

MIĘDZYGATUNKOWE KRZYŻÓWKI PSTRĄGOWE

Henryk Kuźmiński, Stefan Dobosz,

Instytut Rybactwa Śródlądowego

Małgorzata Janku

Uniwersytet Warmińsko Mazurski w Olsztynie

Już od ok. dwudziestu lat w Polsce podejmowane były badania z użyciem inżynierii genetycznej mające na celu poprawę wartości użytkowej i hodowlanej ryb łososiowatych (Goryczko i in. 1991, Goryczko i Dobosz 1997). Tworzenie hybryd międzygatunkowych ma na celu zbadanie potencjalnych możliwości zwiększenia tempa wzrostu, przeżywalności, obniżenia współczynnika pokarmowego, a także dziedziczenia pożądaných cech rodzicielskich gatunków wyjściowych. Jednakże często międzygatunkowe hybrydy wykazują obniżoną żywotność. Częściowo ten problem został rozwiązany poprzez tripliodyzację, która jest skutkiem zatrzymania drugiego ciała kierunkowego w jajku podczas mejozy w pierwszym okresie po zaplemnieniu (Goryczko i in. 1991, Ihssen i in. 1990, Pandian i Koteeswaran 1998). Najbardziej efektywnym sposobem triploidyzacji jest metoda szoku ciśnieniowego (Pandian i Koteeswaran 1998), którą stosowali m.in. Chourrout (1984), Deeley i Benfey (1995), Benfey i Sutterlin (1984). W niniejszym artykule zostały opisane poniżej dwa doświadczenia podchowowe międzygatunkowych krzyżówek pstrągowych.

Triploidyzacja, hybrydyzacja i podchów międzyrodzajowych krzyżówek pomiędzy pstrągiem źródlanym (*Salvelinus fontinalis*), pstrągiem tęczowym (*Oncorhynchus mykiss*) i pstrągiem potokowym (*Salmo trutta m. trutta*)

Materiały i metody

Badania były prowadzone w oparciu o stada tarlakowe pstrąga źródlanego - PZ (*Salvelinus fontinalis*), pstrąga tęczowego - PT (*Oncorhynchus mykiss*) oraz pstrąga potokowego – PP (*Salmo trutta m. fario*). Wykonano wszystkie możliwe diploidalne i triploidalne krzyżówki międzyrodzajowe w obu kierunkach: matka x ojciec i ojciec x matka oraz ich grupy kontrolne. Ikrę pozyskano i zapłodniono 15 października 2004 roku, a inkubację jaj i podchów prowadzono w jednakowych warunkach. Ryby triploidyzowano poprzez poddanie jaj szokowi ciśnieniowemu 670 kg/cm² (9500 PSI) w czasie 40 minut po zaplemnieniu przez 5 minut, przy temperaturze wody 10 °C, a następnie umieszczono w aparatach inkubacyjnych. Próbki ikry w ilości po ok. 50 g. z poszczególnych wariantów doświadczalnych inkubowano oddzielnie w aparatach kalifornijskich zasilanych wodą ze studni głębinowej o stałej temperaturze wody 7 °C. Po wylęgnięciu larw ryby przebywały w aparatach inkubacyjnych do stadium wylęgu podniesionego, tj 14 stycznia – 3 lutego, w zależności od tempa resorpcji woreczków żółtkowych w poszczególnych grupach doświadczalnych. Z każdego wariantu pobrano próby po 30 szt wylęgu do badań kariotypowych. Następnie wylęg przeliczono

i umieszczono w przepływowych korytach długostrumieniowych, gdzie przebywały do 11 maja. W tym czasie wylęg był żywiony wg standardów pstrągowych, tj. nieco poniżej poziomu *ad libitum*. Po wstępnym okresie podchowowym 11 maja ryby przeniesiono do właściwych basenów doświadczalnych o objętości wody ok. 250 l i rozpoczął się eksperyment porównawczego podchowu ryb, który trwał do 2 grudnia 2005 roku. Wraz ze wzrostem biomasy w trakcie podchowu ryby przenoszono do większych basenów, najpierw o objętości 1 m³, potem 3 m³. Były one żywione w sposób jednakowy, granulatem pstrągowym o wartości metabolicznej 4200 kcal/kg, przy użyciu komputerowego programu DJOURNAL opracowanego na podstawie modelu żywieniowego pstrąga tęczowego (From i Rasmussen 1984). Dzienna dawka pokarmowa uzależniona była od temperatury wody, średniej masy jednostkowej ryb. We wszystkich grupach doświadczalnych ryby otrzymywały jednakową rację pokarmową dostosowaną do ich wielkości i aktualnej biomasy w basenie, aczkolwiek dawka pokarmowa była obliczana dla optymalnego poziomu gatunków najwolniej rosnących, tj. pstrąga źródlanego i potokowego. Pomiary kontrolne biomasy ryb wykonywano co ok. 4 tygodnie. Przeżywalność, wzrost biomasy, tempo wzrostu (SGR) oraz współczynnik pokarmowy (FCR) obliczano według następujących wzorów:

$$P=100\% \times A2/A1,$$

Gdzie: P- przeżywalność

A1 – obsada ryb (szt)

A2 – odłów ryb (szt)

$$W=(M2+S)-M1,$$

Gdzie: W-wzrost biomasy ryb

M1 – obsada ryb (g)

M2 – odłów ryb (g)

S – śmiertelność ryb (g)

$$SGR=100\%(\ln W2-\ln W1)/dt$$

Gdzie: SGR – specyficzne tempo wzrostu

W1 – początkowa masa jednostkowa (g/szt)

W2 – końcowa masa jednostkowa (g/szt)

dt – czas podchowu (dni)

$$FCR = P/(W + M)$$

Gdzie: FCR – współczynnik pokarmowy

P – ilość skarmionej paszy (g)

W – wzrost biomasy ryb (g)

M – masa śniętych ryb

Weryfikację ploidalności triploidyzowanych, kontrolnych oraz hybrydyzowanych ryb badano poprzez wykonanie badań kariotypowych z 30 szt wylęgu pływającego z każdej grupy i następnie liczenie chromosomów. Preparaty metafazowe chromosomów zostały wykonane według standardowych metod preparatyki chromosomowej (Rab i Roth 1988).

Wyniki

Wszystkie badane ryby poddane szokowi ciśnieniowemu były triploidami, zaś nie szokowane – diploidami. Liczebności chromosomów w poszczególnych grupach badawczych przedstawia tabela 1. Najwyższe tempo rozwoju zarodkowego miały pstrągi tęczowe. Wylęg uzyskano o ok. 11 dni wcześniej niż u pstrągów źródłanych i potokowych, które wylęgały się w czasie od 70 do 82 dnia inkubacji. Pstrągi źródlane rozwijały się najwolniej. Ich wylęg uzyskano o ok. 3 dni później niż pstrągów potokowych. Inkubacja międzyrodzajowych hybrydów przebiegała w tempie zbliżonym do matki (tab.2).

Podczas inkubacji wszystkie krzyżówki, których ojcem był pstrąg tęczowy obumarły. Najwyższą przeżywalność miały pstrągi potokowe: 3N - 86,7% wylęgu pływającego, 2N – 84,3%. Spośród hybrydów najwyższą przeżywalność miały krzyżówki pstrąga potokowego i źródlanego (PP x PZ): 3N – 64,9% i 2N – 54,5% (tab.3).

Tab.1. Pochodzenie i liczba chromosomów mieszańców międzyrodzajowych pomiędzy pstrągiem źródlanym (PZ), pstrągiem tęczowym (PT) i pstrągiem potokowym (PP)

Hybryd Matka x Ojciec	n-chromosomów	n-chromosomów	
		matczynych	ojcowskich
Triploidy – 3n			
PZXPZ	126	84	42
PZXPT	114	84	30
PZXPP	124	84	40
PTXPT	90	60	30
PTXPZ	102	60	42
PTXPP	100	60	40
PPXPP	120	80	40
PPXPZ	122	80	42
PPXPT	110	80	30
Diploidy – 2n			
PZXPZ	84	42	42
PZXPT	72	42	30
PZXPP	82	42	40
PTXPT	60	30	30
PTXPZ	72	30	42
PTXPP	70	30	40
PPXPP	80	40	40
PPXPZ	82	40	42
PPXPT	70	40	30

Tab. 2. Procent wylęgu (do max %) w zależności od długości inkubacji ikry triploidalnego potomstwa pstrągów źródłanych (PZ), tęczyowych (PT) i potokowych (PP) oraz ich hybrydów w aparatach zasilanych wodą ze studni głębinowej (ok. 7°C)

Matka x Ojciec	dzień inkubacji							
	61	64	67	70	73	76	79	82
Triploidy – 3N								
PZ x PZ					1	10	70	100
PZ x PT					1	50	90	100
PZ x PP					1	40	80	100
PT x PT	1	10	90	100				
PT x PZ	1	10	50	90	100			
PT x PP	1	10	90	100				
PP x PP				1	10	70	100	
PP x PZ					5	70	90	100
PP x PT					1	80	100	
Diploidy – 2N								
PZ x PZ					1	10	70	100
PZ x PT					0	0	0	0
PZ x PP					1	20	70	100
PT x PT	1	10	90	100				
PT x PZ	1	10	30	90	100			
PT x PP	1	10	50	90	100			
PP x PP				1	10	70	100	
PP x PZ					5	70	90	100
PP x PT					1	80	100	

Tab. 3. Wyniki inkubacji pstrągów źródłanych (PZ), tęczyowych (PT) i potokowych (PP) oraz ich hybrydów od zapłodnienia do stadium wylęgu pływającego

Matka x Ojciec	15.10		23.11`		28.12		14.01-3.02	
	Zapłodnienie (szt)	Razem	Zaoczkowanie (%)	Razem	Wylęg (%)	Razem	Wyl. pływ. (%)	Razem
	Powtórzenia		Powtórzenia		Powtórzenia		Powtórzenia	
Triploidy – 3N								
PZ x PZ	562	893	72,4	75,0	58,0	60,2	54,8	57,6
	331		79,5		64,0		62,2	
PZ x PT	596	906	56,4	51,9	2,5	1,7	0,0	0,0
	310		43,2		0,0		0,0	
PZ x PP	532	912	71,2	68,1	57,3	53,4	52,1	50,2
	380		63,7		47,9		45,3	
PT x PT	345	615	69,3	67,0	59,4	58,5	55,9	55,4

	270		64,1		57,4		54,9	
PT x PZ	335	540	69,0	70,7	37,6	36,3	35,2	34,1
	205		73,7		34,1		32,2	
PT x PP	299	547	61,5	55,2	29,4	30,9	27,4	29,4
	248		47,6		32,7		31,9	
PP x PP	362	592	93,6	93,2	90,1	89,4	88,1	86,7
	230		92,6		88,3		84,3	
PP x PZ	308	510	83,4	84,9	77,9	79,0	65,3	64,9
	202		87,1		80,7		65,3	
PP x PT	297	500	81,5	78,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	203		72,9		0,0		0,0	
Diploidy – 2N								
PZ x PZ	482	870	63,9	68,7	59,1	63,1	57,3	61,0
	388		74,7		68,0		65,7	
PZ x PT	497	898	14,7	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	401		16,7		0,0		0,0	
PZ x PP	444	881	55,2	57,2	32,4	30,1	22,1	21,9
	437		59,3		27,7		21,7	
PT x PT	442	630	65,4	66,7	54,1	55,6	51,8	52,7
	188		69,7		59,0		54,8	
PT x PZ	395	617	66,3	65,2	31,6	31,3	28,1	27,6
	222		63,1		30,6		26,6	
PT x PP	382	643	31,4	35,6	3,1	4,7	2,4	3,3
	261		41,8		6,9		4,6	
PP x PP	384	607	92,4	91,6	87,8	85,3	85,9	84,3
	223		90,1		81,2		81,2	
PP x PZ	339	611	82,6	82,8	68,4	68,6	53,1	54,5
	272		83,1		68,8		56,6	
PP x PT	351	603	12,3	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	252		10,3		0,0		0,0	

Ponieważ wylęg pływający uzyskano praktycznie w środku zimy, więc ze względu na panujące niskie temperatury nie było możliwości rozpoczęcia eksperymentu podchowowego w basenach produkcyjnych. Ryby przetrzymywano na wylęgarni w korytach długostrumieniowych aż do momentu wzrostu temperatur. Dane podchowowe za ten okres przedstawiono w tabeli 4.

Tab.4. Wielkość i ilość odłowionych ryb po okresie przejściowym (od wylęgu pływającego do 11.05.2005)

MATKA x OJCIEC	Odłów (szt)	Masa (g/szt)	Przeżywalność (%)
Triploidy – 3N			
PZ x PZ	427	0,96	88,2
PZ x PT	-	-	-

PZ x PP	339	0,95	79,2
PT x PT	247	2,20	79,4
PT x PZ	123	2,70	79,9
PT x PP	68	2,20	51,9
PP x PP	332	0,70	70,0
PP x PZ	244	0,90	81,1
PP x PT	-	-	-
Diploidy – 2N			
PZ x PZ	432	1,00	81,4
PZ x PT	-	-	-
PZ x PP	137	0,90	84,0
PT x PT	284	1,75	85,5
PT x PZ	10	2,20	7,1
PT x PP	-	-	-
PP x PP	428	0,68	83,6
PP x PZ	258	0,91	85,1
PP x PT	0	-	-

W okresie od 12.05.2005 do 2.12.2006 przeprowadzono eksperyment podchowu porównawczego ryb od narybku do wielkości handlowej. Na zakończenie badań najwyższą masę jednostkową (543,6 g/szt) osiągnęły triploidalne hybrydy pstrąga tęczowego i źródlanego (PT x PZ) (tab. 5). Miały one również jedną z najwyższych przeżywalności (44,2%) spośród podchowiwanych ryb. Jedynie diploidalne pstrągi źródlane miały wyższą przeżywalność (62,8%). Pstrągi źródlane miały również najwyższe tempo wzrostu, diploidalne – 1,09 SGR, triploidalne – 1,08 SGR oraz najniższy współczynnik pokarmowy FCR, odpowiednio 0,89 i 0,91. Niewątpliwie tak dobre wyniki były m.in. skutkiem dostosowania dawki pokarmowej do tego gatunku. Przeżywalność triploidalnych źródeł wyniosła zaledwie 27%. Hybrydy PT x PZ miały podobny współczynnik pokarmowy (FCR = 1,04) do pstrąga tęczowego, natomiast nieco niższe tempo wzrostu (SGR = 0,94). Triploidalne pstrągi tęczowe (PT x PT) osiągnęły średnią masę jednostkową 511,8g/szt oraz przeżywalność 41,0%. Bardzo dobrze rosły również triploidalne hybrydy pstrąga tęczowego i potokowego (PT x PP), które również osiągnęły wyższą masę jednostkową (523,1g/szt) od gatunków wyjściowych. Miały one jednak tylko 21 % przeżywalności, nieco wyższy współczynnik pokarmowy (FCR=1,07) oraz wolniejsze tempo wzrostu (0,97 SGR). Najmniejszymi rybami były pstrągi potokowe.

Tab. 5. Wielkość triploidalnych i diploidalnych pstrągów źródłanych, tęczowych, potokowych i ich hybrydów po zakończonym podchowiu w okresie od 12 maja 2005 do 2 grudnia 2006 roku oraz uzyskane wskaźniki hodowlane – współczynnik pokarmowy (FCR), tempo wzrostu (SGR), przeżywalność.

Matka x Ojciec	n	Długość ciała		Masa ciała		FCR	SGR	Przeżywalność (%)
		(cm)	SD	(g/szt)	SD			
Triploidy								
PZ x PZ	139	30,8	2,9	429,1	113,8	0,91	1,08	27,0
PZ x PT	-	-	-	-	-			0,0
PZ x PP	95	27,5	2,2	278,4	73,7	1,13	1,01	36,4
PT x PT	79	33,6	4,0	511,8	175,4	1,04	0,96	41,0
PT x PZ	77	32,7	4,2	543,6	206,5	1,04	0,94	44,2
PT x PP	7	31,6	5,4	523,1	241,5	1,07	0,97	21,1
PP x PP	133	22,8	2,9	162,6	64,6	1,07	0,96	25,9
PP x PZ	142	25,7	3,8	229,9	86	0,94	0,98	43,1
PP x PT	-	-	-	-	-			0,0
Diploidy								
PZ x PZ	114	30,8	2,3	484,2	102,4	0,89	1,09	62,8
PZ x PT	-	-	-	-	-			0,0
PZ x PP	35	23,9	1,9	209,9	51,8	1,15	0,96	17,1
PT x PT	101	32,1	3,8	480,3	177,8	1,11	0,99	43,2
PT x PZ	4	26,0	4,4	238,0	126,0	1,30	0,83	2,4
PT x PP	?	?	?	?	?	?	?	?
PP x PP	145	24,6	2,5	221,9	72,9	1,06	1,02	28,7
PP x PZ	138	26,2	2,9	258,5	83,3	1,02	1,00	41,4
PP x PT	-	-	-	-	-			0,0

Dyskusja wyników

W prezentowanych badaniach pstrąg tęczowy miał o ok. 15-18% szybsze tempo rozwoju zarodkowego od pstrąga źródlanego i potokowego. Ich larwy przystąpiły również najszybciej do żerowania. Tempo rozwoju zarodkowego hybrydów było podobne do rozwoju organizmów matczynych. Natomiast wszystkie hybrydy których ojcem był pstrąg tęczowy obumarły podczas inkubacji. Przyczyną prawdopodobnie jest niedobór ojcowskich chromosomów (tab.1). Również w badaniach Goryczko i in. (1991) wszystkie tęczakowe hybrydy ojcowskie nie przeżyły inkubacji ikry. Pstrągi źródlane wykluły się najpóźniej i miały najdrobniejszą ikrę, z której wykluwały się najmniejsze larwy. Natomiast pstrągi potokowe miały najwolniejsze tempo wzrostu w okresie wstępnym. Z tych powodów masa jednostkowa ryb na początku eksperymentu podchowowego była zróżnicowana (tab.4). Kolejną trudnością do pokonania był dobór odpowiedniej dawki pokarmowej. Z wcześniejszych doświadczeń hodowlanych wiadome było, że pstrągi potokowe i źródlane rosną wolniej niż tęczowe. Potwierdzały to badania From'a i Rasmussen'a (1984), gdzie

stwierdzili oni, że pstrąg tęczowy może zjeść o ok. 25% więcej pokarmu niż pstrąg źródłany i potokowy. Jednakże dawki *ad libitum* nie stosowano ze względu na możliwość przekarmienia ryb, co jest nieuniknione podczas długiego, dwuletniego podchowu. Zatem dawka pokarmowa we wszystkich grupach doświadczalnych była dostosowana do możliwości trawiennych pstrąga źródlanego i potokowego. Stąd pstrągi tęczowe oraz jego hybrydy były, żywione poniżej optimum, co wiąże się ze zwiększonym współczynnikiem pokarmowym (From i Rasmussen, 1984). Jednakże celem eksperymentu był podchów porównawczy, więc wszystkie grupy ryb żywiono według jednakowej tabeli żywieniowej. W podchowcie brakowało jedynie diploidalnych hybrydów pstrąga tęczowego i potokowego. Uzyskano wprawdzie 21 szt wylęgu pływającego, ale wszystkie z powodów metodycznych zostały użyte do badań kariotypowych. Z drugiej strony mierne efekty inkubacji tej krzyżówki wykluczają ją z pola komercyjnych zainteresowań.

Najlepsze efekty hodowlane miała triploidalna krzyżówka pstrąga tęczowego ze źródłanym (tab.5). Osiągnęła ona bowiem masę jednostkową (543,6 g/szt) i przeżywalność (44,2%), wyższe od czystych triploidalnych gatunków wyjściowych, zaś współczynnik pokarmowy był zbliżony do pstrąga tęczowego (FCR=1,07). Goryczko i Dobosz (1997) zaobserwowali również wyjątkową łatwość hodowli oraz odporność na niekorzystne warunki podchowowe, zwłaszcza termiczne u tej krzyżówki. Również badania Siwickiego i in. (2008) wskazują na zwiększoną odporność komórkową i humoralną na patogeny w stosunku do obojga rodziców. Niektóre krzyżówki mogą dziedziczyć odporność na choroby, jednakże triploidyacja generalnie wpływa ujemnie na układ odpornościowy (Własow 2006, Własow i in. 2008). W tym przypadku badania Dorson'a i in. (1991) m. in. wskazują na znacznie obniżoną wrażliwość triploidalnej krzyżówki pstrąga tęczowego i źródlanego na wirus VHS, gdzie podczas eksperymentalnego zarażenia śnięcia hybrydów wyniosły 4-7% populacji, zaś pstrągów tęczowych snęło 69-93%, a źródłanych – 10%. Autorzy Ci wykazali również, że zarażona wirusem VHS inna krzyżówka, tj. pstrąga tęczowego i palii alpejskiej, miała straty 31-43% populacji, podczas gdy śnięcia hybrydów pstrąga tęczowego i źródlanego w tym eksperymencie wyniosły 1%.

Drugą krzyżówką odznaczającą się zwiększonym potencjałem wzrostu w stosunku do rodziców są triploidalne hybrydy pstrąga tęczowego i potokowego (tab. 5). Osiągnęły one masę jednostkową 523,1 g/szt. Jednakże ryby te miały nieco gorszy współczynnik pokarmowy, podobny do pstrąga potokowego (FCR=1,07) oraz stosunkowo niską przeżywalność – 21%. Goryczko i in. (1991) osiągnęli na tej krzyżówce najlepsze wyniki podchowowe.

Pozostałe hybrydy wykazywały pośrednie właściwości pomiędzy rodzicami.

Porównanie wskaźników hodowlanych i wydajności rzeźnej pstrąga źródlanego (*Salvelinus fontinalis*) i hybrydów z palią alpejską (*Salvelinus fontinalis* x *Salvelinus alpinus*)

Materiały i metody

Doświadczenie przeprowadzono w Zakładzie Hodowli Ryb Łososiowatych Rutki Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie. Materiałem wyjściowym był narybek pstrąga źródlanego i jego hybrydów z palią alpejską o średniej masie jednostkowej wynoszącej

odpowiednio 1,07 i 0,74 g/szt Hybrydy uzyskano w wyniku zapłodnienia ikry pstrąga źródłanego mleczem pali. Ryby żywiono granulowaną paszą pstrągową firmy Skretting, zaś dzienna dawka pokarmowa była ustalana w oparciu o model wzrostu pstrąga tęczowego (From i Rasmussen 1984) przy użyciu programu komputerowego Djournal w zależności od temperatury wody i wzrostu ryb. Doświadczenie prowadzono w trzech okresach podchowowych. W pierwszym okresie, tj. od 23 maja do 25 listopada 2007 ryby podchowowano w trzech powtórzeniach, w sześciu plastikowych basenach rotacyjnych, zasilanych wodą z rzeki Radunia. 23 maja 2008 roku obsadzono po 300 szt narybku w basenach o powierzchni 1 m² i objętości wody 250 l. Później ryby przeniesiono do większych basenów o pow. 4 m² i objętości 1 m³. W okresie zimowym, stanowiącym drugi okres podchowowy, tj. od dn. 26 listopada 2007 do 13 kwietnia 2008, ryby z poszczególnych powtórzeń połączono i przetrzymywano w dwóch basenach betonowych o pow. 9 m² i objętości 3 m³. W trzecim okresie podchowowym, tj. od 14 kwietnia do 28 września 2008 roku ryby ponownie rozdzielono na sześć basenów betonowych, po trzy powtórzenia doświadczalne. Przebadano takie parametry jak: przeżywalność, współczynnik pokarmowy (FCR), wzrost i tempo wzrostu (SGR) oraz wydajność rzeźną ryby patroszonej i tuszek (ryby patroszonej bez głowy) w procentach masy ryby. Porównano również procentowy udział masy głowy, trzewi i gonad w ciele ryby. Pomiary kontrolne wzrostu masy ryb przeprowadzano co 4 tygodnie. Poszczególne wyniki przedstawiono, jako średnie z eksperymentalnych powtórzeń.

Wyniki

W pierwszym okresie podchowu, trwającym od 23 maja do 25 listopada 2007 r., średnia temperatura wody zasilającej baseny wyniosła 13,7 °C, a jej zakres wahał się od 3,3 do 20,1 °C. W okresie zimowym, stanowiącym, drugi okres, tj. od dn. 26 listopada 2007 do 13 kwietnia 2008, średnia temperatura wody wyniosła 2,9 °C i wahała się od 0,0 do 7,0 °C. W trzecim okresie, tj. od 14 kwietnia do 28 września 2008 r., średnia temperatura wynosiła 14,4 °C, a jej zakres wahał się od 5,5 do 18,0 °C.

Dnia 23 maja 2007 roku obsadzono 900 szt narybku pstrąga źródłanego o łącznej masie 0,96 kg oraz 900 szt narybku hybrydów pstrąga źródłanego i pali o masie 0,66 kg. Na zakończenie pierwszego okresu podchowowego odłowiono 706 szt narybku jesiennego pstrąga źródłanego o masie 59,14 kg i 719 szt hybrydów o masie 48,16 kg. U pstrąga źródłanego i hybrydów współczynnik pokarmowy (FCR) wyniósł odpowiednio - 0,68 i 0,70, tempo wzrostu (SGR) - 1,02 i 1,05 oraz przeżywalność - 78,4% i 79,89 (tab.6, 7).

Tab. 6. Parametry hodowlane pstrągów źródłanych

	obsada	okres 1	okres 2	okres 3	Razem (1,2,3)
Data zakończenia	23.05.07	25.11.07	13.04.08	28.09.08	28.09.08

Podchów (dni)	0	186	140	167	493
Śr. temper. (°C)	17,3	13,7	2,9	14,4	10,9
Ryby (szt)	900	706	704	695	695
Ryby (kg)	0,96	59,14	77,48	336,76	336,76
Ryby (g/szt)	1,07	83,82	110,05	484,64	484,55
Pasza (kg)	-	42,17	25,34	230,14	297,64
Przyrost ryb (kg)	-	61,86	18,48	260,91	341,25
Śnięcia ryb (szt)	-	194	2	7	203
Śnięcia ryb (kg)	-	3,68	0,14	1,49	5,31
FCR	-	0,68	1,37	0,88	0,87
SGR	-	1,02	0,08	0,38	0,54
Przeżywal. (%)	-	78,4	99,7	98,7	77,2

Tab. 7. Parametry hodowlane hybrydów pstrąga źródlanego i pali alpejskiej

	obsada	Okres 1	okres 2	okres 3	Razem (1,2,3)
Data zakończenia	23.05.07	25.11.07	13.04.08	28.09.08	28.09.08
Podchów (dni)	0	186	140	167	493
Śr. temper. (°C)	17,3	13,7	2,9	14,4	10,9
Ryby (szt)	900	719	709	668	668
Ryby (kg)	0,66	48,16	64,99	269,04	269,04
Ryby (g/szt)	0,74	67,31	91,66	402,02	402,75
Pasza (kg)	0	35,71	21,88	197,00	254,59
Przyrost ryb (kg)	0	50,65	17,29	214,63	282,57
Śnięcia ryb (szt)	0	181	10	41	232
Śnięcia ryb (kg)	0	2,36	0,46	10,57	13,39
FCR	-	0,70	1,27	0,92	0,90
SGR	-	1,05	0,10	0,38	0,56
Przeżywal. (%)	-	79,9	98,6	94,2	74,2

Na zakończenie drugiego okresu podchowowego odłowiono 704 szt pstrągów

źródłanych o masie 77,48 kg oraz 709 szt hybrydów o masie 64,99 kg. Współczynnik pokarmowy (FCR) wyniósł odpowiednio - 1,37 i 1,27, tempo wzrostu (SGR) – 0,08 i 0,10 oraz przeżywalność – 99,7% i 98,6% (tab.6, 7).

Po trzecim okresie podchowowym odłowiono 695 szt pstrągów źródłanych o masie 336,76 kg oraz 668 szt hybrydów o masie 269,04 kg. Współczynnik pokarmowy (FCR) wyniósł odpowiednio - 0,88 i 0,92, tempo wzrostu (SGR) – 0,38 i 0,38 oraz przeżywalność – 98,7% i 94,2%. Całkowity współczynnik pokarmowy (FCR) ze wszystkich okresów podchowowych u pstrąga źródlanego i hybrydów wyniósł odpowiednio – 0,87 i 0,90, tempo wzrostu (SGR) – 0,54 i 0,56 oraz przeżywalność – 77,2% i 74,2% (tab.7, 8). W populacji pstrągów źródłanych 48,9% ryb było dojrzałymi samicami, 46,7% - dojrzałymi samcami oraz 4,4% - niedojrzalymi płciowo. Natomiast w populacji hybrydów 42,2% było dojrzałymi samcami, 18,9% – dojrzałymi samicami i 38,9% - niedojrzalymi płciowo (tab.8).

Tab. 8. Wydajność rzeźna pstrągów źródłanych i hybrydów pstrąga źródlanego (matka) i pali (ojciec)

	Pstrąg źródłany			Hybrydy		
	samce	samice	niedojrzałe	samce	samice	niedojrzałe
n – obserw.	42	44	4	38	17	35
L.caud. (cm)	34,5	31,3	28,7	34,0	32,0	31,4
M _j (g/szt)	602,5	454,2	299,3	582	440,9	438,5
M _{patrosz} (%)	85,0	80,1	85,5	86,6	83,0	86,8
M _{tuszki} (%)	74,9	72,4	76,3	76,6	75,4	78,7
M _{gonad} (%)	4,1	7,9	-	3,4	5,7	0,2
M _{głowy} (%)	10,0	7,8	9,2	9,4	7,5	8,1
M _{trzewi} (%)	10,9	12,0	14,5	10,6	11,3	13,0

Masa ryby patroszonej i masa tuszki u pstrąga źródlanego wynosiła odpowiednio: u samic – 80,1 % i 72,4% całkowitej masy ryby, u samców – 85,0% i 74,9%, u ryb niedojrzałych płciowo – 85,5% i 76,3%. Natomiast u hybrydów masa ryby patroszonej i masa tuszek wynosiła odpowiednio: u samic – 83,0% i 75,4%, u samców – 86,6% i 76,6% oraz u ryb niedojrzałych płciowo – 86,8% i 78,7%. Ilość odpadów rzeźnych, tj. masa gonad, masa głowy i masa trzewi w całkowitej masie ryby stanowiły u pstrąga źródlanego odpowiednio: u samic – 7,9%, 7,8%, 12,0%, u samców – 4,1%, 10,0%, 10,9%, u ryb niedojrzałych płciowo – 0,0%, 9,2%, 14,5%, oraz u hybrydów odpowiednio: u samic – 5,7%, 7,5%, 11,3%, u samców – 3,4%, 9,4%, 10,6%, u ryb niedojrzałych płciowo – 0,2%, 8,1%, 13,0% (tab.8).

Dyskusja wyników

Pstrąg źródłany i palia alpejska w wyniku sztucznej hybrydyzacji dają płodne potomstwo. W akwakulturze szczególne znaczenie praktyczne ma krzyżówka, której matką jest pstrąg źródłany, a ojcem - palia alpejska. Fenotyp dominujący tej hybrydy jest pochodzenia ojcowskiego. Do efektywnej produkcji materiału obsadowego wykorzystywana jest cecha wczesnego dojrzewania i wysokiej płodności względnej pstrąga źródlanego. Natomiast, dziedziczone po ojcu cechy późnego dojrzewania oraz szybkiego tempa wzrostu, czynią tą krzyżówkę bardzo atrakcyjną z punktu widzenia zarówno producenta żywności jak

i konsumenta. Wartość ryb o rozmiarach handlowych, ale niedojrzałych płciowo, jest bowiem wyższa niż owulujących samic. Z drugiej strony efektywność reprodukcji późno dojrzewającej paly jest niższa niż u pstrąga źródlanego. A zatem uzyskana krzyżówka powinna łączyć w sobie pozytywne cechy użytkowe obu gatunków rodzicielskich. Celem niniejszych badań było porównanie wskaźników biologicznych i hodowlanych oraz wydajności rzeźnej pstrąga źródlanego i hybrydów z palią alpejską.

Przeprowadzono podchów pstrąga źródlanego i hybrydów z palią w oparciu o model wzrostu pstrąga tęczowego (From i Rasmussen, 1984). W celu porównania właściwości biologicznych intensywnego chowu obu tych populacji w warunkach basenowych poziom intensywności żywienia był jednakowy i dostosowany do potrzeb pstrąga źródlanego. Jest on bowiem bardziej wrażliwy na przekarmienie, zwłaszcza w drugim roku podchowu, tj. w trzecim okresie podchowowym, co miało swoje odzwierciedlenie w obniżonej dawce pokarmowej. Tym samym na podstawie niniejszych badań nie można stwierdzić, że poziom intensywności żywienia hybrydów był optymalny, a zatem i czy uzyskane wskaźniki biologiczne były najlepsze. W tym celu należałoby wykonać szereg powtórzeń podchowowych na różnych poziomach intensywności żywienia.

W pierwszym okresie podchowowym hybrydy miały nieco słabszy współczynnik pokarmowy niż pstrągi źródlane, a w trzecim okresie ta tendencja jeszcze się nieco pogłębiła (tab. 1, 2). Przyczyną mógł być zbyt niski poziom intensywności żywienia. Poza tym w trzecim okresie podchowowym miał miejsce również masowy wzrost protoplazmatyczny dojrzewających oocytów u większości samic pstrąga źródlanego, co mogło mieć znaczny wpływ na obniżenie współczynnika pokarmowego (FCR) oraz poprawę tempa wzrostu (SGR) masy ciała ryb (tab.3). U pstrągów źródlanych 42,2% populacji było dojrzałymi samicami, gdzie u hybrydów – stanowiły one zaledwie 18,9%. Jedynie w drugim okresie podchowowym hybrydy miały lepszy współczynnik pokarmowy niż pstrągi źródlane, ponieważ prawdopodobnie lepiej znoszą niskie temperatury wody. Pstrągi źródlane miały również nieco wyższą przeżywalność, za wyjątkiem pierwszego okresu podchowowego (tab. 1, 2).

W pierwszym i drugim okresie podchowowym hybrydy miały wyższe tempo wzrostu (SGR) masy ciała, a w trzecim okresie prawie identyczne z pstrągiem źródlanym (tab. 1,2) Wyniki te wskazują na wyższy potencjał wzrostowy hybrydów. Poza tym hybrydy miały wyższą wydajność rzeźną, zarówno ryby patroszonej, jak i tuszek (tab. 3). Masa produkowanej ikry u hybrydów była o 38,6% mniejsza niż u pstrąga źródlanego, co związane jest z niższą płodnością względną. Również względna masa jąder hybrydów była nieco niższa niż u pstrągów. Poza tym pstrągi źródlane miały większe głowy oraz względną masę trzewi. Struktura odpadów była uzależniona od dojrzałości płciowej. Wyższą wydajność rzeźną miały ryby niedojrzałe płciowo, a najniższą – dojrzałe samice. (tab.3). A zatem hybrydy odznaczają się lepszymi walorami użytkowymi, zarówno z punktu widzenia konsumenta, jak i producenta żywności.

Literatura:

- Benfey T.J. and Sutterlin A.M. 1984. Triploidy induced by Heat shock and hydrostatic pressure in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 36: 359-367.
- Chourrout D. 1984. Pressure-induced retention of second polar body and suppression of first cleavage in rainbow trout: production of all triploids, all tetraploids and heterozygous and homozygous diploid gynogenetics. *Aquaculture* 36: 111-126.
- Deeley M. A. and Benfey T. J. 1995. Learning ability of triploid brook trout. *J. Fish Biol.* 46: 905-907.
- DJOURNAL version 3 - program komputerowy opracowany przez: Mahler H.- HM Data ApS, Ved Furesoen 7, DK-2840 Holte oraz Hojgaard B., BH Consult ApS, Hjortsogardvej 11, DK-4771 Kalvehave.
- Dorson M., Chevassus B., Torhy C. 1991. Comparative susceptibility of three species of char and of rainbow trout x char triploid hybrids to several pathogenic salmonid viruses. *Dis.aquat. Org.* 11: 217-224.
- From J., G. Rasmussen. 1984. A growth model, gastric evaluation, and body composition in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, 1836. *Dana*, vol. 3, pp. 61-139.
- Goryczko K., Dobosz S., Łuczyński M., Jankun M. 1991. Przeżywalność i wzrost triploidalnych krzyżówek pstrągów tęczowych (*Oncorhynchus mykiss*), źródłanych (*Salvelinus fontinalis*), i troci (*Salmo trutta m trutta*). *Rocz.Nauk. PZW*, 4: 15-24.
- Goryczko K., Dobosz S. 1997. Ocena walorów użytkowych triploidalnych mieszańców pstrąga tęczowego ze źródłanym dla łowisk wędkarskich. *Rocz.Nauk. PZW*, 10: 15-20.
- Ihssen P.E., McHay L.R., McMillan I., Philips R.B. 1990. Ploidy manipulation and gynogenesis: cytogenetic and fisheries applications. *Transactions of the American Fisheries Society*, 119: 698-717.
- Pandian T.J. and Koteeswaran R. 1998. Ploidy induction and sex control in fish. *Hydrobiologia*, 384: 167-243.
- Rab P., Roth P. 1988. Cold-blooded vertebrates. In: *Methods of Chromosome Analysis* (P. Balicek, J. Forejt, J. Rubes, eds), *Cytogenet. Sect. Cs. Biol. Soc. Brno* pp. 115-124.
- Siwicki A.K., Kuźmiński H., Jankun-Woźnicka M., Małaczewska J., Terech-Majewska E., Głąbski E. 2008. Wpływ triploidy i hybrydyzacji międzyrodzajowej pomiędzy pstrągiem źródłanym (*Salvelinus fontinalis*), pstrągiem tęczowym (*Oncorhynchus mykiss*) i pstrągiem potokowym (*Salmo trutta trutta m. fario*) na komórkowe i humoralne mechanizmy obronne i odporność przeciwwzakaźną. (W:) *Biotechnologia w akwakulturze*. Red. Z Zakęś, J. Wolnicki, K. Demska-Zakęś, R. Kamiński, D. Ulikowski. IRŚ w Olsztynie, s: 367-375.
- Własow T. 2006. Manipulacje genomowe a ochrona zdrowia ryb. (W:) *Pstrągarstwo – hodowla, manipulacje genetyczne, zagadnienia prawne, ochrona zdrowia*. Red. H. Kuźmiński. IRŚ w Olsztynie, s: 83-89.
- Własow T., Kuźmiński H., Korzuch J., Wiśniewska A., Kowalska A. 2008. Elementy morfologiczne krwi pstrąga źródłanego (*Salvelinus fontinalis*) poddanego triploidy. (W:) *Biotechnologia w akwakulturze*. Red. Z Zakęś, J. Wolnicki, K. Demska-Zakęś, R. Kamiński, D. Ulikowski. IRŚ w Olsztynie, s: 65-68.





