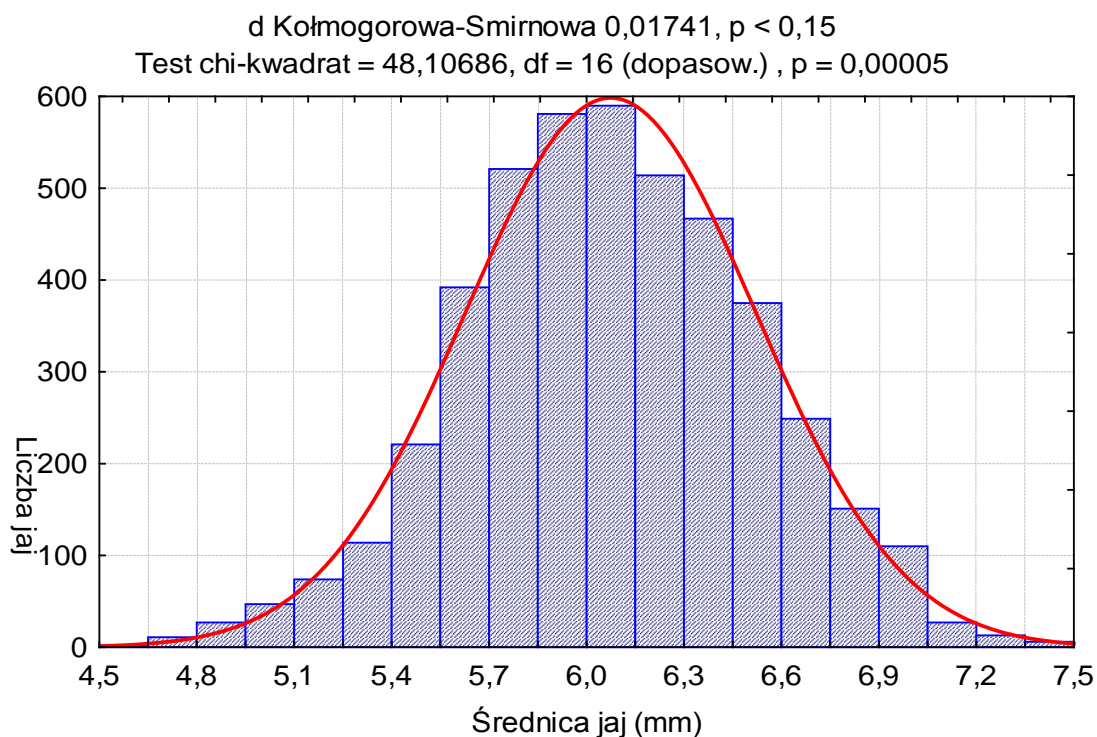
($p < 0,01$)

Średnica jaj 12h po zapłodnieniu			
Sezon badawczy	Pochodzenie jaj		
	Wisła	Wieprza	Miastko
2001/02	6,378^a _a	6,102^b _a	5,956^c _a
2003/04	5,733^a _b	5,758^b _b	5,821^c _b
2004/05	6,462^a _c	5,897^b _c	6,323^c _c
2005/06	5,244^a _d	6,001^b _d	6,543^c _d
Średnica jaj 60h po zapłodnieniu			
Sezon badawczy	Pochodzenie jaj		
	Wisła	Wieprza	Miastko
2001/02	6,074^a _a	5,769^b _a	6,062^c _a
2003/04	5,433^a _b	5,897^b _b	5,808^c _b
2004/05	6,476^a _c	5,895^b _b	6,328^c _c
2005/06	-	6,259^a _c	6,564^b _d

Badania wykazały również, że rozkład wartości w próbie jeżeli chodzi o średnicę jaj jest rozkładem normalnym, co odnotowane zostało na Ryc. 10 i 11.



Ryc. 10. Rozkład średnicy jaj lososia (*Salmo salar* L.) 12 godzin po zapłodnieniu



Ryc. 11. Rozkład średnicy jaj lososia (*Salmo salar* L.) 60 godzin po zapłodnieniu

Objętość jaj (wyliczona ze średnicy) po upływie 12 godzin od momentu zapłodnienia mieściła się w przedziale 107–126 mm³.

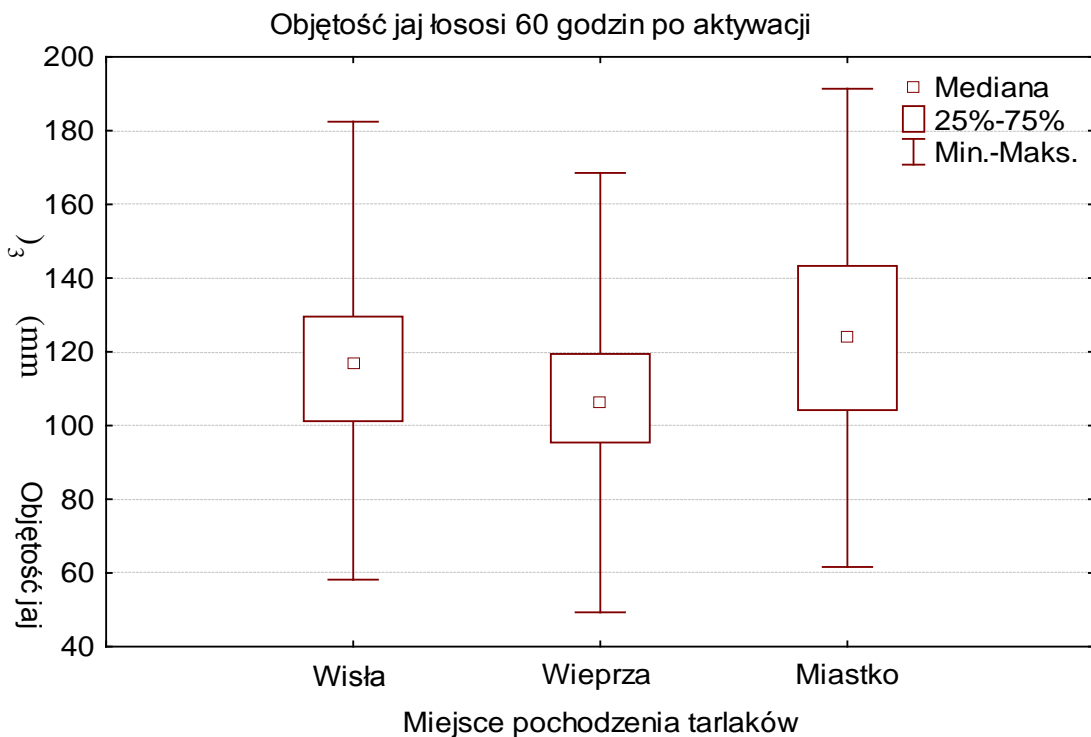
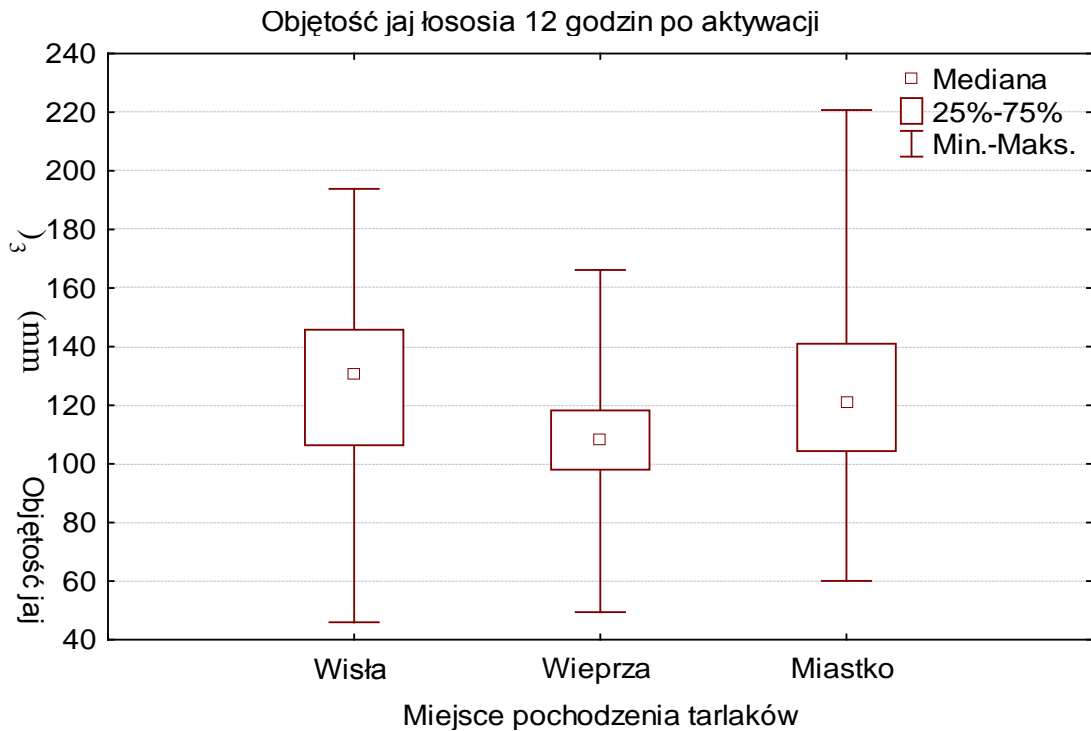
Jaja pochodzące od ryb z rzeki Wieprzy miały podobnie jak w przypadku średnic wyraźnie mniejszą objętość niż jaja pochodzące od ryb z rzeki Wisły i hodowli stawowej. Pomiedzy trzema badanymi ośrodkami stwierdzono różnice istotne statystycznie ($p < 0,01$ test U) (Tabela 6, Ryc. 12).

Średnia objętość jaj 60 godzin po zapłodnieniu mieściła się w przedziale 107–125 mm³. Pomiedzy jajami pochodzącymi z różnych ośrodków stwierdzono różnice wysoce istotne statystycznie ($p < 0,001$ test U) (Tabela 6, Ryc. 12).

Tabela 6

Średnia objętość jaj łososia (*Salmo salar* L.)

	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
12 godzin po zapłodnieniu									
Wisła	523	123,7^c	1,30	121,1–126,2	45,9	193,8	106,3	145,7	-0,625
Wieprza	1034	108,0^a	0,53	107,0–109,0	49,3	166,1	98,0	118,2	-0,063
Miastko	1274	122,7^b	0,65	121,5–124,0	60,0	220,7	104,3	140,9	0,197
60 godzin po zapłodnieniu									
Wisła	389	114,6^b	1,24	112,2–117,1	58,2	182,4	101,2	129,5	-0,202
Wieprza	844	108,5^a	0,67	107,2–109,8	49,3	168,5	95,4	119,4	0,448
Miastko	1008	124,0^c	0,79	122,4–125,5	61,6	191,4	104,2	143,3	0,070



Ryc. 12. Objętość jaj łososia (*Salmo salar* L.)

Współczynnik wydłużenia jaj. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono że kształt jaj nie jest zależny od miejsca ich pochodzenia, a większa średnica stanowi 103,7–104,7% mniejszej średnicy.

Kształt jaj nie ulega zmianie w sposób istotny statystycznie pomiędzy 12 a 60 godziną po zapłodnieniu.

Badania masy jaj dokonano w sumie na $n = 319$ próbach, z czego 115 prób dotyczyło masy jaj nieaktywowanych, 113 masy jaj 12 godzin po aktywacji, a 91 masy jaj 60 godzin po aktywacji.

Na podstawie tych badań stwierdzono, że największą średnią masą charakteryzowały się jaj od ryb pochodzących z rzeki Wisły, najmniejszą zaś jaja od ryb pochodzących z rzeki Wieprzy.

Średnia masa jaj nieaktywowanych pochodzących z rzeki Wisły wynosiła 0,117g i była istotnie statystycznie różna ($p < 0,01$) od do masy jaj pochodzących z rzeki Wieprzy i z hodowli stawowej. Masa jaj pochodzących z tych dwóch ośrodków wynosiła odpowiednio 0,106 i 0,107g i nie stwierdzono pomiędzy tymi średnimi różnicy statystycznie istotnej ($p > 0,5$) (Tabela 7, Ryc. 13).

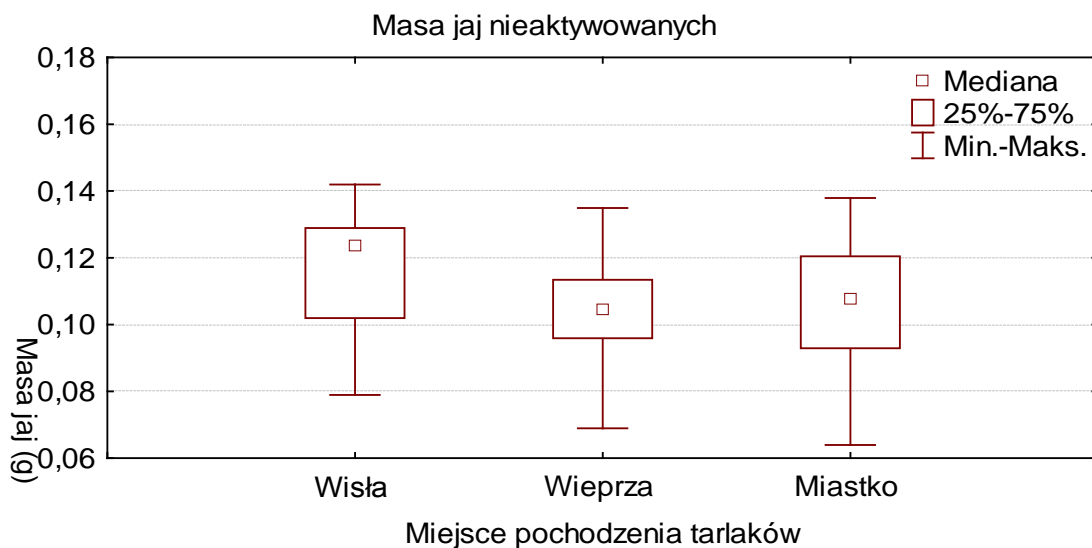
Średnia masa jaj, 12 godzin po aktywacji, pochodzących z rzeki Wisły wynosiła 0,134g i różniła się istotnie statystycznie od średniej masy jaj pochodzących z rzeki Wieprzy ($p < 0,01$), których średnia masa wynosiła 0,122g. Średnia masa jaj pochodzących z hodowli stawowej wynosiła 0,128g i nie różniła się statystycznie od masy jaj z pozostałych ośrodków ($p > 0,05$).

Średnia masa jaj, 60 godzin po aktywacji, w przypadku jaj pochodzących z rzeki Wisły wynosiła 0,135g i nie różniła się statystycznie od masy jaj pochodzących z hodowli stawowej ($p > 0,4$), których masa wynosiła 0,134g. Natomiast masa jaj pochodzących z rzeki Wieprzy Wynosiła 0,121g i różniła się statystycznie od jaj z pozostałych ośrodków ($p < 0,005$) (Tabela 7, Ryc. 13).

Tabela 7

Średnia masa (g) jaj łososia (*Salmo salar* L.)

	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
Przed aktywacją									
Wisła	27	0,117^b	0,003	0,111–0,124	0,079	0,142	0,102	0,129	-0,794
Wieprza	40	0,106^a	0,002	0,101–0,110	0,069	0,135	0,096	0,114	-0,149
Miastko	48	0,107^a	0,003	0,102–0,112	0,064	0,138	0,093	0,121	-0,253
12 godzin po zapłodnieniu									
Wisła	25	0,134^b	0,004	0,126–0,142	0,091	0,161	0,115	0,147	-0,909
Wieprza	40	0,122^a	0,002	0,117–0,126	0,084	0,152	0,111	0,128	0,256
Miastko	48	0,128^{ab}	0,003	0,122–0,133	0,092	0,157	0,111	0,142	-0,358
60 godzin po zapłodnieniu									
Wisła	24	0,135^c	0,004	0,126–0,143	0,090	0,160	0,119	0,150	-0,846
Wieprza	32	0,121^a	0,003	0,115–0,126	0,086	0,150	0,110	0,131	-0,104
Miastko	35	0,134^{bc}	0,003	0,129–0,139	0,107	0,169	0,123	0,146	0,048



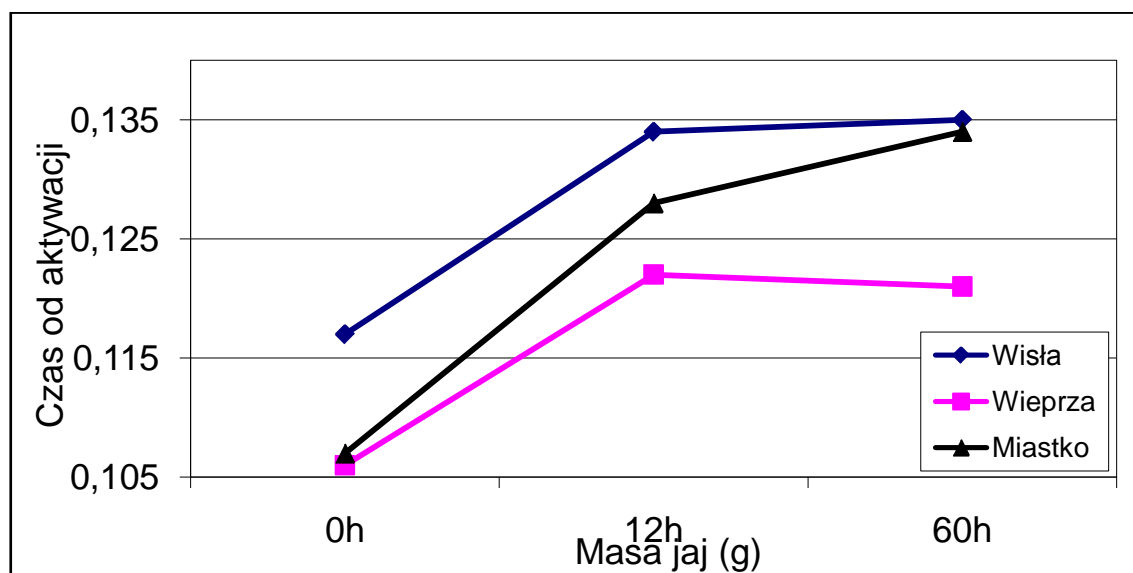
Ryc. 13. Masa jaj łososia (*Salmo salar* L.) (g)

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że masa jaj łosiosia zmienia się tylko w pierwszych 12 godzinach od aktywacji ($p < 0,001$). Zmiana masy w ciągu następnych 48 godzin jest nieistotna statystycznie ($p > 0,1$) (Tabela 8, Ryc. 14).

Tabela 8

Przyrost masy (g) jaj łosiosia (*Salmo salar* L.) 12 i 60 godzin po zapłodnieniu ($p < 0,001$)

Pochodzenie jaj	Czas od aktywacji		
	0h	12h	60h
Wisła	0,117^a	0,134^b	0,135^b
Wieprza	0,106^a	0,122^b	0,121^b
Miastko	0,107^a	0,128^b	0,134^b



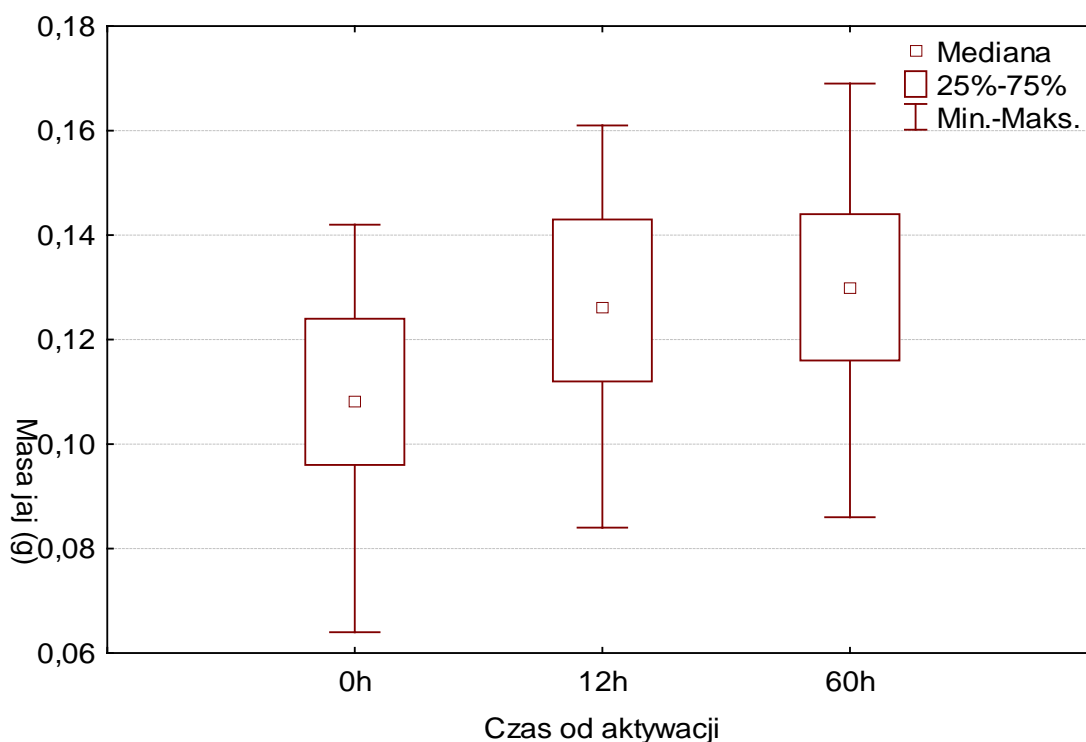
Ryc. 14. Wzrost masy jaj łosiosia (*Salmo salar* L.)

Poza tym z Tabeli 9 oraz Ryc. 15 wynika, że masa jaja łosiosia po aktywacji zmienia się statystycznie istotnie tylko w ciągu 12 godzin, później masa jaj nie ulega już zmianom.

Tabela 9

Średnia masa jaj łososia (*Salmo salar* L.) (g)

Czas od aktywacji	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
0 h	115	0,109^a	0,002	0,106–0,112	0,064	0,142	0,096	0,124	-0,250
12 h	113	0,127^b	0,002	0,124–0,130	0,084	0,161	0,112	0,143	-0,200
60 h	91	0,129^b	0,002	0,126–0,133	0,086	0,169	0,116	0,144	-0,276

Ryc. 15. Masa jaj łososia (*Salmo salar* L.) (g)

Wytrzymałość osłonek jajowych na ucisk mechaniczny jakim poddawano jaja była wielce zróżnicowana, zarówno w zależności od miejsca pozyskania ikry, jak i etapu inkubacji jaj tuż po aktywacji.

W przypadku jaj nieaktywowanych średnia wytrzymałość osłonek jajowych mieściła się w granicach kilkudziesięciu gramów. Najbardziej wytrzymałe okazały się osłonki jajowe pochodzące od jaj tarlaków z hodowli stawowej, których średnia wytrzymałość wynosiła 97 g, a najmniej

wytrzymałe – pochodzące od jaj samic z rzeki Wieprzy, których wytrzymałość wynosiła średnio 45 g. Najmniejsza wartość wytrzymałości osłonek została zanotowana w przypadku jaja z rzeki Wisły i wynosiła zaledwie 2 g, a największa wytrzymałość w przypadku jaja z rzeki Wieprzy, którego wytrzymałość osłonki jajowej wynosiła 372 g. Średnia wytrzymałość osłonek jajowych pochodzących z różnych ośrodków różniła się między sobą na poziomie istotności $p < 0,001$ (Tabela 10, Ryc. 16).

Największą średnią wytrzymałość 12 godzin po aktywacji miały osłonki jaj pochodzących z hodowli stawowej – wynosiła ona 770 g, natomiast najmniejszą miały osłonki jaj pochodzących z rzeki Wieprzy – ich wytrzymałość wynosiła średnio 307 g. Największą wytrzymałość zanotowano w przypadku osłonek jajowych pochodzących z hodowli stawowej i wynosiła ona 4517 g, a najmniejszą w przypadku osłonek jajowych pochodzących z rzeki Wieprzy, a jej wytrzymałość wynosiła zaledwie 6 g. Średnia wytrzymałość osłonek jajowych pochodzących z różnych ośrodków różniła się między sobą na poziomie istotności $p < 0,001$ (Tabela 10, Ryc. 16).

Największą średnią wytrzymałość 60 godzin po aktywacji miały osłonki jaj pochodzących z hodowli stawowej i wynosiła ona 925 g, natomiast najmniejszą miały osłonki jaj pochodzących z rzeki Wieprzy, a ich wytrzymałość wynosiła średnio 615 g. Największą wytrzymałość zanotowano w przypadku osłonek jajowych pochodzących z hodowli stawowej i wynosiła ona 4414 gram, a najmniejszą w przypadku osłonek jajowych pochodzących z rzeki Wieprzy, a jej wytrzymałość wynosiła zaledwie 9 g. Średnia wytrzymałość osłonek jajowych pochodzących z różnych ośrodków różniła się między sobą na poziomie istotności $p < 0,001$ (Tabela 10, Ryc. 16).

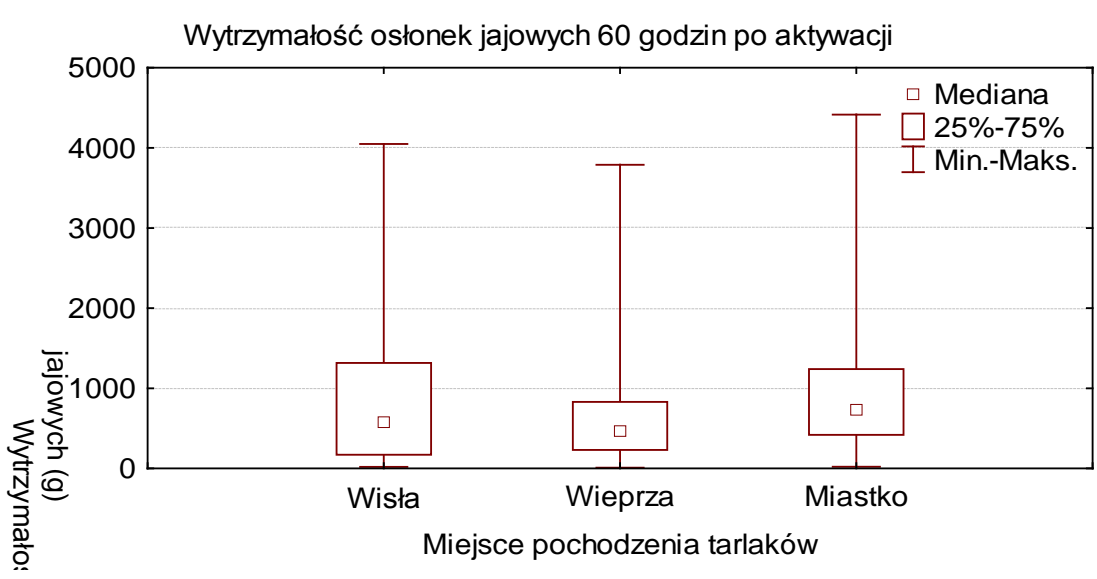
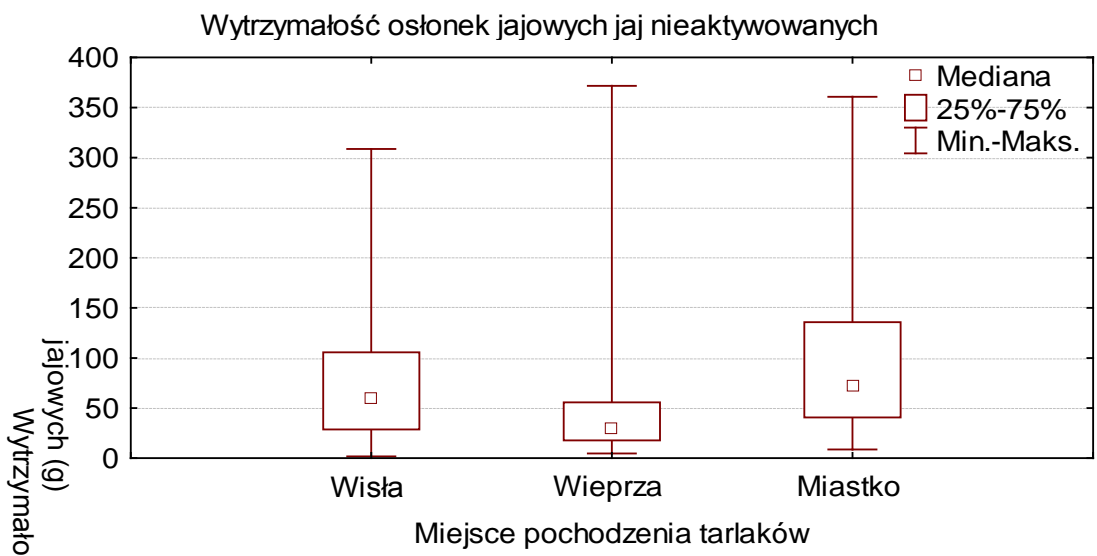
Na wszystkich etapach badań największą wytrzymałością mechaniczną charakteryzowały się jaja pochodzące od ryb z hodowli stawowej, natomiast najmniejszą jaja od ryb pochodzących z rzeki Wieprzy. Wytrzymałość jaj

pochodzących od ryb z rzeki Wisły utrzymywała się na wszystkich etapach badań na średnim poziomie.

Tabela 10

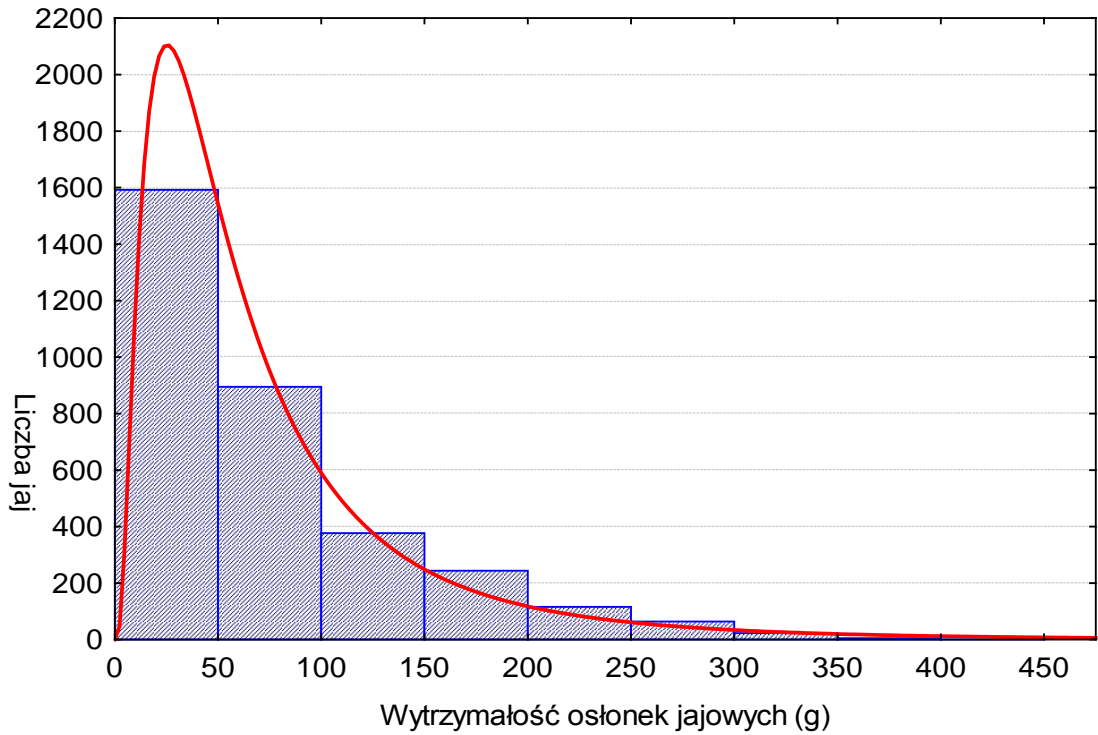
Średnia wytrzymałość (g) jaj łososia (*Salmo salar* L.). różnymi indeksami oznaczono różnice statystycznie istotne $p < 0,001$

	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
Przed aktywacją									
Wisła	806	77^b	2,1	72,5–80,8	2	309	29,0	106,0	1,242
Wieprza	1070	45^a	1,3	42,7–48,0	5	372	18,0	56,0	2,806
Miastko	1440	97^c	1,9	93,0–100,5	9	361	41,0	136,0	1,183
12 godzin po zapłodnieniu									
Wisła	810	514^b	17,8	479,1–549,0	18	3824	120,0	774,0	1,852
Wieprza	1160	307^a	9,1	289,3–324,9	6	2311	91,0	419,5	1,882
Miastko	1440	770^c	12,8	744,7–794,8	37	4517	409,0	1042,0	1,269
60 godzin po zapłodnieniu									
Wisła	810	888^b	30,1	829,2–947,3	19	4048	170,0	1316,0	1,119
Wieprza	1160	615^a	16,4	582,5–647,0	9	3788	231,0	829,5	1,913
Miastko	1440	925^c	18,7	888,8–962,2	20	4414	418,0	1239,0	1,437

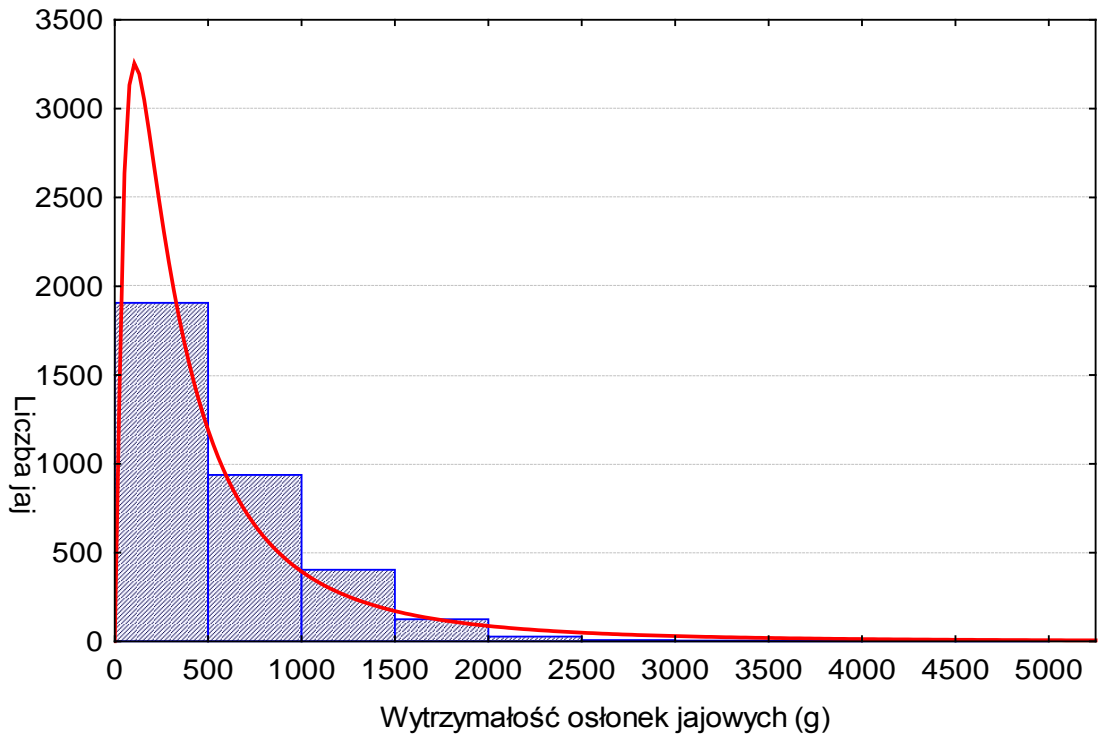


Ryc. 16. Wytrzymałość jaj łososia (*Salmo salar* L.)

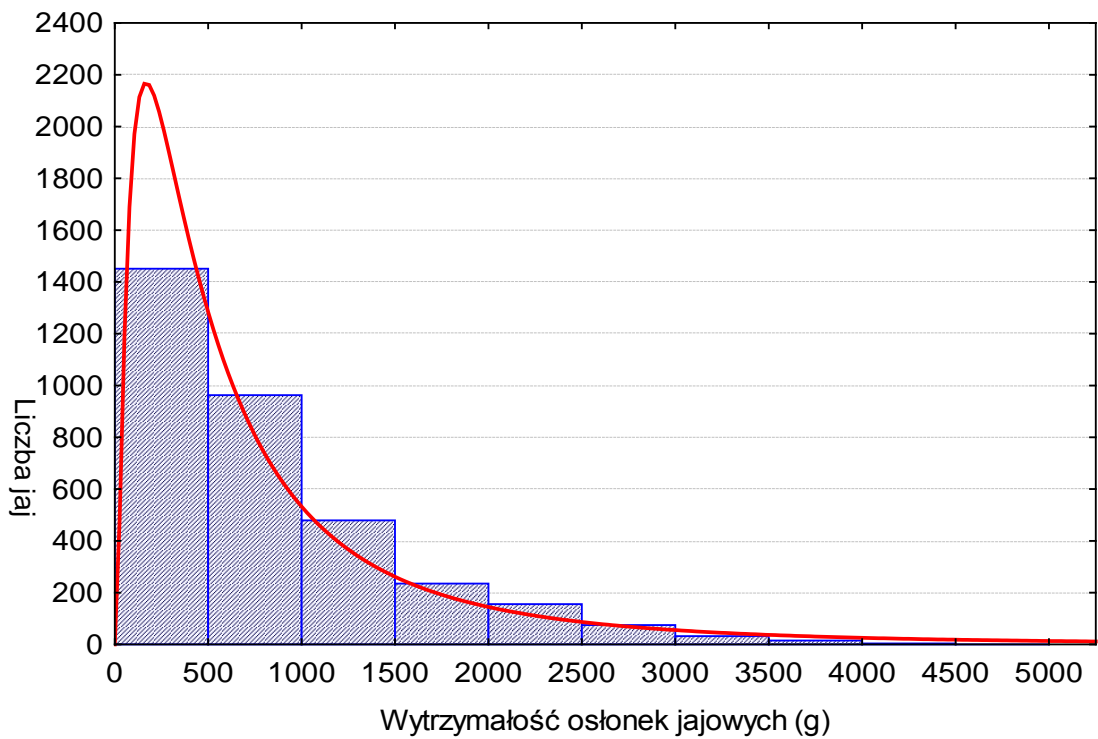
Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że rozkład wytrzymałości osłonek jajowych na wszystkich etapach badań nie jest rozkładem normalnym lecz jest najbardziej zbliżony do rozkładu log-normalnego (Ryc. 17, 18, 19).



Ryc. 17. Rozkład wytrzymałości osłonek jajowych nieaktywowanych jaj łososia (*Salmo salar* L.)



Ryc. 18. Rozkład wytrzymałości osłonek jajowych łososia (*Salmo salar* L.) 12 godzin po aktywacji



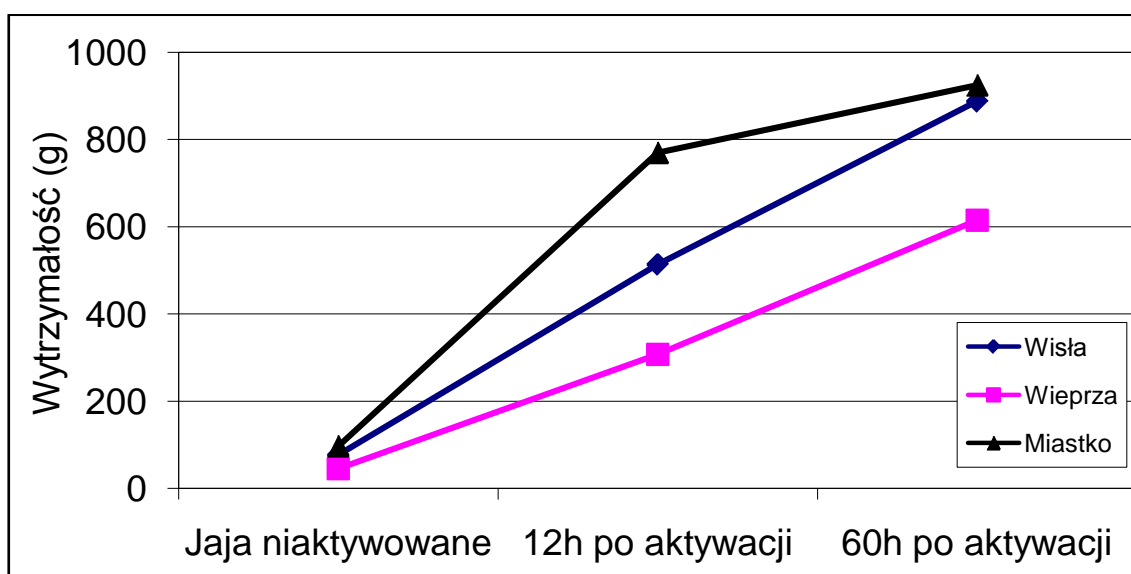
Ryc. 19. Rozkład wytrzymałości osłonek jajowych łososia (*Salmo salar* L.) 60 godzin po aktywacji

Wytrzymałość jaj wzrastała w sposób istotny statystycznie ($p < 0,001$) na wszystkich etapach badania tego parametru (Tabela 11, Ryc. 20).

Tabela 11

Wzrost wytrzymałość jaj łosiosia (*Salmo salar* L.) 12 i 60 godzin po aktywacji

Pochodzenie jaj	Czas od aktywacji		
	0h	12h	60h
Wisła	77 ^a	514 ^b	888 ^c
Wieprza	45 ^a	307 ^b	615 ^c
Miastko	97 ^a	770 ^b	925 ^c



Ryc. 20. Wzrost wytrzymałości jaj łosiosia (*Salmo salar* L.)

W poszczególnych latach wytrzymałość osłonek jajowych zmieniała się znacznie. W przypadku łososi pochodzących z rzeki Wisły zaobserwowano wyraźny spadek wytrzymałości osłonek jajowych, w roku 2001 wytrzymałość osłonek jajowych po 60 godzinach od aktywacji wynosiła 1587g natomiast w 2005 roku zaledwie 222 g. W przypadku pozostałych dwóch ośrodków również następowały zmiany wytrzymałości jednak nie aż tak wyraźne. W przypadku jaj pochodzących od ryb z rzeki Wieprzy i ryb z hodowli stawowej nie stwierdzono tendencji spadkowej ani wzrostowej wytrzymałości osłonek jajowych. Stwierdzono różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$) wytrzymałości osłonek jajowych zarówno pomiędzy różnymi ośrodkami jak

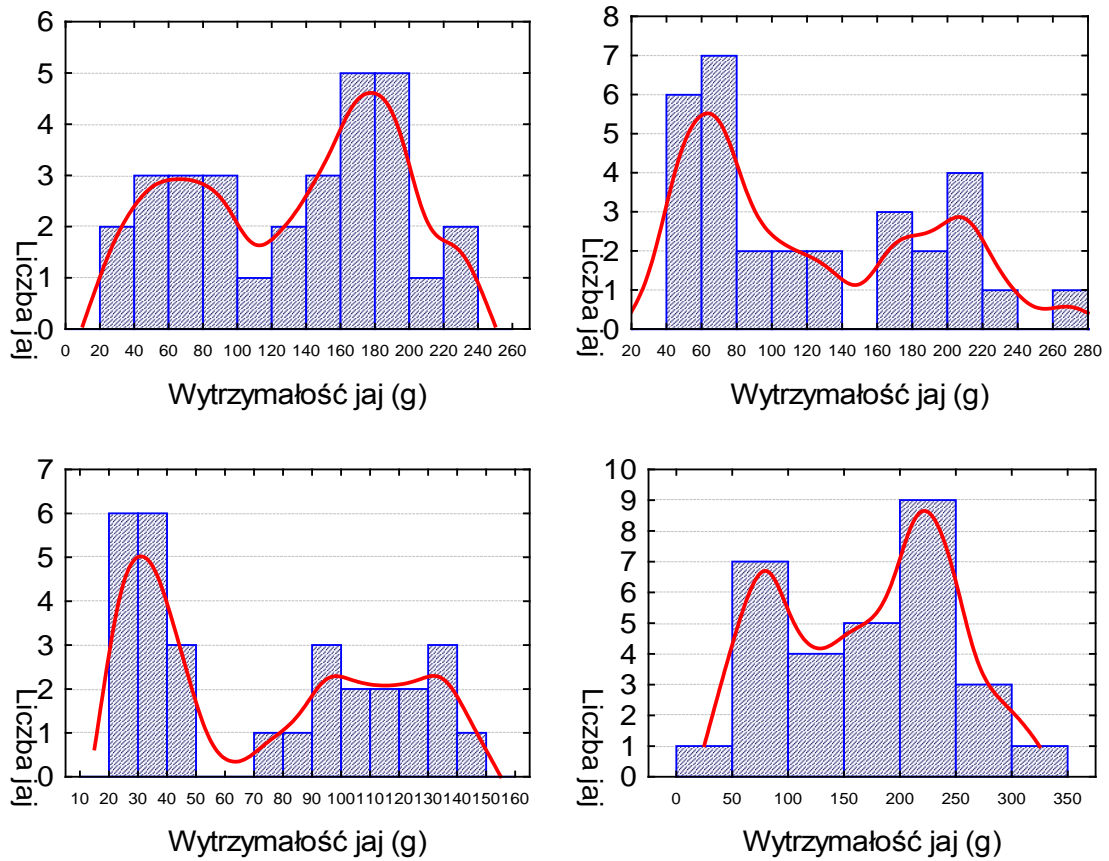
i pomiędzy tymi samymi ośrodkami jednak w kolejnych sezonach badawczych. (Tabela 12)

Tabela 12

Wytrzymałość osłonek jajowych łososia (*Salmo salar* L.) (kolorem czerwonym zaznaczono różnice pomiędzy ośrodkami a czarnym pomiędzy sezonami)

Wytrzymałość osłonek jajowych jaj nieaktywowanych			
Sezon badawczy	Pochodzenie jaj		
	Wisła	Wieprza	Miastko
2001/02	103^a	33^b	78^c
2003/04	86^a	55^b	112^c
2004/05	44^a	38^b	55^c
2005/06	46^a	65^b	141^c
Wytrzymałość osłonek jajowych 12 godzin po aktywacji			
Sezon badawczy	Pochodzenie jaj		
	Wisła	Wieprza	Miastko
2001/02	825^a	365^b	811^{ac}
2003/04	434^a	163^b	719^c
2004/05	209^a	296^b	430^c
2005/06	180^a	451^b	1119^c
Wytrzymałość osłonek jajowych 60 godzin po aktywacji			
Sezon badawczy	Pochodzenie jaj		
	Wisła	Wieprza	Miastko
2001/02	1587^a	727^b	978^c
2003/04	591^a	625^a	801^b
2004/05	236^a	495^b	523^c
2005/06	222^a	586^b	1399^c

Rzeczą ze wszech miar interesującą jest fakt, że rozkład wytrzymałości osłonek jajowych pozyskanych od niektórych samic jest rozkładem dwumodalnym (Ryc. 21).



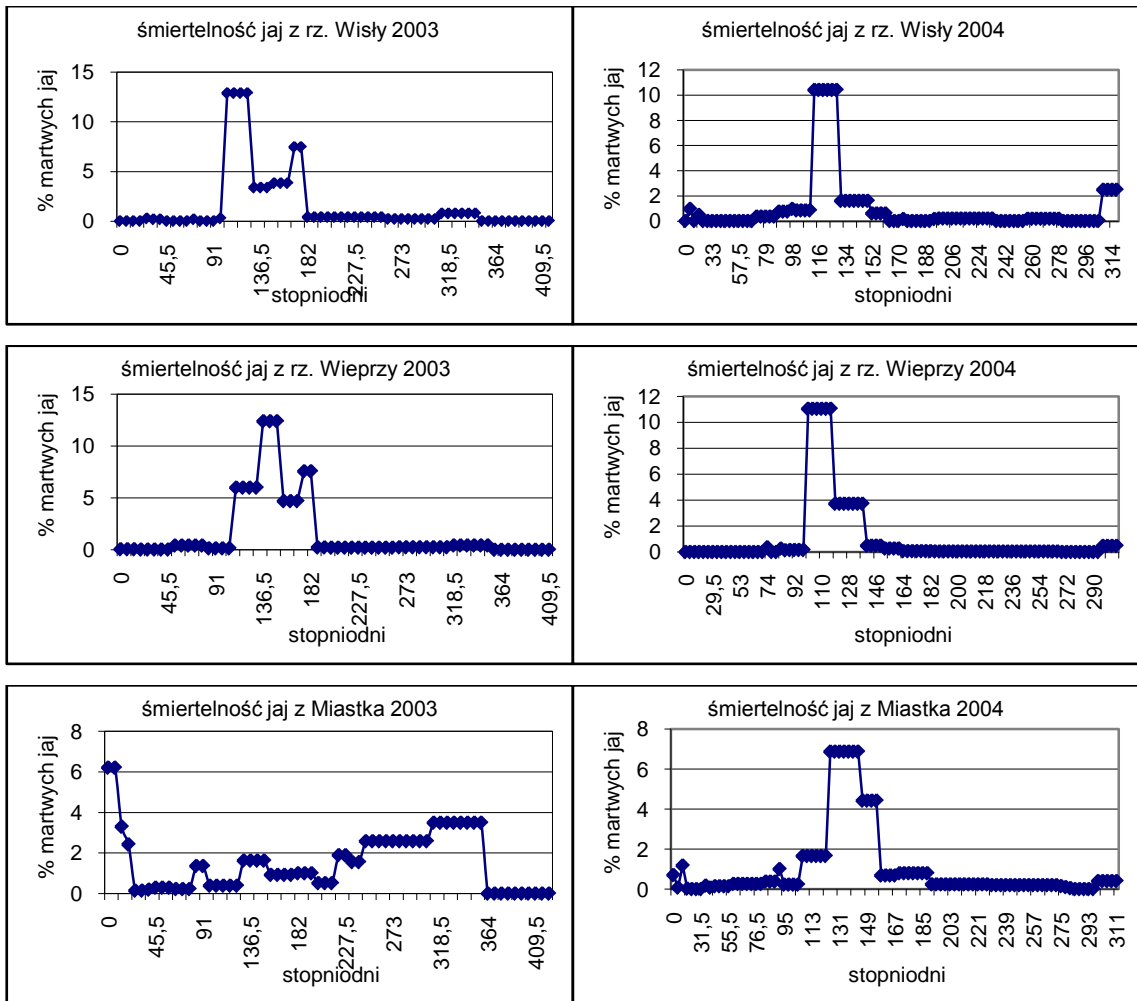
Ryc. 21. Dwumodalny rozkład wytrzymałości osłonek jajowych nieaktywowanych jaj łososia (*Salmo salar* L.) pochodzących od jednej samicy

4.3. ROZWÓJ ZARODKOWY

Rozwój zarodkowy we wszystkich próbach i na przestrzeni 4-lecia był pod względem czasu trwania i przebiegu prawie tożsamym. Moment „zamykanie blastoporu” przypadał na okres pomiędzy 100 a 160 D°. Pomimo tak dużej rozpiętości tego okresu nie stwierdzono różnic w rozwoju jaj z różnych ośrodków. Nawet jaja pochodzące od jednej samicy były bardzo zróżnicowane pod względem momentu zamykania blastoporu – gdy u części jaj wyraźny był już zarodek, u niektórych widoczna była „obrączka” zamykającego się blastoporu.

Pojawianie pigmentu w gałkach ocznych zaczynało się około 340 D° i trwało do około 370 D° i tak jak w przypadku zamykania się blastoporu nie stwierdzono różnic pomiędzy ośrodkami, z których pochodziły jaja.

Pierwszy z badanych momentów embriogenezy, które brano pod uwagę (tj. zamykanie blastoporu) odpowiada okresowi największej śmiertelności jaj, natomiast pojawienie się pigmentu w oczach kończy drugi okres zwiększonej śmiertelności jaj. Śmiertelność jaj w ok. 90% przypada na okres pomiędzy 90 D° a 190 D°, drugi okres obumierania ikry zaczynał się około 300 D°, a kończył około 350 D°. Po zaoczkowaniu śmiertelność jaj spadała praktycznie do zera (Ryc. 22). Całkowity czas inkubacji trwał od 450 D° do 490 D°. Większość jaj, które nie wylęgły się do 490 D°, pomimo widocznych zarodków, obumierała.



Ryc. 22. Śmiertelność jaj łososia (*Salmo salar* L.) w czasie inkubacji

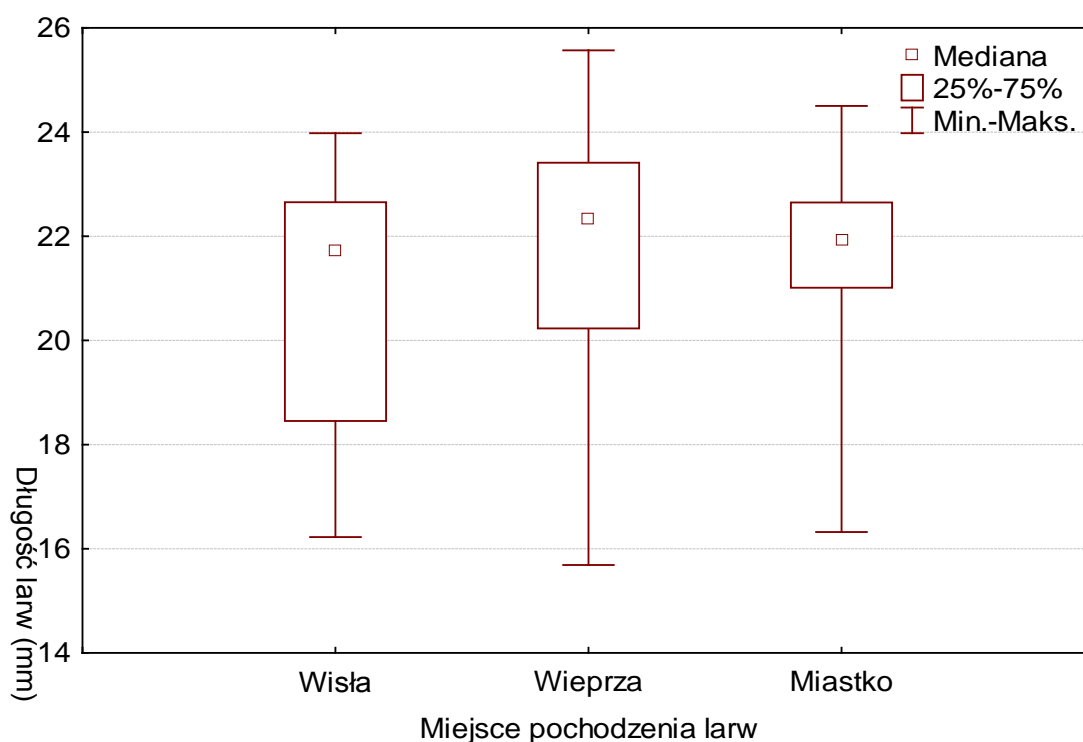
4.4. LARWY

Pomiary (n=695) wykazały, że średnia długość larw w momencie opuszczenia osłonek wynosi pomiędzy 20 a 22 mm. Największe larwy wylęgały się z jaj pochodzących od łososi wstępujących do rzeki Wieprza (średnio 21,8 mm) natomiast najmniejsze od łososi wstępujących do rzeki Wisły (średnio 20,7 mm). Stwierdzono różnice statystycznie istotne pomiędzy długością wylęgu łososi pochodzących z różnych środowisk (Tabela 13, Ryc. 27).

Tabela 13

Średnia długość (mm) larw łososia (*Salmo salar* L.), różnymi indeksami oznaczono różnice statystycznie istotne przy $p < 0,05$; test U

	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
Wisła	129	20,7^a	0,20	20,3–21,1	16,2	24,0	18,5	22,7	-0,336
Wieprza	257	21,8^c	0,13	21,5–22,0	15,7	25,6	20,2	23,4	-0,448
Miastko	309	21,6^b	0,08	21,5–21,8	16,3	24,5	21,0	22,6	-1,068



Ryc. 23. Długość larw łososia (*Salmo salar* L.)

W 2004 roku średnia długość larw łososia (*Salmo salar* L.) mieściła się w przedziale 21,9–23,2 mm (n = 480). Największe larwy wylęgały się z jaj pochodzących od ryb wstępujących do rzeki Wieprzy (średnio 23,0 mm), a najmniejsze od ryb hodowlanych (średnio 22,0 mm). Stwierdzono różnice wysoce statystycznie istotne ($p < 0,001$) pomiędzy długościami larw pochodzących z różnych środowisk (Tabela 14, Ryc. 24).

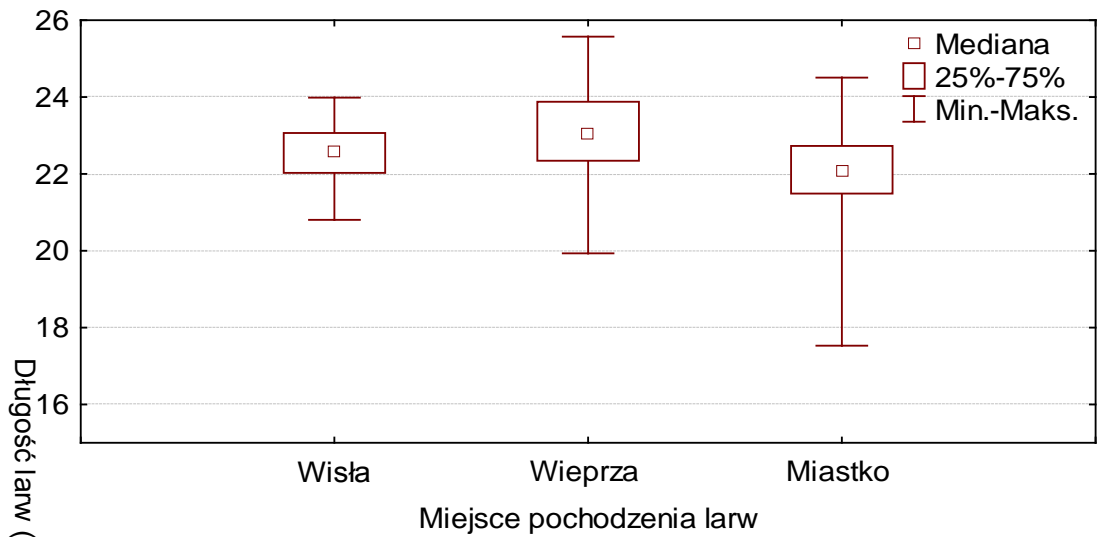
W 2005 roku średnia długość larw (n = 160) mieściła się w przedziale 18,0–21,7 mm. Największe larwy uzyskano z jaj pochodzących od ryb z hodowli stawowej (średnio 21,4 mm), a najmniejsze z jaj pochodzących rzeki Wisły (średnio 18,2 mm). Stwierdzono różnice wysoce statystycznie istotne ($p < 0,001$) pomiędzy długościami larw pochodzących z różnych środowisk (Tabela 14, Ryc. 25).

W roku 2006 przebadano jedynie wylęg pochodzący od ryb wstępujących do rzeki Wieprzy i z hodowli stawowej. Średnia długość larw mieściła się w przedziale 18,2–19,0 mm. Nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych pomiędzy dwoma badanymi ośrodkami ($p > 0,9$) (Tabela 14, Ryc. 26).

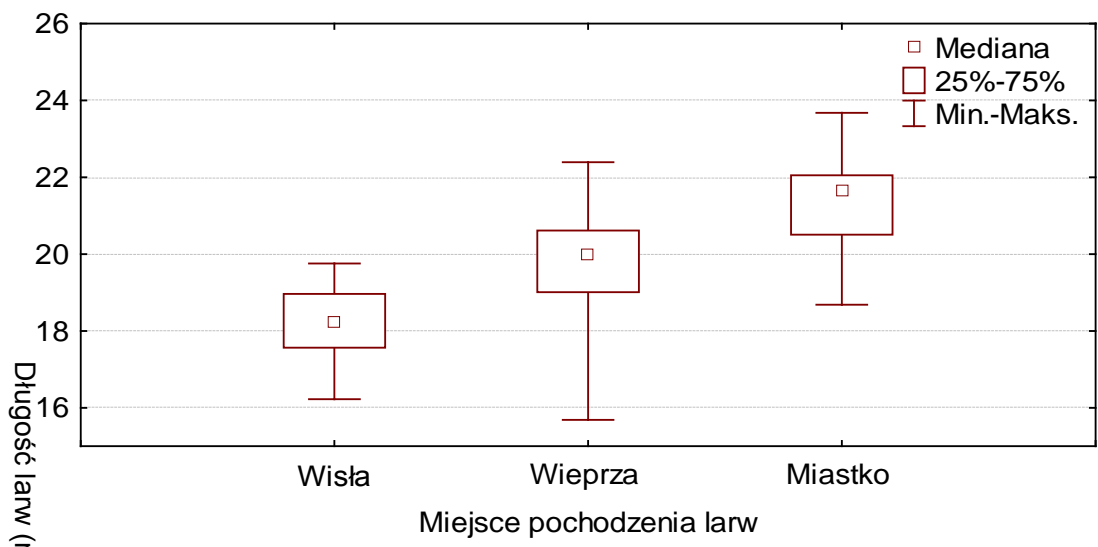
Tabela 14

Średnia długość (mm) larw łososia (*Salmo salar* L.) w poszczególnych sezonach;
różnymi indeksami oznaczono różnice statystycznie istotne przy $p < 0,001$ test U

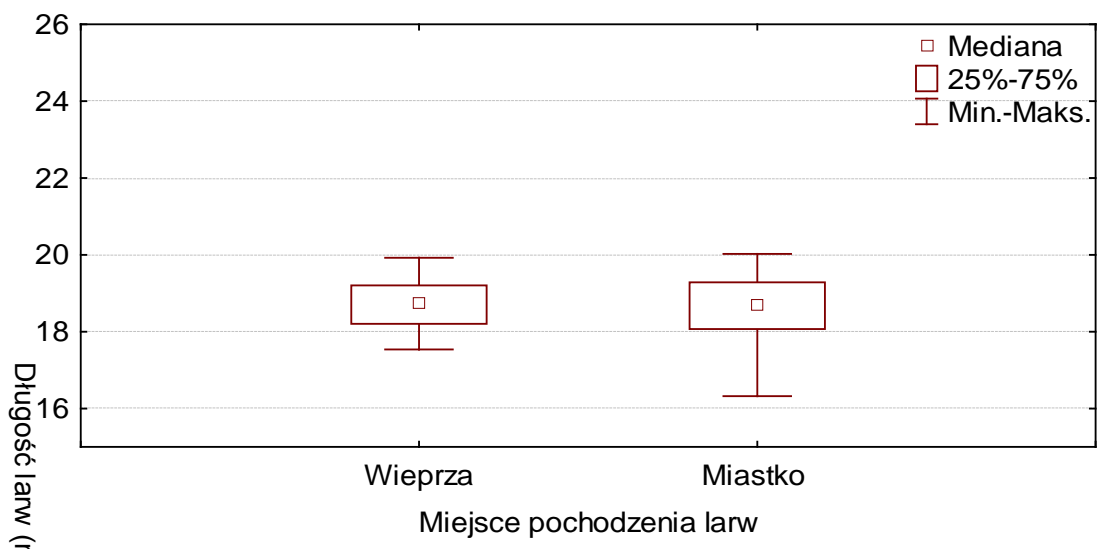
	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
Rok 2004									
Wisła	73	22,5^b	0,08	22,4–22,7	20,8	24,0	22,0	23,1	-0,167
Wieprza	168	23,0^c	0,09	22,8–23,2	19,9	25,6	22,3	23,9	-0,336
Miastko	239	22,0^a	0,07	21,9–22,1	17,5	24,5	21,5	22,7	-0,862
Rok 2005									
Wisła	56	18,2^a	0,12	18,0–18,5	16,2	19,8	17,6	19,0	-0,304
Wieprza	62	19,9^b	0,16	19,5–20,2	15,7	22,4	19,0	20,6	-0,431
Miastko	42	21,4^c	0,18	21,0–21,7	18,7	23,7	20,5	22,1	-0,310
Rok 2006									
Wieprza	27	18,7^a	0,12	18,5–18,9	17,5	19,9	18,2	19,2	0,132
Miastko	28	18,6^a	0,18	18,2–19,0	16,3	20,0	18,1	19,3	-0,752



Ryc. 24. Długość larw łososia (*Salmo salar* L.) w 2004 roku



Ryc. 25. Długość larw łososia (*Salmo salar* L.) w 2005 roku



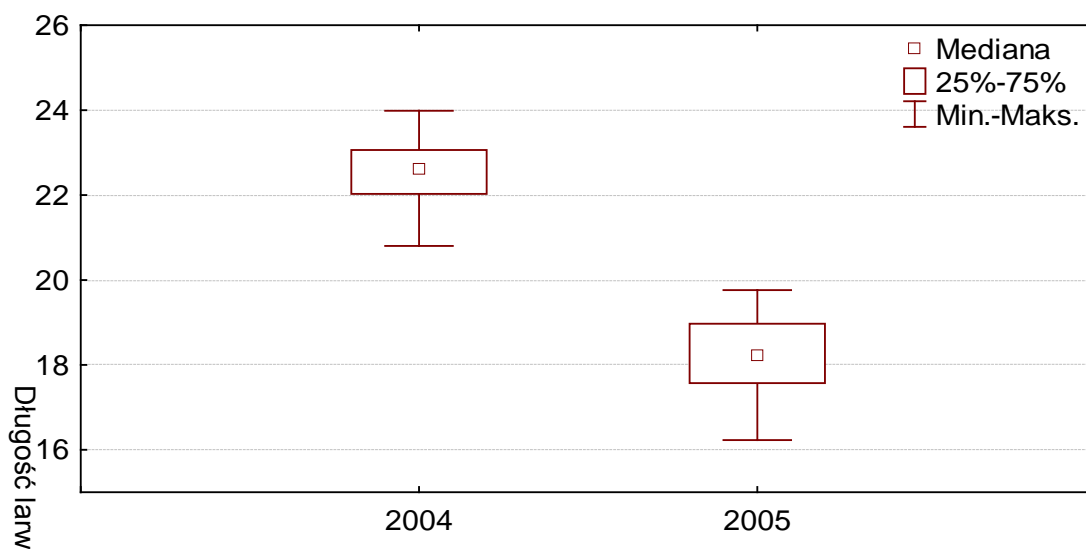
Ryc. 26. Długość larw łososia (*Salmo salar* L.) w 2006 roku

W kolejnych sezonach badań długość larw zmieniała się w sposób istotny statystycznie ($p < 0,001$) w przypadku larw pochodzących z wszystkich badanych ośrodków (Tab. 22, Ryc. 27, 28, 29).

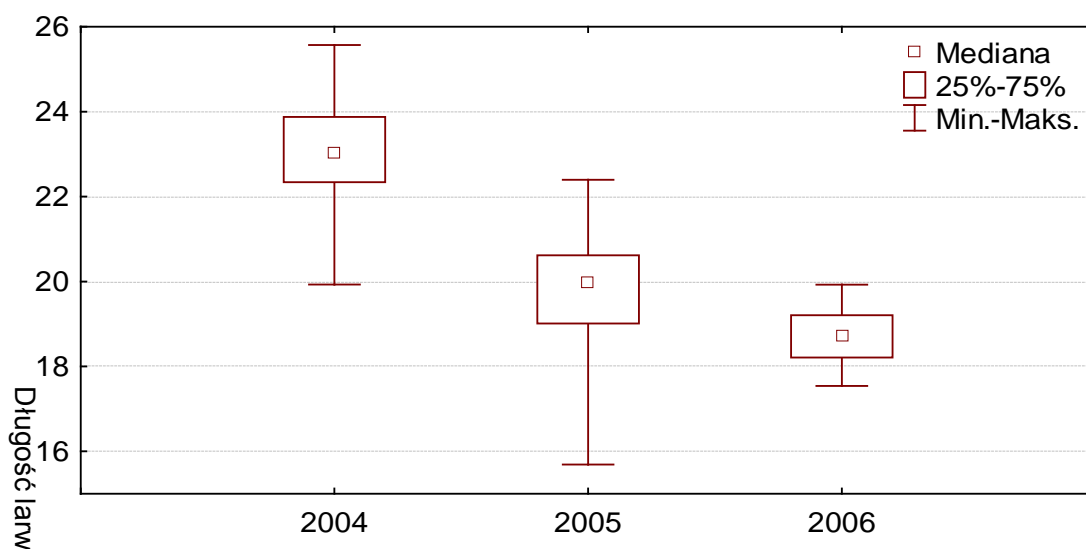
Tabela 15

Zmiany długości larw w kolejnych sezonach badawczych

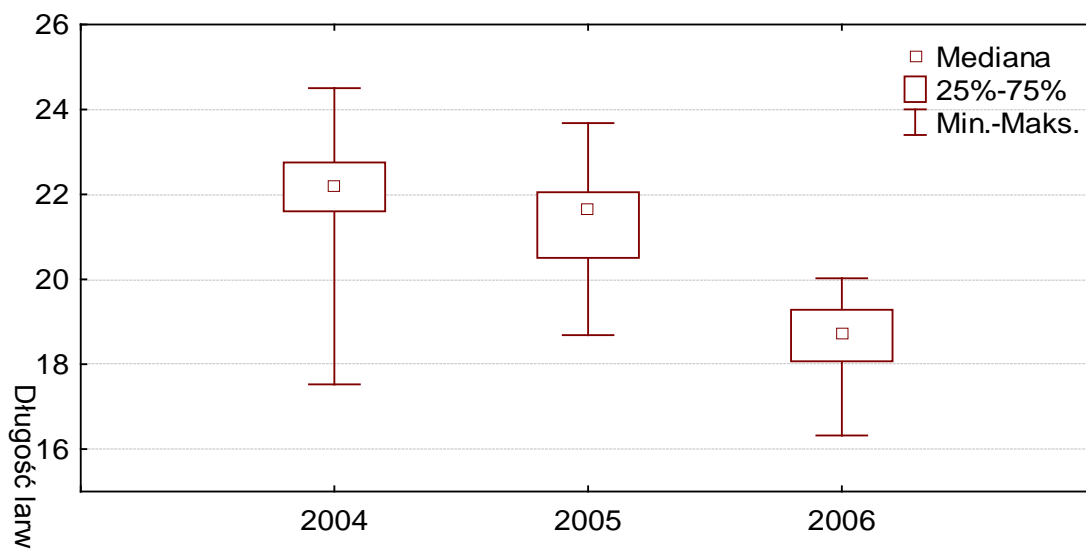
Sezon badawczy	Pochodzenie jaj		
	Wisła	Wieprza	Miastko
2003/04	22,5^b	23,0^c	22,0^c
2004/05	18,2^a	19,9^b	21,4^b
2005/06	n.b.	18,7^a	18,6^a



Ryc. 27. Długość larw pochodzących z rzeki Wisły



Ryc. 28. Długość larw pochodzących z rzeki Wieprzy



Ryc. 29. Długość larw pochodzących z hodowli w Miastku

Tabela 16

Masa larw łososia z poszczególnych ośrodków

Sezon badawczy	Pochodzenie larw		
	Wisła	Wieprza	Miastko
2003/04	0,094	0,096	0,120
2004/05	0,129	0,111	0,134

Tabela 17

Parametry woreczka żółtkowego

Pochodzenie jaj	średnia	SE
Długość woreczka żółtkowego (mm)		
Wieprza	9,27	0,20
Miastko	8,98	0,16
Szerokość woreczka żółtkowego (mm)		
Wieprza	4,17	0,12
Miastko	4,28	0,10

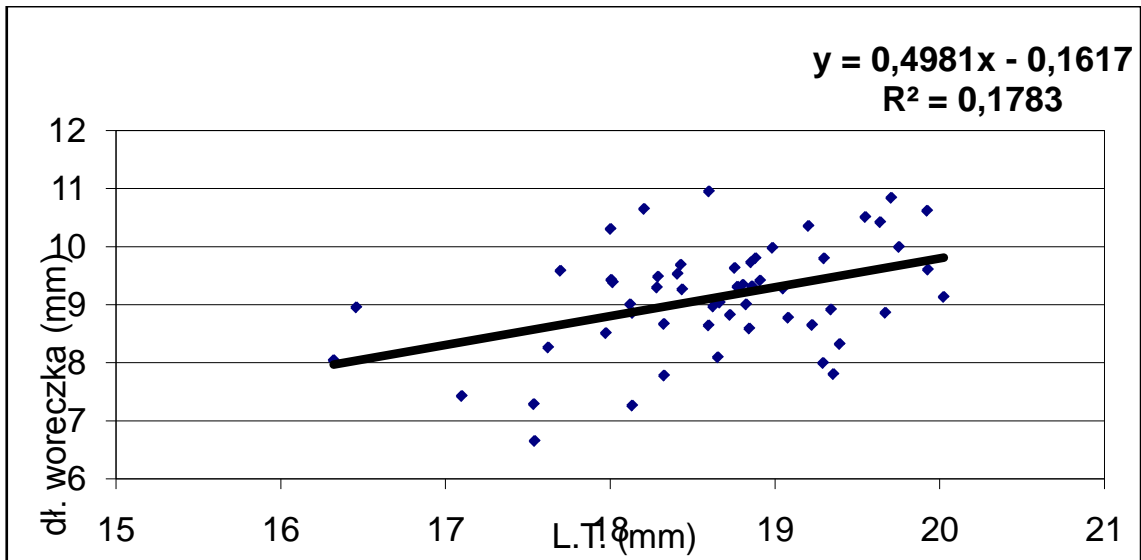
Dla danych zawartych na ilustracjach nie stwierdzono korelacji pomiędzy długością i masą larw ($R=-0,6$; $p=0,21$) oraz średnicą jaj i długością larw ($R=-0,7$; $p=0,14$). Stwierdzono natomiast korelację pomiędzy średnicą jaj a masą uzyskanego wylęgu ($R=0,8$; $p=0,04$)

Stwierdzono natomiast korelację pomiędzy długością larwy a długością woreczka żółtkowego. Nie stwierdzono natomiast korelacji pomiędzy długością całkowitą larwy a szerokością woreczka żółtkowego czy też pomiędzy długością i szerokością woreczka żółtkowego (Tabela 18, Ryc. 30, 31, 32).

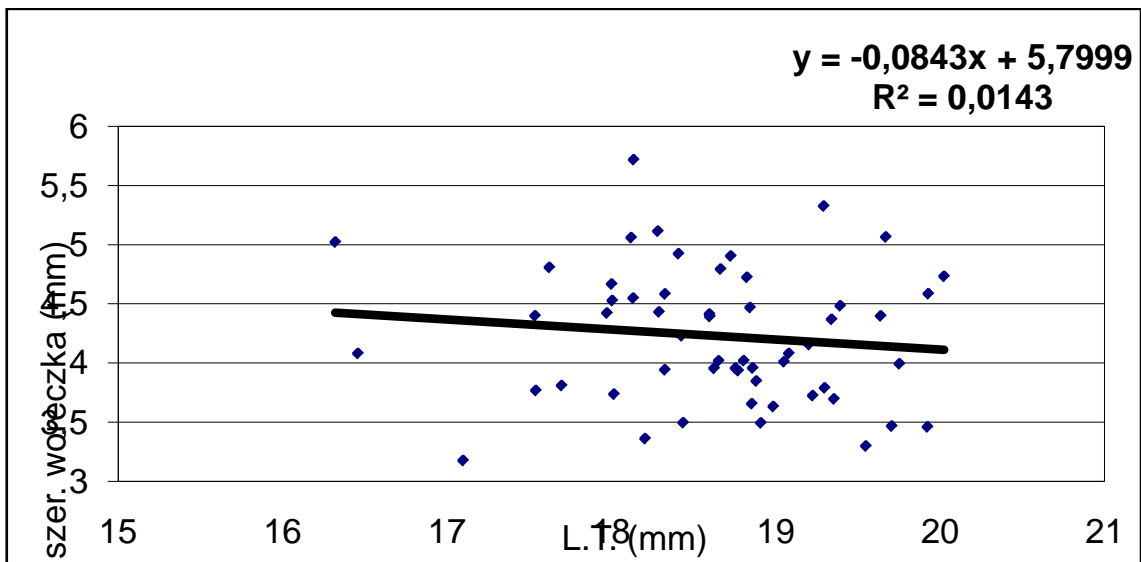
Tabela 18

Współczynnik korelacji długości larw i parametrów woreczka żółtkowego

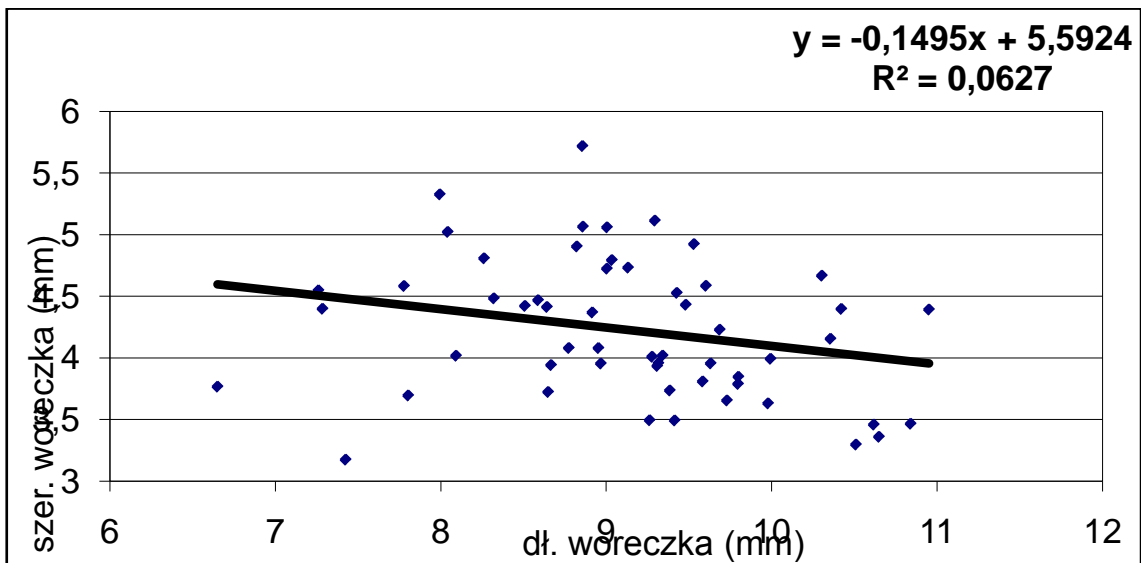
	L.T.	dł. wor.	szer. wor
L.T.		0,4223	-0,1197
		p=0,001	p=0,384
dł. wor.	0,4223		-0,2503
	p=0,001		p=0,065
szer. wor.	-0,1197	-0,2503	
	p=0,384	p=0,065	



Ryc. 30. Korelacja długości larw i długości woreczka żółtkowego



Ryc. 31. Korelacja długości larw i szerokości woreczka żółtkowego



Ryc. 32. Korelacja długości i szerokości woreczka żółtkowego

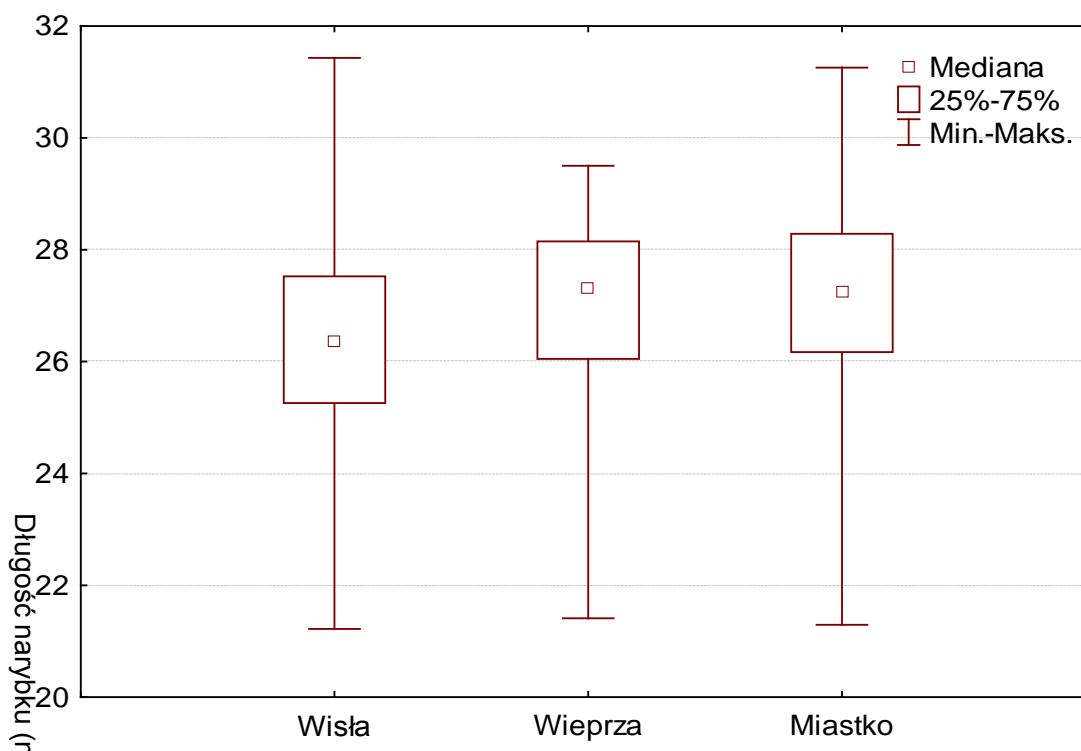
4.5. NARYBEK

Średnia długość narybku mieści się w przedziale 25,9–27,4 mm ($n = 544$), w tym długość narybku pochodzącego od ryb z rzeki Wisły jest mniejsza niż narybku pochodzącego od ryb z rzeki Wieprzy czy hodowli stawowej. Różnica ta jest istotna statystycznie ($p < 0,01$ test U). Nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych pomiędzy długością narybku pochodzącego od ryb z rzeki Wieprzy i hodowli stawowej ($p > 0,4$ test U) (Tabela 19, Ryc. 33).

Tabela 19

Średnia długość (mm) narybku łososia (*Salmo salar* L.), różnymi indeksami oznaczono różnice statystycznie istotne przy $p < 0,05$; test U

	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
Wisła	100	26,34^a	0,20	25,95–26,73	21,22	31,43	25,26	27,53	-0,107
Wieprza	144	26,80^b	0,16	26,47–27,12	21,41	29,50	26,05	28,15	-1,055
Miastko	300	27,17^b	0,09	26,98–27,35	21,29	31,26	26,17	28,29	-0,423



Ryc. 33. Długość narybku łososia (*Salmo salar* L.)

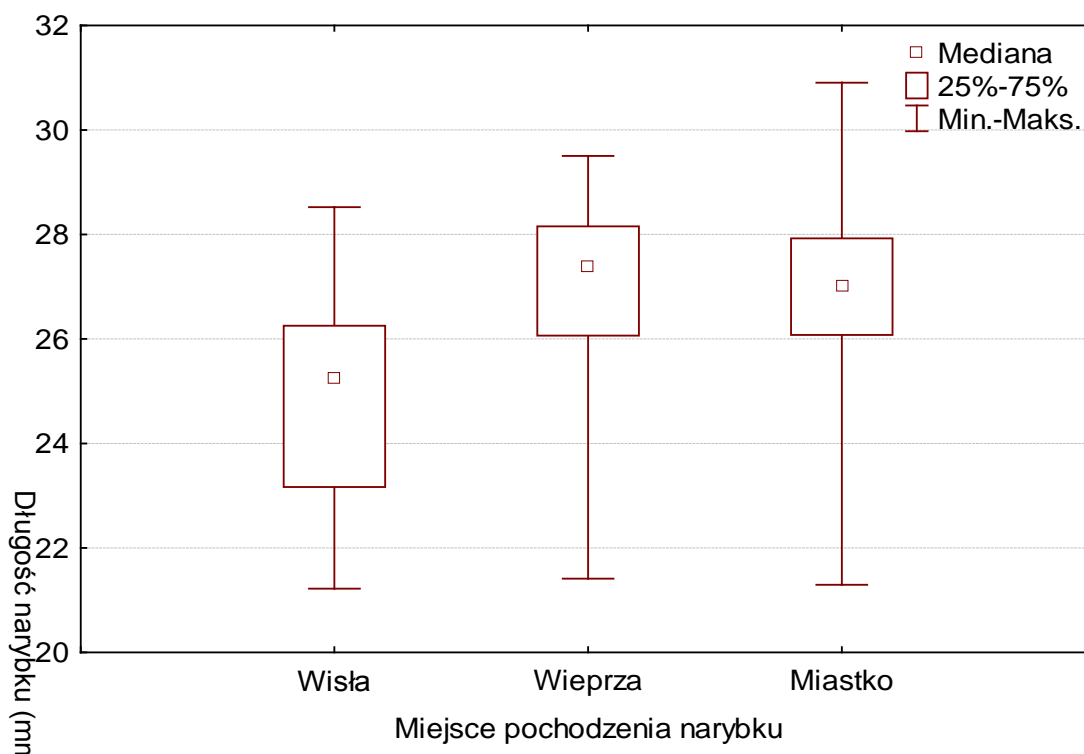
Z zamieszczonych danych wynika, że średnia długość narybku łosiosia wyhodowanego w 2004 roku mieściła się w przedziale 24–27mm, zaś średnia długość narybku pochodzącego od ryb z rzeki Wisły była mniejsza o ok. 2 mm niż narybku wyhodowanego z jaj pochodzących od ryb z rzeki Wieprzy czy hodowli stawowej. Różnica ta była statystycznie istotna na poziomie $p < 0,001$. Nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych pomiędzy narybkiem łosiosia z rzeki Wieprzy i z hodowli stawowej (Tabela 20, Ryc. 34).

Średnia długość narybku łosiosia wyhodowanego w 2005 roku mieściła się w przedziale 26,0–28,5 mm. Średnia długość narybku pochodzącego od ryb z hodowli stawowej była większa niż od ryb z rzeki Wisły i Wieprzy. Różnica ta była statystycznie istotna na poziomie $p < 0,001$. Nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych pomiędzy larwami pochodzącymi od ryb z rzeki Wisły i Wieprzy (Tabela 20, Ryc. 35).

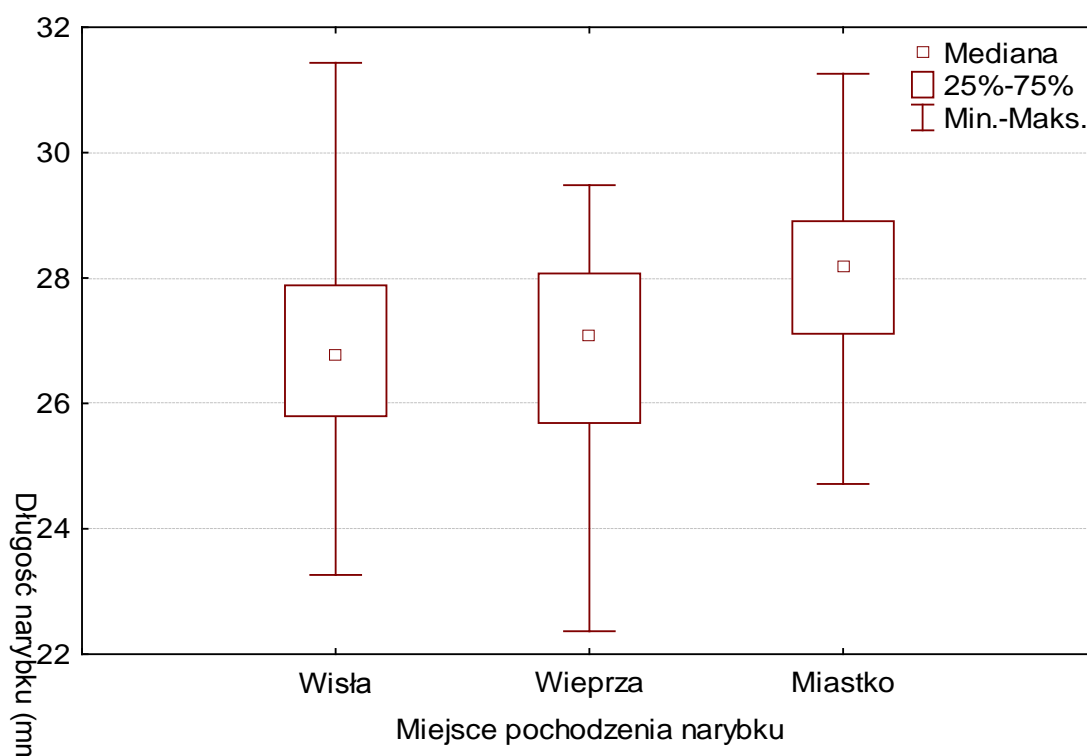
Tabela 20

Średnia długość (mm) narybku łosiosia (*Salmo salar* L.) w poszczególnych sezonach; różnymi indeksami oznaczono różnice statystycznie istotne przy $p < 0,001$

	n	\bar{x}	SE	Przedział ufności	Min	Max	Kwartyl		Skośność
							dolny	górny	
Rok 2004									
Wisła	28	24,90^a	0,36	24,17–25,63	21,22	28,52	23,17	26,25	-0,278
Wieprza	113	26,79^b	0,19	26,42–27,16	21,41	29,50	26,06	28,15	-1,118
Miastko	241	26,95^b	0,11	26,74–27,15	21,29	30,90	26,07	27,92	-0,402
Rok 2005									
Wisła	72	26,90^a	0,20	26,49–27,31	23,27	31,43	25,80	27,88	0,250
Wieprza	31	26,83^a	0,34	26,14–27,52	22,37	29,48	25,69	28,07	-0,807
Miastko	59	28,07^b	0,18	27,71–28,42	24,72	31,26	27,11	28,91	-0,289



Ryc. 34. Długość narybku łososia (*Salmo salar* L.) uzyskanego w 2004 roku



Ryc. 35. Długość narybku łososia (*Salmo salar* L.) uzyskanego w 2005 roku

Średnia długość narybku w kolejnych sezonach różniła się w sposób istotny statystycznie w przypadku narybku pochodzącego z rzeki Wisły

i hodowli stawowej ($p < 0,005$). W przypadku narybku pochodzącego z rzeki Wieprzy jego średnia długość nie uległa zmianie (Tab. 21).

Tabela 21

Zmiany długości narybku w kolejnych sezonach badawczych

Sezon badawczy	Pochodzenie jaj		
	Wisła	Wieprza	Miastko
2003/04	24,9^a	26,8^a	26,9^a
2004/05	26,9^b	26,8^a	28,1^b

Masa narybku. Niewielkie różnice odnotowano również w masie jednostkowej narybku w tych samych sezonach (Tabela 22). Znamienne przy tym jest, że w wartościach obu tych parametrów (długość i masa) występują odwrócone proporcje.

Tabela 22

Masa narybku

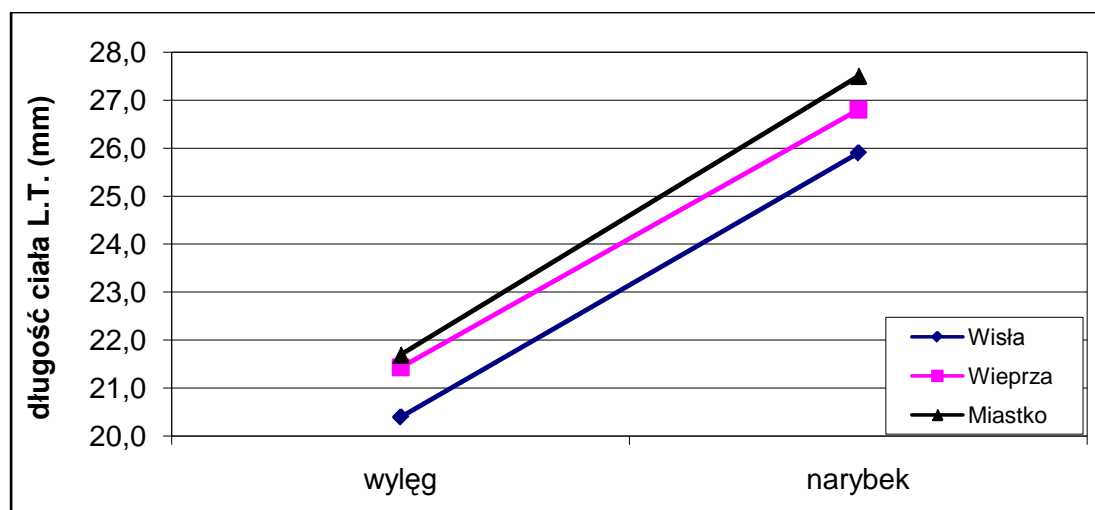
Sezon badawczy	Pochodzenie narybku		
	Wisła	Wieprza	Miastko
2003/04	0,144	0,126	0,145
2004/05	0,132	0,135	0,127

Przyrost długości ciała podczas podchowu larw w roku 2004 wynosił w przypadku ryb z rzeki Wisły 2,4 mm, ryb z rzeki Wieprzy 3,8 mm, a w przypadku ryb z hodowli stawowej 4,9 mm. Stanowiło to odpowiednio 10,7, 16,5 i 22,3% długości ciała uzyskanego wylęgu. W roku 2005, pomimo iż uzyskany wylęg był mniejszy niż w roku wcześniejszym, przyrosty długości ciała były większe, a w przypadku ryb pochodzących z rzeki Wisły stanowiły aż 47,8% długości ciała uzyskanego wylęgu (Tabela 23, Ryc. 36).

Tabela 23

Przyrost długości ciała podczas podchowu

Sezon badawczy	Pochodzenie jaj					
	Wisła		Wieprza		Miastko	
	mm	%	mm	%	mm	%
2003/04	2,4	10,7	3,8	16,5	4,9	22,3
2004/05	8,7	47,8	7,0	35,2	6,7	31,3



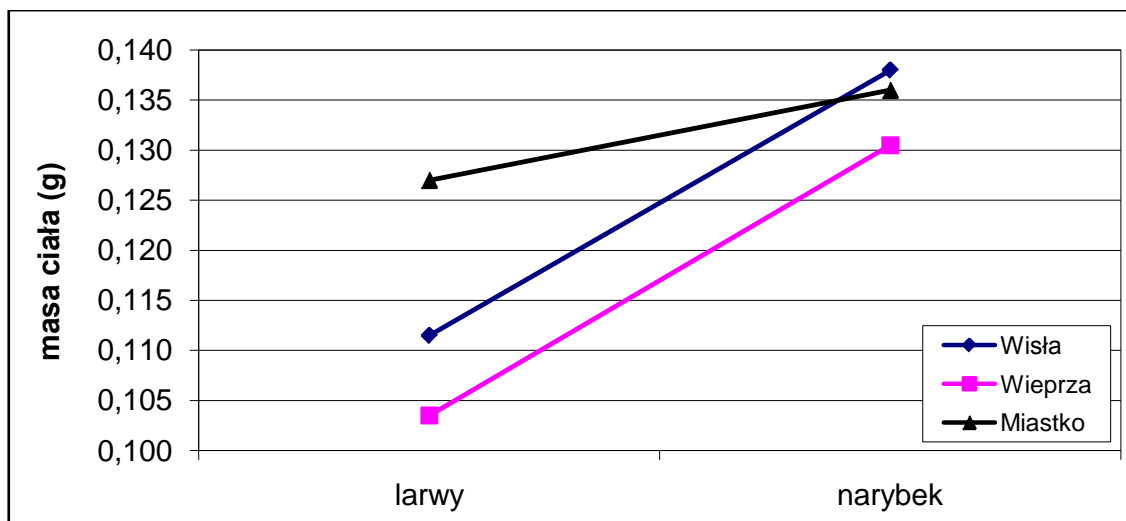
Ryc. 36. Przyrost długości ciała narybku

Przyrost masy ciała podczas podchowu larw w roku 2004 wyniósł w przypadku ryb z rzeki Wisły 0,038g, ryb z rzeki Wieprzy 0,038g, a w przypadku ryb z hodowli stawowej 0,007g. Stanowiło to odpowiednio 40,1, 39,7 i 5,8 % masy ciała uzyskanego wylęgu. W roku 2005, pomimo iż masa uzyskanego wylęgu była większa niż w roku wcześniejszym, przyrosty masy ciała były mniejsze niż w roku 2004, jedynie w przypadku ryb pochodzących z hodowli stawowej przyrost masy był większy niż w roku 2004 (Tabela 24, Ryc. 37).

Tabela 24

Przyrost masy ciała podczas podchowu

Sezon badawczy	Pochodzenie jaj					
	Wisła		Wieprza		Miastko	
	g	%	g	%	g	%
2003/04	0,038	40,1	0,038	39,7	0,007	5,8
2004/05	0,016	12,2	0,015	13,2	0,011	8,2



Ryc. 37. Przyrost masy ciała narybku

Nie stwierdzono istotnej statystycznie korelacji pomiędzy długością wylęgu a długością narybku ($R=-0,27$; $p=0,61$)

Nie stwierdzono istotnej statystycznie korelacji pomiędzy masą wylęgu a masą narybku ($R=-0,24$; $p=0,65$)

5. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przeprowadzone w ciągu trzech ostatnich sezonów badania porównawcze gamet, przebiegu embriogenezy oraz obserwacji stadiów postembrionalnych łososa (*Salmo salar* L.) pochodzącego z trzech źródeł tarliskowych wykazały, w sensie dociekań szczegółowych, rozbieżności wartości analizowanych wskaźników, zaś w sensie ogólnym pozwalają na wysunięcie jednoznacznych wniosków i rokowań w odniesieniu do rysujących się prawidłowości w założonym przed laty programie introdukcji do rzek Północnej Polski tego, zdawałoby się, skazanego na zanik w naszych wodach najwybitniejszego przedstawiciela rodzimej polskiej ichtiofauny.

Tak więc zebrane dane dotyczące plemników wykazały, że wartości ustalonych wskaźników takich jak: spermatokryt, ilość plemników w jednostce objętości, ruchliwość i jej formy mieszczą się w każdym przypadku w znacznym przedziale i nie sposób jest w żadnej mierze dociec ściśle określonych średnich, lecz jedynie podejmować mniej lub bardziej wiarygodne próby określające swoiste tendencje.

Jest to wynikiem zapewne, a zarazem najprawdopodobniej specyfiki budowy, a zarazem ukształtowanej historycznie swoistości funkcjonowania gonad męskich ryby polegającej na niejednoczesnym przebiegu spermatogenezy w różnych odcinkach i komorach gonady, co uzasadnione jest przedłużoną w czasie gotowością do biologicznego spełnienia aktu zapłodnienia w postaci wielokrotnej w ciągu dłuższego czasu (dni, tygodnie) ejakulacji.

W konkretnych przypadkach sztucznych zabiegów pozyskiwania spermy na tarliskach, wszelkiego rodzaju manipulacje (różna siła nacisku w trakcie masowania partii brzusznych) ejakulat nie zawsze jest pod względem konsystencji jednorodny, bowiem składa się nań zarówno zawartość „rozrzedzonego” nasienia pozostającego „w gotowości” do tarła w kanałach

nasiennych i nasieniowodach oraz „zagęszczonej” spermy wyciskanej *per fas* z kawern jądra.

Wydaje się, że powyższe racje mogą posłużyć za jedyne racjonalne wytłumaczenie tych powszechnie obserwowanych w badaniach wartości spermatokrytu rozbieżności. Wypada więc wyrazić w tym miejscu pewne zdziwienie, że mimo podobnych obserwacji inni autorzy nie poświęcili temu zjawisku większej uwagi, zadowalając się stwierdzeniem, że spermatokryt jako taki może być wskaźnikiem jakości spermy – i tyle (Winnicki i Tomasik 1976, Bouck i Jakobson 1976, Piironen i Hyvärinen 1983, Tomasik i Sobociński 1987).

Wydaje się, że powyższe może mieć zastosowanie do niniejszych badań również mimo, że do badań spermatokrytu u łososia nie udało się dotrzeć, a to dlatego, że w całym obrazie obejmującym kilkuletnie dociekania znaleziono jedynie „zwierciadlane odbicie zarysu danych omawianych przez innych autorów w odniesieniu do innych taksonów.

W związku z powyższym uzyskane w niniejszej pracy dane dotyczące spermatokrytu mniej wydają się mieć znaczenie praktyczne i informować o bieżącej wartości spermy, lecz bardziej znaczenie ogólne –teoretyczne – wskazujące, że podobnie jak i u innych taksonów wskaźnik ten jest wielce zróżnicowany, co wynika z prawidłowego niezakłóconego przebiegu spermatogenezy zabezpieczającej samczą (męską) stronę naturalnego rozrodu na poziomie przygotowania i ewakuacji gamet.

Odnosząc się ogólnie do wskaźnika spermatokrytu, wydaje się, że wartości skrajne winny być pomijane, bo nie posiadają bezpośredniego przełożenia na pożądaną wartość biologiczną spermy – bowiem należy sądzić, że wartości najniższe świadczą o zawartości wody, która dostaje się do nasieniowodów i przypuszczać należy, że wśród plemników zawartych w spermie są również gamety „wybiegane”, zaś wartości najwyższe świadczą o tym, że sperma była wyciskana z jąder i plemniki pozbawione są naturalnej

„otuliny” w postaci płynu nasiennego decydującego o ich aktywności ruchowej.

Sumując wszystko powyższe zauważyć wypada, że obserwowane wskaźniki jakościowe spermatokrytu świadczą o prawidłowym przebiegu procesów spermatogenezy, a późniejsze skutki w postaci zapłodnienia o wysokiej biologicznej wartości ejakulatu.

Liczebność plemników w jednostce objętości spermy (przyjęto podawać ją w 1 mm^3) jest również wielce zróżnicowana u ryb i wynika z podobnych (jeżeli nie tożsamy) przyczyn, co wartości spermatokrytu. Między innymi Sanchez-Rodriguez i in. (1978) dowodnie wykazali, że wpływ na koncentrację ejakulatu ma miejsce, z jakiego w jądrze został on pozyskany. Co autor to inne dane zawarte są w jego dociekaniach na ten temat. Co dotyczy łososia, to podawane w piśmiennictwie rozbieżności są olbrzymie i wartości najwyższe od najniższych mogą się różnić nawet kilka razy (Hwang i Idler 1969, Truscot i Idler 1969) – $12\text{--}30 \text{ mln/mm}^3$, a w niniejszej pracy – $3,7\text{--}12,5 \text{ mln/mm}^3$.

Przyczyn tak wielkich rozbieżności i ich wytłumaczenia należy doszukiwać się w „ułomnościach” warsztatu metodycznego, który w zasadzie uniemożliwia punktowe pobranie materiału do obliczeń, od osobników w identycznym stadium spermatogenezy, itp.

Wskaźniki ilościowe zatem charakteryzujące spermę mogą służyć jedynie przybliżeniu do oceny jakościowej, przy czym podstawą do uznania za wartości „optymalne” należy przyjmować wartości średnie wyliczone ze zbioru danych.

Podobnie jak spermatokryt oraz zagęszczenie plemników w jednostce objętości, również i czas ruchu plemników (ruchliwość) może być wykorzystywany do oceny jakości nasienia podczas sztucznego tarła. Plemniki, nieruchome do czasu zetknięcia się z wodą, w momencie aktywacji poruszają się intensywnie, lecz przez niewielki okres czasu i tylko wtedy są zdolne do

zapłodnienia. Ogólnie przyjmuje się, że im dłuższy czas ruchu plemników, tym większa możliwość połączenia się ich z komórką jajową. Według Formickiego i innych (1989) w akcie zapłodnienia najważniejszy jest czas ruchu postępowego. Jednak ze względu na to, że różne części komórki odpowiadają za motorykę oraz za płodność – nie zawsze komórka poruszająca się jest zdolna do zapłodnienia (Stoss 1983).

Smirnov (1954, 1959, 1975) podaje iż u gorbuchy (*Oncorhynchus gorbuscha* Walb.) ruch postępowy trwa 30–50 sekund, natomiast u kety (*Oncorhynchus keta* Walb.) 10–15 sekund. Według Billarda (1978), u pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss* Walb.) ruch postępowy trwa średnio 23 sekundy, a u troci (*Salmo trutta* m. *trutta* L.) – 42 sekundy (Szymelfenig 1977), zaś badania Formickiego i innych (1989, 1990) wykazały, iż ruch postępowy plemników głowacicy trwa około 48 sekund.

Z danych zebranych w niniejszych badaniach wynika, że średni czas ruchu postępowego u łososa mieści się w przedziale od 5 do 35 sekund i różni się w zależności od miejsca pochodzenia mlecza. Podobnie jak w przypadku spermarokrytu największą ruchliwością charakteryzowała się sperma pochodząca od ryb odłowionych w rzece Wieprzy, której czas ruchu postępowego trwał średnio 17–35 sekund. Średnia ruchliwość plemników od ryb pochodzących z rzeki Wisły mieściła się w przedziale 3–11 sekund. Ruchliwość plemników ryb hodowanych w warunkach stawowych mieściła się w przedziale 9–16 sekund. Średnie wartości ruchliwości plemników łososi są niższe niż gatunków pokrewnych występujących w naszych wodach, jednak w przypadku wstępnej selekcji samców i odrzuceniu osobników, u których ruchliwość plemników trwa mniej niż 10 sekund (selekcji takiej dokonywano podczas zapładniania ikry wykorzystywanej do dalszych badań) można uzyskać średni czas ruchu postępowego w przedziale 40–50 sekund, co gwarantuje udane zapłodnienie jaj.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że najlepsze wartości uzyskiwała sperma pochodząca od ryb wstępujących na tarło do rzeki Wieprzy. Sperma pobierana od ryb pochodzących z rzeki Wisły i hodowli stawowej charakteryzowała się podobnymi wynikami jednak wartości uzyskiwane w poszczególnych badaniach były na znacznie niższym poziomie niż spermy pochodzącej od ryb z rzeki Wieprzy.

Poddając wnikliwej analizie znaczną rozbieżność w uzyskiwanych wynikach charakteryzujących badane parametry plemników – ich wielkości (pośrednio), ilości i „zachowania” (w postaci ruchliwości) trudno oprzeć się wyrażeniu sądu o wielkim dodatnim znaczeniu istnienia opisywanych różnic strukturalnych i fizjologicznych rozwiązań i mechanizmów. Bez tej różnic nie do zrealizowania bowiem byłby pomyślny przebieg złożonych procesów rozrodu w naturalnym, o znacznym stopniu zmienności, środowisku wodnym, którego poszczególne nisze ekologiczne i czas w cyklu rocznym, pary rodzicielskie wybrały sobie na miejsce rozrodu i tym samym zapewniona została ciągłość istnienia taksonu i poszczególnych jego części składowych takich jak rasa, odmiana, stado, populacja, itd.

W przypadku opisywanego w niniejszej pracy materiału stanowiącego „połówkę” męską materiału rozrodczego, jest to szczególnie istotne i pozwala wysunąć wniosek o ogromnym (bez przesady) potencjale rozrodczym wsiedlonego do naszych wód łososia i rokuje, już zresztą widoczne, udane skutki akcji reintrodukcyjnej tej ryby do cieków wodnych naszego kraju, stanowiących południową część zlewni Bałtyku.

Jaja – składane przez wsiedlane łososie we wszystkich trzech miejscach ich pozyskiwania (rzeki Wieprza i Wisła oraz hodowla w Miastku) pod względem wymiarów mieściły się w zakresie wartości już wcześniej przez liczne grono badaczy, m.in. przez Kinga i in. (2003) oraz Moffeta i in. (2006), tj. ich średnice wahały się w zakresie od 4,3 do 7,9 mm (wartości skrajne), zaś

średnie w zakresie 5,9–6,2 mm. Warto w tym miejscu zauważyć, że wyliczone z podanych wyżej wymiarów objętości wyróżniały się znacznym zróżnicowaniem, bowiem dla jaj o najmniejszych wymiarach objętość wynosiła 51 mm^3 , a dla największych 251 mm^3 , czyli była większa aż 5 razy (!). te znaczne różnice w wymiarach jaj wydają się mieć, a co więcej – mają duże znaczenie biologiczne, bowiem biorąc pod uwagę sądy Bonisławskiej i Winnickiego (2000) mają bezpośrednie przełożenie na wartość współczynnika S/V (stosunek powierzchni do objętości) a ten wszak decyduje o sprawności oddechowej struktur granicznych, od której to sprawności zależy długość embriogenezy mierzona w stopniodniach (D°), skutkiem czego u jaj najmniejszych rozmiarów ten współczynnik jest korzystniejszy niż u jaj o rozmiarach największych, u których też adekwatnie rośnie długość embriogenezy. Tak więc zwykły „zabieg” ewolucyjny w postaci zróżnicowania wielkościowego jaj u poszczególnych taksonów, a nawet osobników sprawił, że z jaj złożonych na tarliskach larwy nie wylęgają się jednocześnie, co zapewnia populacji „przetrwać” miejscowe, sporadyczne zagrożenia, które mogłyby być niebezpieczne dla wylęgu form młodocianych.

Na temat zależności wielkości składanych jaj od wielkości samic napisano już wiele prac (Prouzet i Gaignon 1982, Thorpe i in. 1984, Jonsson i in. 1996, Einum i Fleming 2004, Moffett i in. 2006). Większość autorów stwierdza, że korelacja tych wielkości jest dodatnia. Jednak w przypadku badań opisanych w niniejszej pracy, jaja pochodzące od ryb z hodowli stawowej, których średnia długość wynosiła zaledwie 55 cm, były większe od jaj pochodzących od ryb odłowionych w środowisku naturalnym, których średnia długość ciała wynosiła 85 cm. Brak korelacji wzrostu średnicy jaj wraz ze wzrostem wielkości samic stwierdzili także Prouzet i Gaignon (1982), ale jak zauważają Thorpe i in. (1984), mogło to być związane z różnicami między stadami. Podobnie może być w przypadku niniejszych badań. Porównując wielkość jaj z wielkością samic pochodzących z pojedynczych

ośrodków również nie stwierdzono istotnych statystycznie korelacji tych parametrów.

Na temat wytrzymałości osłonek jajowych łososia, co jest o tyle dziwne, że właśnie to zagadnienie może mieć istotne znaczenie, szczególnie przy ocenie skuteczności tarła naturalnego. Wytrzymałość mechaniczna i budowa osłonek jajowych zapobiega uszkodzeniom jaj podczas zasypywania gniazda, jak również uniemożliwia drobnym bezkręgowcom, żyjącym w przestrzeniach pomiędzy ziarnami żwiru, naruszenie całości jaj. Spadająca wytrzymałość jaj pochodzących od ryb odłowionych w rzece Wiśle może sugerować pogarszanie się jakości jaj pochodzących od tych ryb. Tendencja ta jest niepokojąca i należałoby przeprowadzić dalsze badania w celu potwierdzenia czy nie są to zmiany wynikające ze zmian warunków meteorologicznych występujących w okresie poprzedzającym tarło. Kolejny powód do zastanowienia się nad spadkiem wytrzymałości jaj u ryb pochodzących z rzeki Wisły dają badania wytrzymałości osłonek jajowych pochodzących z pozostałych dwóch ośrodków, gdzie nie zauważono tendencji spadkowej tego parametru, a zmiany w kolejnych sezonach badawczych, pomimo iż istotne statystycznie, nie są aż tak duże jak w przypadku jaj pochodzących od łososi „wiślanych”.

W przypadku jaj pochodzących od ryb odłowionych w rzece Wieprzy oraz hodowanych w stawach, spadek wytrzymałości notowany w pierwszych trzech latach badań był znacznie mniejszy, a w roku 2005 wytrzymałość jaj pochodzących z tych ośrodków wzrosła.

W przypadku łososi hodowanych w stawach wzrost wytrzymałości osłonek jajowych był tak duży, że znacznie przekroczył wartości dotychczas notowane dla tego ośrodka. Warto nadmienić, że niepokojące tendencje spadkowe zaobserwowano w przypadku długoletnich badań nad wytrzymałością osłonek jajowych troci wędrownej (*Salmo trutta* m. *trutta*),

prowadzonych w Katedrze Anatomii i Embriologii Ryb Akademii Rolniczej w Szczecinie (Biernaczyk i in. 2003, Sobociński i in. 2005).

Osobnym i interesującym zagadnieniem wymagającym szczegółowego omówienia jest rozkład wytrzymałości jaj pochodzących od tej samej samicy. Udało mi się stwierdzić iż w wielu przypadkach rozkład ten przyjmuje formę dwumodalną. Tłumaczyć to można faktem iż parzyste jajniki ryb łososiowatych różnią się między sobą wielkością i budową wewnętrzną (Sobociński i in. 1987) i istnieje przypuszczenie, iż mogą produkować jaja o różnych parametrach, dotyczących szczególnie przebiegu procesów związanych z tempem końcowych etapów przygotowania oocytów do zapłodnienia. Jeśliby powyższy sąd był słuszny, wówczas nie byłoby nic dziwnego w tym, że w trakcie sztucznego (!) tarła u jednej samicy występują dwie populacje jaj o różnych wytrzymałościach (rozkład dwumodalny).

Poddając ogólnemu oglądowi wyniki uzyskane w trakcie badania jaj łososia pochodzącego z różnych rzek i tarłisk można zauważyć, że również „żeńska połówka” materiału rozrodczego (przybierająca po zapłodnieniu i uwodnieniu postać jaja) zawiera znaczny stopień zróżnicowań indywidualnych skłaniających do wysnucia wniosku o znacznym stopniu i mnogości szczegółowych przystosowań do przeżycia w zróżnicowanym i zmiennym środowisku wodnym, w jakim przebiega pierwsza faza ontogenezy, a w sumie wszystko to składa się na bogaty obraz indywidualnej plastyczności badanego taksonu skutkującej możliwością przetrwania poszczególnym indywiduum, a w rezultacie zachowaniem w stanie optymalnym taksonu jako całości.

Co dotyczy całkowitego czasu rozwoju zarodkowego łososia podawanego w piśmiennictwie to przekracza on wartości 500 D° (Edwards (1978) – 510 D°, Christiansen i Torrissen (1997) – 502–517 D°, Rennie (2005) – 522 D°). Całkowity czas rozwoju zarodkowego badanych przeze mnie populacji był krótszy i wynosił zaledwie 450–490 D°. inaczej w czasie

układały się niektóre wskaźniki przebiegu inkubacji, na przykład w odniesieniu do momentu pojawienia się pigmentu w gałkach ocznych. Edwards (1978) stwierdza, że w temperaturze poniżej 8°C od momentu zapłodnienia do zaoczkowania mija 245 D°, a w moim doświadczeniu przy stałej temperaturze 4°C okres tego czasu wynosił 340–370 D°. Jak więc widać –u Edwardsa (1978) zaoczkowanie następuje w połowie okresu inkubacji, gdy w przypadku mojego doświadczenia okres ten następował dopiero po 2/3 okresu inkubacji. Różnice mogą wynikać z warunków w jakich przebiegał rozwój zarodkowy. Edwards (1978) podaje wartości dla wylęgarni otwarto-przepływowych, w których temperatura wody jest zależna od naturalnych warunków środowiskowych. Szybsze pojawienie się pigmentu w gałkach ocznych zarodków, spowodowane było, jak się wydaje, powolnym spadkiem temperatury w pierwszym etapie embriogenezy (szybsze tempo rozwoju). Następnie spadek temperatury, do wartości zbliżonej do temperatury zamrażania wody, skutkuje spowolnieniem przebiegu embriogenezy. Wzrost temperatury po tym okresie powoduje ponowne przyspieszenie rozwoju zarodkowego i w efekcie następuje wylęg. W przeciwieństwie do tego, moje doświadczenie przeprowadzone było w obiegu zamkniętym przy sztucznie utrzymywanej temperaturze wody na jednym poziomie. Spowodowało to skrócenie okresu pomiędzy zaoczkowaniem a wylęgiem, a w rezultacie skrócenie całego okresu zarodkowego.

Zwraca uwagę, że rozwój jaj pochodzących z poszczególnych ośrodków nie różnił się między sobą, co nie powinno zbytnio dziwić, skoro wiadomo, iż wszystkie badane przez nas populacje łososia pochodzą od tej samej populacji bytującej w Dźwinie Zachodniej więc zróżnicowanie mogłoby wynikać jedynie z innych warunków środowiskowych w których rozwijałyby się jaja w ich naturalnym środowisku, a w przypadku rozwoju zarodkowego warunki były jednakowe dla wszystkich trzech ośrodków.

Założenie, iż z większych jaj wylęgną się większe larwy okazało się słuszne, w przypadku moich badań, jedynie połowicznie, gdyż jedynie porównując średnice jaj z masą uzyskanego wylęgu stwierdziłem podobnie jak Thorp (1984) dodatnią istotną statystycznie korelację. Co ciekawe – porównując średnice jaj i długość uzyskanego wylęgu, wyszła ujemna korelacja, jednak nie była ona istotna statystycznie.

Nie stwierdziłem natomiast istnienia korelacji pomiędzy wielkością larw i narybku. Długość narybku wyhodowanego z większych larw była podobna do długości narybku wyhodowanego z larw mniejszych. Podobne wyniki uzyskali już dawno temu Hayes i Armstrong (1942), którzy wykazali, że po 35 dniach podchowu różnica pomiędzy małymi i dużymi larwami została wyrównana. Podobnie Lindroth (1972) zanotował „stratę” korzyści wielkości do końca pierwszego okresu wegetacyjnego u łososi pochodzących z jaj o różnym rozmiarze. Podobne wyniki uzyskano badając ryby z innych gatunków np. u gorbuchy (*Oncorhynchus gorbuscha*) taki zanik przewagi wielkości zanotował Yastrebkov (1966). Średnia długość uzyskanego wylęgu w jego doświadczeniach mieściła się w przedziale 20,3–22,0 mm, natomiast wyhodowany narybek przyrósł o ponad 5 mm uzyskując średnio 25,95–27,35 mm.

Można wreszcie wyrazić pogląd, że znalezione i udokumentowane znaczne niekiedy rozbieżności w badanych niektórych parametrach materiału rozrodczego pochodzącego z różnych akwenów nie dają podstaw do sądów o kształtowaniu się czegoś w postaci stad lokalnych. Historia wsiedlanych i kształtujących się populacji jest zbyt krótka (!), aby mogły już wystąpić znaczące morfo-fizjologiczne przystosowania o pewnych przymiotach natury genetycznej. Należy przypuszczać, że w obecnej dobie i w najbliższych dekadach można będzie zaobserwować jedynie określone zmiany w cechach związanych z zachowaniami, wyrazem czego będzie wystąpienie i utrwalanie powrotu na miejsca rozrodu.

6. KONKLUZJE

Wydaje się, że uzasadnionym zwieńczeniem powyższych szczegółowych rozważań nad biologicznym sensem zauważonych zjawisk morfo-fizjologicznej natury zarówno pośród gamet, jak i w przebiegu embriogenezy oraz w stadiach postembrionalnych będzie sformułowanie następujących wniosków, a mianowicie:

1. Spermatokryt oraz ustalone liczebności plemników w jednostce objętości, uzyskane w ejakulatach samców odłowionych na różnych badanych tarliskach, wykazały znaczne zróżnicowanie wartości w ujęciu indywidualnym, a równocześnie bardzo wyrównane w przedziałach uśrednionych i nie dają podstaw dla wnioskowań o terytorialnych (środowiskowych) innościach.
2. Wymiary komórek jajowych, płodność, przebieg embriogenezy, mechanizmy wylęgania się larw, efekty przebiegu pierwszych stadiów larwalnych – zaobserwowane w materiale rozrodczym pobranym na różnych tarliskach, aczkolwiek znacznie indywidualnie zróżnicowane, są w wartościach średnich zbliżone o ile nie tożsame.
3. Materiał zarybieniowy zatem (pozyskany od osobników uprzednio wsiedlonych do naszych rzek – gamety, jaja, wylęg i narybek) pod względem badanych parametrów (metryczne, fizyczne, cytoarchitektoniczne, biologiczne) charakteryzuje się wartościami mieszczącymi się w zakresie wartości optymalnych w przypadku rozrodu łosia w warunkach naturalnych.
4. Stwierdzona w trakcie badań duża różnorodność oraz znaczny rozrzut charakteryzujących tę różnorodność parametrów świadczących o wielkiej plastyczności biologicznej stanowi rękojmię pomyślnej przyszłości dla rodzimej populacji tego gatunku.

5. Podjęcie przed kilkunastoma laty działań na rzecz wsiedlania (a ściślej reintrodukcji) łososa do rzek Polski Północnej było ze wszech miar uzasadnione i zakończyło się sukcesem.
6. Oparcie tej złożonej operacji o materiał zarybieniowy pochodzący z naturalnego stada łososa, który za miejsce rozrodu obrał zlewnię Dźwiny Zachodniej było decyzją przemyślaną, opartą o doskonałe rozpoznanie przez inicjatorów tego przedsięwzięcia warunków hydrologicznych i fizjograficznych zbieżnych (o ile nie tożsamy) z hydrologia i fizjografią Dźwiny Zachodniej.
7. Można przyjąć, że przyszłe (przynajmniej raz w dekadzie) podobne badania stanowiące swego rodzaju monitoring wniosą nowe wartości do poznania losów kształtującej się obecnie nowej populacji łososa w wodach polskich.
8. Aby wszakże tak się stało, niezbędne będzie w przyszłej dekadzie ziszczenie oczekiwań intensywniejszej jeszcze niż dzisiaj ochrony wód i środowiska naturalnego w oparciu o podwyższoną wrażliwość w tym względzie, zarówno decydentów, jak i (a może przede wszystkim) społeczności lokalnych.

7. PIŚMIENICTWO

1. Bartel R., 1996: Wstępne rezultaty restytucji łososia Atlantyckiego (*Salmo salar* L.) w Polsce. Zool. Pol., 41 Suplement: 137–142.
2. Bartel R., 1998: Łosoś atlantycki (*Salmo salar*). w: Encyklopedia rybacko-wędkarska pod red. J. A. Szczerbowskiego, wyd. IRŚ, Olsztyn: 172–173.
3. Bartel R., 1999: Restytucja Łososia. Wiadomości Rybackie; 8–9: 1–3.
4. Bartel R., 2001: Return of salmon back to Polish water. Ecohydrology & Hydrobiology, 1, 3: 377–392.
5. Berg L.S., 1935: Sommer und Winterrassen bei den anadromen Fischen. Zool. Inst. Akad. Wissensch., Archiv f. Naturgesch. 4.
6. Berg L.S., 1948: Ryby presnych vod SSSR i sopredel'nych stran. Izd. AN SSSR, Moskwa–Leningrad.
7. Berg O.K., Hendry A.P., Svendsen B., Bech C., Arnekleiv J.V., Lohrmann A., 2001: Maternal provisioning of offspring and the use of those during ontogeny: variatin within and between Atlantic Salmon families. Funcional Ecology; 15:13–23.
8. Bieniarz K. Łysak A., 1975: Oddziaływanie człowieka na środowisko wodne i ichtiofaunę w Polsce południowej. Gosp. Ryb.; 27; 1:6–9.
9. Bieniarz K., Łuczyński M., 1998: Płodność. w: Encyklopedia rybacko-wędkarska [Szczerbowski J.A. (red.)], wyd. IRŚ, Olsztyn: 260–261.
10. Biernaczyk M., Szulc J., Formicki K., Winnicki A., 2003: Wytrzymałość osłonek jajowych troci *Salmo trutta* m. *trutta* L. z rzek polskiego wybrzeża. Zjazd PTZool Zoologia na progu XXI wieku, Toruń.
11. Billard R., 1978: Changes in structure and fertilizing ability of marine and freshwater fish spermatozoa diluted in media of various salinities. Aquaculture, 14:187–198.

12. Bonisławska M., Winnicki A., 2000: Duration of embryonic development and S/V (surface/volume) coefficient in fish eggs. Arch. Ryb. Pol., 8: 161–169.
13. Bouck G.R., Jacobson J., 1976: Estimation of salmonid sperm concentration by microhematocrit technique. Trans. Am. Fish. Soc., 105: 534–535.
14. Brauer A., Pappenheim P., 1909: Die Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 1, Jena.
15. Brylińska M., 2000: Ryby słodkowodne Polski. PWN Warszawa.
16. Chełkowski Z., 1966: The quantities of sea trout (*Salmo trutta m. trutta* L.) and of salmon (*Salmo salar*) in the rivers of West Pomerania. ICES C.M. 50:1.
17. Chełkowski Z., 1985: Łosoś w Drawie (XVIII). Gosp. Ryb. 7/8: 25–26.
18. Chełkowski Z., 1986: Łosoś w Drawie (XX). Gosp. Ryb. 38; 10; 18–20.
19. Chełkowski Z., 1987: Łosoś w Drawie (XXI). Gosp. Ryb. 10; 20–22.
20. Chełkowski Z., 1988: „Łosoś w Drawie (XXII)”. Gosp. Ryb. 6; 17–18.
21. Chełkowski Z., 1989: Łosoś w Drawie (XXIII). Gosp. Ryb. 6; 18–20.
22. Chełkowski Z. Chełkowska B., 1985 Łosoś w Drawie (XIX). Gosp. Ryb. 11:7–9.
23. Chełkowski Z. Chełkowska B., 1996: Połowy i ochrona łososi w Drawie po drugiej wojnie światowej. Zool. Pol.; 41 Suplement: 73–78.
24. Christensen O., Johansson N., 1975: Cooperative research Report. 45, ICES.160.
25. Christiansen R., Torrissen O.J., 1997: Effects of dietary astaxanthin supplementation on fertilization and egg survival in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture 153: 51–62.
26. Dębowski P., Gancarczyk J., 1998: Łosoś znowu w Drawie. Komunikaty Rybackie 2:26–27.
27. Dixon B., 1924: Pierwsza Kampania Łososiowa na Dunajcu. Rybak Polski, V. nr 13.

28. Edwards D.J., 1978: Salmon and trout farming in Norway. Fishing News Book Ltd., Farnham.
29. Einum S., Fleming I.A., 2004: Does within-population variation in egg size reduce intraspecific competition in Atlantic Salmon, *Salmo salar*? Functional Ecology 18, 110–15.
30. Formicki K., Kowalewski M., Sobociński A., Tomasik L., Winnicki A., 1989: Motility of Danube salmon (*Hucho hucho* L.) spermatozoa after activation. Acta Ichthyol. Piscat 19, 2: 29–35.
31. Formicki K., Sobociński A., Winnicki A., 1990: Motility of spermatozoa of Danube salmon (*Hucho hucho* L). exposed to magnetic field prior to activation. Pol. Arch. Hydrobiol., 37, 3: 439–447.
32. Grudniewska J., Grudniewski T., 1990: Próby odbudowy stada rodzimego łososa bałtyckiego. Gosp. Ryb. 42; 1–3; 3–4.
33. Hayes F.R., Armstrong F.H., 1942: Physical change in the constituent parts of developing salmon eggs. Can. J. Res. Sect. D 20: 90–114.
34. Heckel J., Kner R., 1858: Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie. Leipzig.
35. Hwang P.C., Idler D.R., 1969: A study of major cations, osmotic pressure, and pH in seminal components of Atlantic salmon. J. Fis. Res. Bd Can., 26: 413–419.
36. Iwaszkiewicz M., 1966: Łosoś i troć wędrowna w dorzeczu dolnej Warty. Gosp. Ryb. 18; 8:8–9.
37. Jonsson N., Jonsson B., Fleming I.A., 1996: Does early growth cause a phenotypically plastic response in egg production of Atlantic Salmon? Functional Ecology 10: 89–96.
38. King H. R., Pankhurst N. W., Watts M., Pankhurst P. M., 2003: Effect of elevated summer temperatures on gonadal steroid production, vitellogenesis and egg quality in female Atlantic salmon. Journal of Fish Biology, 63:153–167.

39. Kluk K., 1780: O gadzie i rybach. T. III. Zwierząt domowych i dzikich, osobliwie krajowych, historyi naturalney. Warszawa.
40. Koch W., Bank O., Jens G., 1980: Chów ryb w stawach. PWRiL Warszawa, 164–173.
41. Lindroth A., 1972: Heritability estimates of growth in fish. *Aquilo Ser. Zool.*, 13: 77–80.
42. Miętkiewski E., 1973: Kurs fizjologii doświadczalnej. PZWL Warszawa 1973.
43. Moffett I. J. J., Allen M., Flanagan C., Crozier W. W., Kennedy G. J. A., 2006: Fecundity, egg size and early hatchery survival for wild Atlantic salmon, from the River Bush. *Fisheries Management and Ecology*, 13: 73–79.
44. Niezabitowski E., 1903: Materiały do fauny kręgowców Galicji: Zwierzęta okolic Rytra. Kraków Sprawozdania Kom. Fizjogr. Akad. Umiejętności Tom XXXVII.
45. Nikolski G., 1956: Ichtiologia szczegółowa. PWRiL Warszawa; 206–219.
46. Nordqvist O., 1924: Times of entering of the atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the rivers. *Cons. perm. p. explor. de la mer. Rap. et Proces-verb.*, 33.
47. Nowicki M., 1882: Krainy rybne Wisły. Kraków.
48. Nowicki M., 1887: Ryby dorzecza Wisły, Styru, Dniestru i Prutu w Galicji. Kraków.
49. Pęczalska A., 1955: Ryby użytkowe Bałtyku PZWS, Warszawa, 39–51.
50. Piironen J., Hyvärinen H., 1983: Composition of the milt of some teleost fishes. *J. Fish Biol.*, 22: 351–361.
51. Prouzet P., Gaignon J.L., 1982: Fécondité des saumons Atlantiques adultes capturés sur le bassin versant de l'Elorn (Riviere de Bretagne Nord) et caractéristiques de leurs pontes. *Bull. Fr. Piscic.*, 285: 233–243.
52. Przybył A., 1976: Ochrona ryb łososiowatych w dorzeczu Warty w okresie Wielkiego Księstwa Poznańskiego. *Gosp. Ryb.*, 12: 14–16.

53. Rennie S., Huntigford F. A., Loeland A., Rimbach M., 2005: Long term partial replacement of dietary fish oil with rapeseed oil; effects on egg quality of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture*, 248: 135–146.
54. Rudnicki A., Waluga J., Waluś T., 1971: *Rybactwo jeziorowe*. PWRiL Warszawa.
55. Sanchez-Rodriguez M., Escaffre A.M., Marlot S., Reinaud P., 1978: The spermiation period in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Plasma gonadotropin and androgen levels, sperm production and biochemical changes in the seminal fluid. *Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique*, 18 (4): 943–948.
56. Schlechtel E., 1925: Łosoś (*Salmo salar* L.) i troć (*Salmo trutta* L.).
57. Scott W.B., Crossman, E.J., 1974: *Freshwater fishes of Canada*. Bull. Fish. Res. Board Can. No. 184.
58. Seligo A., 1896: *Der Weichsellachs. Mittel. d. Westpreuss. Fischer. Vereins. Bd. VIII.*
59. Smirnov A.I., 1954: Observation of milt production by the Pacific salmon. *Izvestiya TINRO*, 42: 159–164.
60. Smirnov A.I., 1959: Differences in the biology of reproduction and development of residual or dwarf sockeye and anadromous sockeye (*Oncorhynchus nerka* (Walbaum)). *Nauchnye Doklady Vysshei Shkoly, Biologicheskije Nauki*, 3: 59–65.
61. Smirnov A.I., 1975: *Biology, Reproduction and Development of Pacific Salmons*. Izdat. Moskovskogo Universiteta, Moscow.
62. Smolian K., 1920: *Merkbuch der Binnenfischerei*. Berlin.
63. Sobociński A., Radziun K., Wójcik A., Winnicki A., 1987: Zróżnicowanie gonad żeńskich u troci *Salmo trutta* L. XIV Zjazd polskiego Towarzystwa Zoologicznego Szczecin.
64. Sobociński A., Biernaczyk M., Szulc J., Formicki K., Winnicki A., 2005: Zmiany wytrzymałości osłonek jajowych troci (*Salmo trutta m. trutta* L.)

- z kilku rzek polskiego wybrzeża w wieloleciu. w: Rozród, podchów, profilaktyka ryb sumowatych i innych gatunków [Zakęś Z. (red)], IRŚ, Olsztyn.
65. Staff F., 1950: Ryby słodkowodne Polski i krajów ościennych. Trzaska, Ewert i Michalski, Warszawa.
66. Staff F., 1956: Przypisy tłumacza. w: Nikolski G. Ichtiologia szczegółowa. PWRiL Warszawa: 206–219.
67. Stoss J., 1983: Fish gamete preservation and spermatozoan physiology. Fish Physiology, vol. IX Reproduction, part B Behavior and Fertility Control [Hoar W.S., Randall D.J., Donaldson E.M. (eds.)]. Academic Press New York-London: 305–350.
68. Szymelfenig M., 1977: Influence of different sea water salinities on rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) and sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) spermatozoons and eggs. *Ices, C.M.* 1977/M11: 7
69. Thorpe J.E., Miles M.S., Keay D.S., 1984: Developmental rate, fecundity and egg size in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture* 43: 289–305.
70. Tomasik L., 1973: Specific and individual differences in motility between salmonid spermatozoa. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 3, 1: 11–17.
71. Tomasik L., Sobociński A., 1987: Quality of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) spermatozoa collected from different sections of the vas deferens. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 17, 2: 49–54.
72. Truscot B., Idler D.R., 1969: An improved extender for freezing Atlantic salmon spermatozoa. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 26: 3254–3258.
73. Vladykov V.D., 1963: A review of salmonid Geneva and their broad geographical distribution. *Trans. Roy. Soc. Can.*, 4: 459–504.
74. Vogt–Hofer B., 1909: Die Süßwasserfische von Mitteleuropa. Frankfurt.
75. Walter E., 1913: Einführung in die fischkunde unserer Binnengewässer. Leipzig.

76. Wałęcki A., 1864: Materiały do fauny ichtiologicznej Polski II. Systematyczny przegląd ryb krajowych. Warszawa.
77. Winnicki A., Tomasik L., 1976: "Spermatocrit" as a method for biological evaluation of fish sperm. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 6, 2: 3–8.
78. Yastrebkov A.A., 1966: O zavisimosti razmerov i tempa rosta lichinok gorbushi ot velichiny ikrinok. *Trudy Murmansk. Biol. Inst.*, 12: 45–53.
79. Zawadzki A., 1840: Faune der galizisch–bukowinischen Wirbeltiere. Stuttgart s. 170–171.
80. Żarnecki S., 1929: Z życia łososia. Warszawa, odbitka z Przeglądu Rybackiego nr 12.
81. Żarnecki S., 1963: Występowanie populacji sezonowych u łososia atlantyckiego (*Salmo salar* L.) oraz u troci (*Salmo trutta* L.) w rzece Wiśle. *Acta Hydrobiol.*, 5: 255–294.
82. Żarnecki S., 1964: Czasy wstępowania do Wisły letnich i zimowych form łososia i troci w cyklu rocznym 1952. *Acta Hydrobiol.*, 6: 255–267.