

Marcin Sidoruk

## WPLYW CHOWU PSTRAĞA W STAWACH ZIEMNYCH NA WLAŚCIWOŚCI FIZYCZNE I CHEMICZNE WÓD POWIERZCHNIOWYCH

**Streszczenie.** Chów ryb powoduje zmiany jakości wody powodowane stosowaniem pasz, nawozów mineralnych i organicznych, środków leczniczych i dezynfekujących. Racjonalna gospodarka rybacka dąży do utrzymania bądź przywrócenia jak najwyższej jakości wody w ekosystemach naturalnych. Hodowle wytwarzają pewną ilość odpadów i zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska wraz z wodami poprodukcyjnymi, jednak ich szkodliwość zależy od warunków i rodzaju hodowli.

Badania dotyczące oceny wpływu chowu pstrąga na właściwości fizyczne i chemiczne wód powierzchniowych prowadzono w latach 2010-2012 roku. Do badań wytypowano gospodarstwo pstrągowe położone w województwie śląskim około 20 km od Częstochowy. Próbkę wody do analiz fizycznych i chemicznych pobierano co dwa miesiące (łącznie pobrano 12 próbek) i oznaczono w nich: temperaturę [°C], tlen rozpuszczony [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ], nasycenie tlenem [%], przewodnictwo elektrolityczne właściwe [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], pH, potencjał oksydoredukcyjny [mV] oraz BZT<sub>5</sub> i ChZT<sub>Cr</sub>.

Przeprowadzone badania wykazały, że wody wykorzystywane do zasilania obiektów hodowlanych spełniały wymagania, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb łososiowatych. Jedynie okresowo w przypadku BZT<sub>5</sub> normy te były nieznacznie przekroczone. Po przepłynięciu przez stawy pogorszenie wskaźników jakości wód nie powodowało zmiany klasy ich jakości, jedynie okresowo w przypadku wskaźnika BZT<sub>5</sub> stwierdzono obniżenie się jej jakości z I do II klasy.

**Słowa kluczowe:** chów pstrąga, właściwości fizyczne i chemiczne wód, zanieczyszczenia.

### WSTĘP

Dynamiczny rozwój akwakultury sprawia, że ma ona coraz większy wpływ na jakość wód powierzchniowych. Podczas chowu ryb powstają zanieczyszczenia, które w wysokiej koncentracji stanowić mogą poważne zagrożenie dla środowiska wodnego [Karakassis 2001, Sikora i in. 2009]. Chów ryb powoduje zmiany jakości wody powodowane stosowaniem pasz, nawozów mineralnych i organicznych, środków leczniczych i dezynfekujących [Bieniarz i in. 2003]. Przekształcenie terenów sprzyjających akwakulturze stawowej powoduje wzrost zawartości tych składników w wodach odpadowych, co z kolei prowadzi do ogólnego pogorszenia jakości wód.

Problem jakości wody związany jest zarówno z czynnikami fizycznymi jak i chemicznymi, takimi jak zbyt wysoka lub niska zawartość tlenu rozpuszczonego, wysokim lub niskim stężeniem związków azotowych, fosforowych itp. Wzrost in-

intensywności hodowli i chowu ryb niesie za sobą powstawanie znacznych ilości zanieczyszczeń. Najczęściej są one odprowadzane bezpośrednio do odbiorników zlokalizowanych przy gospodarstwach. W odbiornikach naturalnych wody odpadowe z gospodarstw rybackich ulegają biodegradacji, naruszając w ten sposób stan równowagi biologicznej odbiornika [Sikora i in. 2009]. Dlatego tak bardzo istotna jest ochrona jakości wód mająca na celu powstrzymanie procesów ich degradacji, utrzymaniu ich wartości przyrodniczych na dotychczasowym poziomie bądź poprawę ich stanu ekologicznego.

Pstrągi należą do ryb drapieżnych hodowanych w znacznym zagęszczeniu, wymagają więc intensywnego karmienia, a co za tym idzie oprócz resztek nieskarmionej paszy do wody trafiają ich metabolity. Duże zagęszczenie ryb powoduje wzrost stężenia tych zanieczyszczeń w wodzie i deficyty tlenowe. Szacuje się, że z pożywienia wprowadzanego do stawów zaledwie 5-20% materii zostaje wbudowana w ciało ryb, reszta pozostaje w wodzie przyczyniając się do jej zanieczyszczenia przez kumulację na dnie stawu i w makrofitach [Sikora i in. 2009].

Celem pracy była ocena wpływu chowu pstrąga w stawach ziemnych na właściwości fizyczne i chemiczne wód powierzchniowych.

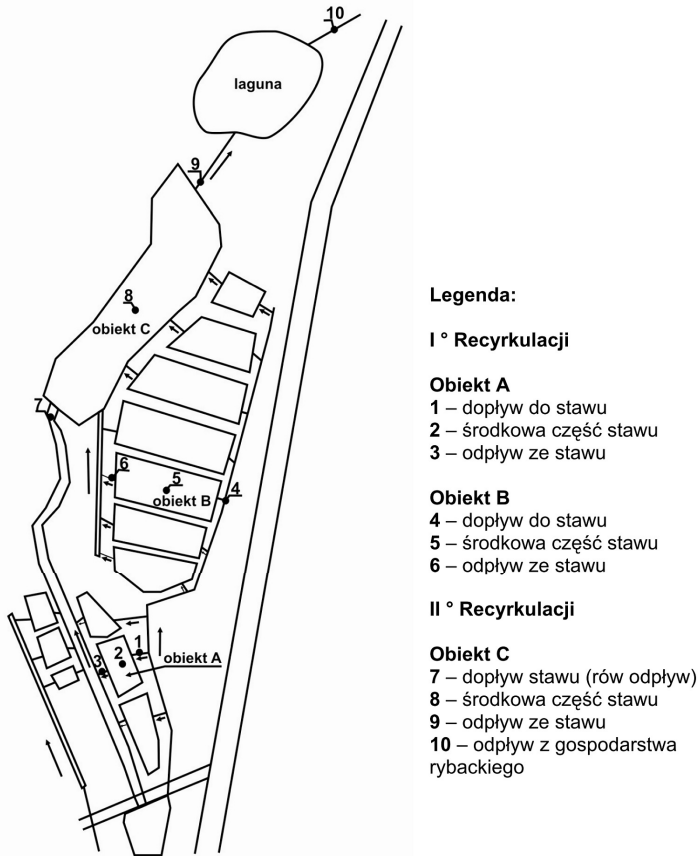
## MATERIAŁ I METODY

Badania dotyczące oceny wpływu chowu pstrąga na właściwości fizyczne i chemiczne wód powierzchniowych prowadzono w latach 2010-2012 roku. Do badań wytypowano gospodarstwo pstrągowe położone w województwie śląskim około 20 km od Częstochowy. Całość gospodarstwa położona jest w rezerwacie „Parkowe” utworzonym w 1957 r. i obejmującym ochroną część doliny rzeki Wiercicy z jej źródłami oraz otaczającymi je wzgórza. Gospodarstwo rybackie składa się z 14 ziemnych stawów hodowlanych, które są zasilane grawitacyjnie wodami ze źródeł w systemie stałego przepływu. Stawy podzielono na dwie grupy obiektów. Część stawów (obiekty A i B) znajduje się na I° recyrkulacji tj. są one zasilane jedynie wodami ze źródeł, natomiast drugą grupę (obiekt C) stanowiły stawy zasilane wodą wykorzystaną w pierwszej grupie stawów, znajdując się na II° recyrkulacji. Wody poprodukcyjne przed odpływem z gospodarstwa doczyszczane są za pośrednictwem nieużytkowanego produkcyjnie stawu (laguny), a następnie odprowadzane są do rzeki Wiercicy. Do badań szczegółowych wytypowano dwa stawy (po jednym z obiektu A i B) będące na I° recyrkulacji oraz jeden staw będący na II° recyrkulacji. W celu oceny jakości wód wyznaczono 10 punktów kontrolno-pomiarowych obejmujących dopływ do gospodarstwa, wodę w stawach hodowlanych, odpływ ze stawów oraz odpływ z gospodarstwa (rys. 1).

Próbki wody do analiz fizycznych i chemicznych pobierano co dwa miesiące (łącznie pobrano 12 próbek). W wyznaczonych punktach in situ za pomocą wieloparametrycznej sondy YSI 6600 oznaczono temperaturę [°C], tlen rozpuszczony [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ], nasycenie tlenem [%], przewodnictwo elektrolityczne właściwe [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], pH oraz potencjał oksydoredukcyjny [mV]. Z tych samych miejsc pobrano próby wody do analizy laboratoryjnej. Próbki wody pobierano do pojemników o objętości 5

dm<sup>3</sup> wykonanych z polietylenu, utrwalono i przewieziono do laboratorium, w którym wykonano następujące oznaczenia:

- BZT<sub>5</sub> – metodą respirometryczną w aparacie OXI-Top,
- ChZT<sub>cr</sub> – metodą dichromianową,



**Rys. 1.** Lokalizacja punktów pomiarowych  
**Fig. 1.** Location of measurement points

## WYNIKI I DYSKUSJA

Woda zmienia swoją temperaturę znacznie wolniej niż czyni to powietrze. Wynika to z jej bezwładności cieplnej, co oznacza, że tak samo długo zajmuje jej ogrzanie jak i oddanie ciepła do otoczenia. Nagłe zmiany termiki wód nie dają możliwości przystosowania się organizmom do nowych warunków, co często doprowadza do ich śmierci [Chojnacki 1998]. Zmiany temperatury wody w stawach zależą w znacznej mierze od ich głębokości, powierzchni i działalności wiatrów. Stawy zaliczane są do zbiorników polimiktycznych, a ich dobowe wahania temperatury są większe w warstwie powierzchniowej, jednak im staw jest głębszy tym wahania te są mniejsze [Kajak 2001].

Ze względu na to, że ryby są organizmami zmiennocieplnymi temperatura wody wpływa znacząco na ich przyrost poprzez przyspieszenie lub opóźnienie ich przemiany materii. Przyjmuje się, że pstrągi wytrzymują wzrost temperatury do 25°C, przy czym za optymalną temperaturę dla ryb łososiowatych należy uznać 14-18 °C [Goryczko 1999].

Na podstawie analizy uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że średnia temperatura wody dopływającej do stawów będących na I° recyrkulacji w ciągu całego okresu badawczego wynosiła 8,63±3,20°C (obiekt A) i 10,04±3,13°C (obiekt B) (tab.1). Po przepłynięciu przez stawy woda uległa ogrzaniu i w odpływie z obiektu A jej średnia temperatura wynosiła 10,47°C, natomiast w odpływie z obiektu B – 11,51°C. Odwrotna sytuacja wystąpiła w przypadku stawu będącego na II° recyrkulacji, gdyż woda przez niego przepływająca ulegała ochłodzeniu średnio o około 0,5°C. Woda odpływająca z obiektu C po przepłynięciu przez staw doczyszczający ponownie ulegała ogrzaniu średnio o 1,31°C, a jej średnia wartość w ciągu całego okresu badawczego kształtowała się na poziomie 11,42±5,84°C.

Przewodności elektrolityczna wody odpowiada zawartości w niej zanieczyszczeń mineralnych, a wartość jej jest tym większa im większe jest stężenie tych zanieczyszczeń. Na podstawie wielkości przewodnictwa właściwego wody możliwe jest określenie stopnia jej zasolenia, zawartości substancji rozpuszczonych i suchej pozostałości [Macioszczyk, Dobrzyński 2002].

Na podstawie analizy przewodności elektrolitycznej wód zasilających stawy stwierdzono, że znajdowała się ona na względnie niskim poziomie klasyfikując się w I klasie jakości, a jej średnia wartość w dopływie do obiektu A wynosiła 364,0±131 μS/cm przy współczynniku zmienności V=36%, natomiast w dopływie do obiektu B była ona nieznacznie niższa i kształtowała się na poziomie 355,4±25,9 μS/cm (V=7%) (tab. 1). Po wykorzystaniu wody w pierwszej grupie stawów nie stwierdzono wpływu prowadzonej hodowli pstrąga na wartość przewodności elektrolitycznej. W odpływie ze stawu z obiektu B w stosunku do wód zasilających obiekt nastąpił wzrost przewodności elektrolitycznej o 0,9 μS/cm, natomiast w odpływie z obiektu A obserwowano jej redukcję średnio o 4,0 μS/cm. Po wykorzystaniu wody na cele hodowlane w stawie będącym na II° recyrkulacji także nie stwierdzono znaczącego wzrostu przewodności elektrolitycznej (średnio o 3 μS/cm). Podobna sytuacja wystąpiła po przepłynięciu wody przez lagunę, gdzie wzrost przewodności elektrolitycznej w odpływie z gospodarstwa w stosunku do dopływu do stawu doczyszczającego był na poziomie 2,7 μS/cm.

Odczyn wody decyduje o większości procesów biologicznych i chemicznych zachodzących w wodzie oraz wpływa na organizmy żywe się w niej znajdujących. Przyjmuje się, że woda przeznaczona do hodowli pstrągów powinna posiadać wartość pH w zakresie 6,5-8,2, a optymalnie 7,5. Odczyn wody o pH poniżej 6,5 i powyżej 9,0 powoduje zahamowanie wzrostu ryb, a poniżej 4,0 i powyżej 11,0 powoduje szybką ich śmierć [Bieniarski i in. 2003]. Wartość pH decyduje również o toksycznych właściwościach amoniaku w środowisku wodnym. Wysoki odczyn powoduje wzrost ilości niezjonizowanych cząsteczek amoniaku, które to posiadają właściwości toksyczne [Szczerbowski i in. 2008].

Odczyn wód zasilających obiekty będących na I° recyrkulacji mieścił się w zakresie odpowiednim do chowu pstrąga, a mediana ich pH wynosiła 7,86 w dopływie do obiektu A i 7,97 w dopływie do stawu B. Po przepłynięciu przez stawy stwierdzono nieznaczny wzrost odczynu i w wodach poprodukcyjnych odpływających ze stawu A pH kształtowało się na poziomie 7,90, natomiast w odpływie ze stawu B było na poziomie 8,11 (tab. 1).

W wodzie wykorzystanej do celów hodowlanych w obiekcie C (staw zasilany odpływami z obiektów będących na I° recyrkulacji) stwierdzono nieznaczne obniżenie się odczynu wody do poziomu pH-8,02. Natomiast po przepłynięciu jej przez lagunę obserwowano nieznaczny wzrost jej zasadowości do pH wynoszącego 8,23, co klasyfikowało ją w górnym zakresie odczynu odpowiedniego do hodowli pstrągów.

Potencjał oksydoredukcyjny jest wskaźnikiem informującym między innymi o zdolności wody do samooczyszczania, duży potencjał redox świadczy o dużej sile utleniania. Proces utleniania jest niezbędny przy rozkładzie resztek organicznych [Ernestova i in. 1994].

W wodzie dopływającej do obiektów chowu pstrąga wartości współczynnika redox była względnie wyrównana i wynosiła  $67,4 \pm 59,5$  mV w dopływie do obiektu A oraz  $54,9 \pm 65,9$  mV w dopływie do obiektu B. Po wykorzystaniu wody na cele produkcyjne stwierdzono nieznaczny wzrost wartości potencjału redox o 10,3 mV w odpływie ze stawu A oraz 0,6 mV ze stawu B. Odwrotna sytuacja wystąpiła w odpływie ze stawu C (II° recyrkulacji), w którym po przepłynięciu wody przez staw stwierdzono zmniejszenie się potencjału redox średnio o 12,2 mV (tab. 1). Analiza uzyskanych wyników wykazała, że w ciągu całego okresu badawczego wartość potencjału oksydoredukcyjnego w wodach wykorzystywanych do celów hodowlanych wskazuje na utleniający charakter środowiska wodnego stawów, co sprzyja samooczyszczaniu się wód.

Zawartość tlenu w wodzie oprócz jej temperatury jest ważnym czynnikiem wpływającym na kondycję oraz przyrosty pstrągów. Istnieje znacząca zależność pomiędzy tymi dwoma parametrami. Rozpuszczalność tlenu w wodzie zależna jest od temperatury, wraz z jej wzrostem zachodzi spadek zawartości tlenu w wodzie. Utrzymanie odpowiedniej temperatury w stawie rybnym jest bardzo istotne, ponieważ jej wzrost o  $10^{\circ}\text{C}$  powoduje 2-3 krotną intensyfikację procesów chemicznych i biochemicznych, oraz zmniejszenie rozpuszczalności tlenu w wodzie [Szczerbowski 2008].

Zawartość tlenu w wodzie nie może spaść poniżej granicznej wartości  $3\text{-}4\text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ , okresowe pogorszenie się warunków tlenowych może powodować zwiększenie podatności ryb na choroby i pasożyty, osłabienia ich kondycji, a czasami doprowadzić może także do ich śmierci [Goryczko 1999].

Wody zasilające wszystkie stawy hodowlane były bardzo dobrze natlenione, a średnia zawartość w nich tlenu rozpuszczonego kształtowała się na poziomie  $8,44\text{ - }9,66\text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  przy nasyceniu wynoszącym 74,60-83,41% (tab.2). W odpływie ze stawów znajdujących się na I° recyrkulacji stwierdzono zubożenie wody w tlen o 8% w obiekcie A oraz o 13% w obiekcie B.

Tabela 1. Parametry wód wykorzystywanych w hodowli pstrąga (n=12)  
 Table 1. The water parameters used in trout breeding (n=12)

Wskaźnik	I° Recykulacji						II° Recykulacji						Odpływ z gospodarstwa rybbackiego
	Obiekt A			Obiekt B			Obiekt C			Obiekt C			
	Dopływ do stawu	Staw	Odpływ ze stawu	Rów odpływ	Dopływ do stawu	Staw	Odpływ ze stawu	Dopływ do stawu (z obiektu A)	Dopływ do stawu (z obiektu B)	Środkowa część stawu	Odpływ ze stawu		
Temperatura [°C]	Srednia arytmetyczna	8,63	10,52	10,47	9,68	10,04	11,33	11,51	9,68	11,51	10,72	10,11	11,42
	Mediana	8,85	10,33	11,22	10,29	8,95	12,1	11,8	10,29	11,8	12,82	9,98	12,5
	Odchylenie standardowe	3,20	4,09	5,04	4,07	3,13	4,87	6,29	4,07	6,29	3,38	3,67	5,84
	Współczynnik zmienności	37	39	48	42	31	43	55	42	55	32	36	51
Przewodnictwo elektrolityczne właściwe [µS/cm]	Srednia arytmetyczna	364,0	325,0	360,0	366,9	355,4	356,4	356,3	366,9	356,3	365,0	364,6	367,3
	Mediana	375	341	373	383	369	371	367	383	367	375	373	372
	Odchylenie standardowe	131,0	64,3	130,4	132,5	25,9	28,3	129,1	132,5	129,1	28,8	27,6	132,4
	Współczynnik zmienności	36	20	36	36	7	8	36	36	36	8	8	36
Ph	Srednia arytmetyczna	7,80	7,97	7,87	7,85	7,89	7,93	7,97	7,85	7,97	7,91	7,86	8,13
	Mediana	7,86	8,05	7,90	7,98	7,97	8,01	8,11	7,98	8,11	8,06	8,02	8,23
	Odchylenie standardowe	2,78	0,49	2,81	2,79	0,39	0,37	2,85	2,79	2,85	0,39	0,42	2,88
	Współczynnik zmienności	36	6	36	36	5	5	36	36	36	5	5	35
Potencjał oksydoredukcyjny [mV]	Srednia arytmetyczna	67,4	65,2	57,1	58,5	54,9	47,0	54,3	58,5	54,3	31,8	44,2	50,8
	Mediana	91	86	79,5	81	78	73	80,5	81	80,5	21	61	76
	Odchylenie standardowe	59,5	56,7	61,3	59,5	65,9	71,8	66,2	59,5	66,2	60,6	58,1	55,5
	Współczynnik zmienności	88	87	107	102	120	153	122	102	122	191	131	109

**Tabela 2.** Zawartość tlenu oraz wskaźniki masy organicznej w wodach wykorzystywanych w hodowli pstrąga (n=12)  
**Table 2.** The oxygen content and indicators of organic matter in the water used for rearing trout (n=12)

Wskaźnik	I° Recykulacji						II° Recykulacji						Odpływ z gospodarstwa rybackiego
	Obiekt A			Obiekt B			Obiekt C			Obiekt C			
	Dopływ do stawu	Staw	Odpływ ze stawu	Rów odpływ	Dopływ do stawu	Staw	Odpływ ze stawu	Dopływ do stawu (z obiektu A)	Dopływ do stawu (z obiektu B)	Środkowa część stawu	Odpływ ze stawu	Odpływ ze stawu	
Tlen rozpuszczony [mg·dm <sup>-3</sup> ]	Średnia arytmetyczna	9,66	9,68	8,85	8,44	9,67	8,12	8,46	8,44	8,46	8,11	9,31	9,24
	Mediana	9,64	8,85	9,01	8,46	10,06	7,69	8,41	8,46	8,41	7,88	9,30	9,40
	Odchylenie standardowe	3,45	3,69	3,20	3,02	1,52	1,03	3,47	3,02	3,47	0,94	1,06	3,61
	Współczynnik zmienności	36	38	36	36	16	13	41	36	41	12	11	39
Nasylenie tlenem [%]	Średnia arytmetyczna	83,41	89,25	79,74	74,60	86,43	74,43	78,57	74,60	78,57	73,84	84,99	85,70
	Mediana	82,80	87,50	81,90	74,50	85,30	75,90	73,50	74,50	73,50	72,20	79,40	87,80
	Odchylenie standardowe	29,99	29,89	29,38	26,84	15,28	11,72	34,12	26,84	34,12	12,85	14,57	34,89
	Współczynnik zmienności	36	33	37	36	18	16	43	36	43	17	17	41
BZT <sub>5</sub> [mg·dm <sup>-3</sup> ]	Średnia	1,6	2,9	2,2	3,0	2,9	3,8	4,0	3,0	4,0	3,7	3,4	3,2
	Mediana	1,5	3,0	1,9	2,8	2,3	3,6	3,7	2,8	3,7	3,5	3,5	2,9
	Odchylenie standardowe	0,5	0,8	0,7	1,4	1,9	0,9	0,9	1,4	0,9	1,5	1,4	1,2
	Współczynnik zmienności	34	26	31	47	64	23	23	47	23	40	41	38
ChZT <sub>5</sub> [mg·dm <sup>-3</sup> ]	Średnia arytmetyczna	15,5	21,7	18,4	14,9	13,0	18,3	20,1	14,9	20,1	12,5	14,0	14,9
	Mediana	15,4	18,8	16,6	9,8	8,8	17,3	17,1	9,8	17,3	12,8	14,4	16,0
	Odchylenie standardowe	7,6	19,5	11,4	13,9	7,2	10,4	13,8	13,9	13,8	7,0	8,6	7,4
	Współczynnik zmienności	49	90	62	93	55	57	69	93	69	56	61	49

Odwrotna sytuacja wystąpiła w przypadku obiektu C zasilanego wodą odpływającą ze stawów A i B, w odpływie z którego stwierdzono zwiększenie się ilości tlenu rozpuszczonego o około 10%. Taka sama zależność wystąpiła w przypadku nasyceń wody tlenem gdzie również w odpływie ze stawów znajdujących się na I° recyrkulacji stwierdzono jej zubożenie o 4-9% i zwiększenie się nasycenia tlenem wód odpływających z obiektu C (II° recyrkulacji) (8-14%).

W badanym gospodarstwie mimo prowadzonej intensywnej hodowli pstrąga obserwowano niewielkie zmniejszenie się ilości tlenu w wodach odpływających ze stawów zasilanych ze źródeł oraz zwiększenie się nasycenia wody tlenem w obiekcie C (II° recyrkulacji), co uzyskano dzięki sztuczemu jej napowietrzaniu przy zastosowaniu aeratorów mechanicznych w celu stworzenia optymalnych warunków bytowania ryb.

Wskaźniki  $BZT_5$  oraz  $ChZT_{cr}$  określają ilość tlenu niezbędną do utlenienia znajdujących się w wodzie związków organicznych i niektórych nieorganicznych. Wartość tego wskaźnika jest silnie powiązana z zawartością fitoplanktonu w wodzie [Bieniarz i in. 2003; Bonisławska i in. 2011].

Wody wykorzystywane do zasilania obiektów chowu pstrąga cechowały się względnie niską wartością  $BZT_5$  klasyfikując wody w I klasie jakości, a jego średnia wartość w okresie badawczym w wodach zasilających obiekty A i B wynosiła  $1,6 \pm 0,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  oraz  $2,9 \pm 1,9 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , natomiast mediana stężeń kształtowała się na poziomie  $1,55 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  oraz  $2,35 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (tab. 2). Okresowo wartość  $BZT_5$  w wodach zasilających obiekt hodowlany B nieznacznie przekraczała normy jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb łososiowatych (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. Dziennik Ustaw Nr 176). Analiza wartości  $ChZT_{cr}$  w wodach zasilających obiekty będące na I° recyrkulacji wykazała, że były one niskie i średnio wynosiły  $15,5 \pm 7,6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (obiekt A) oraz  $13,0 \pm 7,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (obiekt B), natomiast mediana stężeń kształtowała się na poziomie  $15,4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  i  $8,8 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (tab.2). Analiza uzyskanych wyników wykazała, że w wodach odpływających z obiektów znajdujących się na pierwszym stopniu recyrkulacji następował wzrost wartości  $BZT_5$  o  $0,6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (obiekt A) i  $1,7 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (obiekt B), natomiast w odpływie z obiektu C obserwowano redukcję  $BZT_5$  średnio o  $0,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Podobna sytuacja wystąpiła w przypadku  $ChZT_{cr}$  gdzie również w odpływie z obiektów A i B stwierdzono wzrost wartości wskaźnika o  $2,9 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  i  $7,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  oraz jego redukcja średnio o  $3,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w odpływie z obiektu C. W wodzie przepływającej przez lagunę (staw doczyszczający) obserwowano redukcję  $BZT_5$  o  $0,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (6%) oraz wzrost  $ChZT_{cr}$  o  $0,9 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (6%).

## WNIOSKI

1. Wody zasilające stawy hodowlane były bardzo dobrze natlenione, a zawartość w nich tlenu rozpuszczonego kształtowała się na poziomie  $8,44$ - $9,66 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Po wykorzystaniu jej na cele produkcyjne w odpływie ze stawów znajdujących się na I° recyrkulacji stwierdzono zubożenie wody w tlen o 8% w obiekcie A oraz o 13% w obiekcie B, oraz zwiększenie się ilości tlenu rozpuszczonego o około 10% w odpływie z obiektu C (II° recyrkulacji).



2. W wyniku wykorzystania wody na potrzeby hodowli i chowu pstrąga nie stwierdzono znaczącego wpływu prowadzonej produkcji na wzrost przewodności elektrolitycznej właściwej. W odpływach z obiektów B i C stwierdzono jej wzrost o  $0,9 \mu\text{S}/\text{cm}$  i  $3,0 \mu\text{S}/\text{cm}$ , natomiast w odpływie z obiektu A jej redukcję o  $4,0 \mu\text{S}/\text{cm}$ .
3. Przeprowadzone badania wykazały, że w wodzie odpływającej z obiektów znajdujących się na pierwszym stopniu recyrkulacji następował wzrost wartości  $\text{BZT}_5$  o  $0,6\text{-}1,7 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  oraz  $\text{ChZT}_{\text{cr}}$  o  $2,9\text{-}7,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ , natomiast w odpływie z obiektu C (II<sup>o</sup> recyrkulacji) obserwowano redukcję  $\text{BZT}_5$  średnio o  $0,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  i  $\text{ChZT}_{\text{cr}}$  o  $3,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ .
4. W wyniku przepłynięcia wody pohodowlanej przez staw doczyszczający (lagunę) stwierdzono poprawę jej jakości pod względem zawartości w niej tlenu, wartości  $\text{ChZT}_{\text{cr}}$ , i potencjału oksydoredukcyjnego oraz nieznacznego pogorszenia jej właściwości względem wskaźników  $\text{BZT}_5$ , pH oraz przewodności elektrolitycznej właściwej.

*Badania sfinansowane przez UE oraz Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w ramach Programu Operacyjnego „Zrównoważony rozwój sektora rybołówstwa i nadbrzeżnych obszarów rybackich, „PO Ryby 2007-2013”, umowa nr 00001-61724-OR1400002/10.*

## BIBLIOGRAFIA

- Bieniarz K., Kownacki A., Epler P. 2003. Biologia stawów rybnych, część I, IRS Olsztyn, ss. 98.
- Bonińska M., Szaniewska D., Szmukała M., Pender R., 2011. Wpływ działalności ośrodka zarybieniowego na jakość wody dolnego odcinka rzeki Wiśniówka w latach 2005-2009, Woda-Środowiska-Obszary Wiejskie, 11, 2(34): 19-32.
- Chojnacki J. C. 1998. Podstawy ekologii wód, Akademia Rolnicza w Szczecinie, ss. 177.
- Ernestova L. S., Semenova I. V., Vlasova G. V., Lee Wolf N. 1994. Redox transformation of pollutants in natural waters, IAHS Publ., 219: 67-74.
- Goryczko K. 1999. Pstrągi, chów i hodowla, Poradnik hodowcy. ss. 139.
- Kajak Z. 2001. Hydrobiologia-Limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych. Wydawnictwo PWN, ss. 360.
- Karakassis I. 2001. Ecological effects of fish farming in the Mediterranean. Institute of Marine Biology of Crete. Plant Production and Protection Div.: 15-22.
- Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2002. Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 448.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych.
- Sikora J., Janczukowicz W., Krzemieniewski M. 2009. Zmiany właściwości fizykochemicznych osadów dennych pochodzących ze stawów do chowu pstrąga w wyniku zastosowania odczynnika fentona. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 537: 227-235.
- Szczerbowski J. A., Krüger A., Goryczko K., Zdanowski B., Lossow K., Szczerbowski A., Bartel R., Dembiński W., Zamojski J., Studnicka M., Terech-Majewska E. 2008. Rybactwo śródlądowe, Wydaw. Instytutu Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, ss. 608.

## **EFFECT OF TROUT BREEDING IN EARTHEN PONDS ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTY OF WATER**

**Abstract.** Fish rearing causes changes in water quality due to the use of feed, mineral and organic fertilizers, pharmaceuticals and disinfectants. Rational fishery management aims to maintain or restore the quality of water in natural ecosystems. Cultures produce a certain amount of waste and pollutants released into the environment with waters departing from ponds, but their harmfulness depends on the conditions and type of farming.

Studies on the assessment of the effects of rearing trout on physical and chemical properties of surface water was carried out in 2010-2012 year. Were chosen trout farm located in Silesia district about 20 km from Częstochowa. Water samples for physical and chemical analysis were collected every two months (a total of 12 samples collected) and labeled them: temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ], dissolved oxygen [ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ], oxygen saturation [%] electrolytic conductivity [ $\text{S}/\text{cm}$ ], pH, redox potential [ $\text{mV}$ ] and  $\text{BOD}_5$  and  $\text{COD}_{\text{cr}}$ .

The study showed that the water used to supply breeding facilities meet the requirements to be met which are inland water salmonid habitat. Only periodically for  $\text{BOD}_5$  standards have been slightly exceeded. After passing through the joints deterioration of water quality did not cause a change in the quality of the class, if only temporarily  $\text{BOD}_5$  ratio were lower in its quality from the first to the second class.

**Keywords:** rearing of trout, physical and chemical properties of water, pollution.