

Environmental degradation
in the Czarna Wiselka
and Biała Wiselka catchments.
Western Carpathians
Ed. Stanisław Wróbel
Studia Naturae (1998) 44: 171–181

Fish fauna in the Czarna Wiselka and the Biała Wiselka, the headstreams of the Vistula River, under acid stress

Ichthyofauna Czarnej Wiselki i Białej Wiselki
w warunkach zakwaszenia środowiska wodnego

Bronisław SZCZĘŚNY* and Krzysztof KUKUŁA**

*Institute of Nature Conservation, Polish Academy of Sciences, 46 Lubicz St., 31-512 Kraków

**University of Agriculture in Kraków, Division in Rzeszów, 2 Ćwiklińska St., 35-959 Rzeszów

Abstract: The Czarna Wiselka and the Biała Wiselka have been well known for their richness in brown trout (*Salmo trutta m. fario* L.). A salmonid fish hatchery was established at the Biała Wiselka in 1867. A nature reserve for protecting both the brown trout and its habitat was set up in the streams in 1959. A rich population of brown trout and sculpin (*Cottus poecilopus* Heckel) were living there when surveyed in 1961. No fish were caught in the Czarna Wiselka but were found to be numerous in the Biała Wiselka during a survey in 1993. The lack of fish in the former stream was due to the high acidification of water as caused by acid precipitation. An increase in hatch and fry mortality observed in the hatchery in the middle of seventies indicated the beginning of the acidification process in this aquatic environment.

Key words: electrofishing, acidification, brown trout population, hatch and fry mortality, Western Carpathians.

Treść: Czarna Wiselka i Biała Wiselka znane były z obfitości pstrąga potokowego (*Salmo trutta m. fario* L.). W 1867 r. powstała tam pstrągarnia. W 1959 r. obie Wiselki zostały objęte ochroną jako rezerwat przyrody w celu zabezpieczenia populacji pstrąga oraz jego siedlisk. Jeszcze w 1961 r., jak wykazały badania, żyła tam liczna populacja pstrąga potokowego oraz głowacza przęgopletwego (*Cottus poecilopus* Heckel). W 1993 r. ryb nie stwierdzono w ogóle w Czarnej Wiselce, natomiast nadal były liczne w Białej Wiselce. Przyczyną braku ryb w Czarnej Wiselce było silne zakwaszenie potoku spowodowane kwaśnymi opadami. Postępujące zakwaszenie środowiska wodnego zaznaczyło się także wysoką śmiertelnością ikry i narybku w pstrągarni w połowie lat siedemdziesiątych.

1. Introduction

The Czarna Wiselka and the Biała Wiselka streams have been well known to anglers for their abundance in brown trout (*Salmo trutta m. fario*). About one kilometer from the point of their confluence, forming the Vistula River in Wisła-Czarne, a salmonid fish

hatchery was established in 1867. For more than 100 years it was considered to be one of the best hatcheries in Poland, producing mainly brown trout by the use of autochthonous material.

In 1959 both Wiselkas were designated as a nature reserve to protect the abundant brown trout population in the main headstreams of the Vistula, and to secure a source of genetic material for the prosperous hatchery.

Despite the legal protection of both Wiselka, in 1974, a dam was built just below the point of confluence of the streams, at an altitude of 520 m. The created dam reservoir of 2.1 mln m³ maximal capacity, damming up water in the Biała Wiselka over a distance of approximately 1 km, and in the Czarna Wiselka, over 0.7 km. Moreover, stage falls 1.8 m high in the Biała Wiselka and 1.6 m high in the Czarna Wiselka were constructed in stream beds upstream from the dam reservoir. Thus, the lotic environment of both streams, inhabited by brown trout, was isolated by artificial waterfalls and a mass of dammed water covering a distance of 1.5 km.

The dam reservoir serves as water supply for a treatment plant in Wisła-Czarne, which feeds water to Wisła and Ustroń water systems, and the fish hatchery. In the middle of the seventies, the quality of water in the dam reservoir decreased considerably, primarily due to a pH decrease which caused many problems in water treatment and led to an increase in brood and fry mortality. As time went on, spawn and brood mortality increased to an extent that overall production was discontinued. After the discovery of the toxic acidification of the Czarna Wiselka in 1988 (Szczęsny 1989, Wróbel, Wójcik 1989) it was hypothesized that this might be the cause of high fish mortality in the hatchery.

In 1993, in the course of the studies on an impact of water neutralization using dolomite in the Czarna Wiselka, electrofishing was conducted in both streams. No fish were found in the Czarna Wiselka. The present paper is aimed at discussion of the problem of fish population disappearance in the Czarna Wiselka and perspectives of their restitution.

2. Study area

The Czarna Wiselka (Fig. 1) with its right tributary, the Biała Wiselka, are the headstreams of the Vistula River, the largest river in Poland. The streams are situated in the north-western part of the West Carpathian Mountains and drain down the western slopes of Mt. Barania Góra (1220 m a.s.l.), the highest elevation of the Beskid Śląski range. The steep slopes of the ridges are covered by spruce forest, while in lower altitudes with a mixture of beech. Some other areas at medium altitude and lower gradient are cultivated.

The geological substratum of the drainage areas is composed of sedimentary rock – the Carpathian Flysch (Lower Istebna beds). The Biała Wiselka (its main stream only), however, flows along the Upper and Lower Godula beds. In the Czarna Wiselka drainage area there formed oligotrophic podsol and podsollic soils which are habitats for *Abieti-Piceetum montanum* and *Plagiothecio-Piceetum tatricum* associations. In the Biała Wiselka drainage area, mesotrophic-eutrophic and mesotrophic-brown and acidic-brown soils were formed as habitats for *Dentario glandulosae-Fagetum* association, and aeruginous soil, serving as habitats for *Luzulo-Fage-*

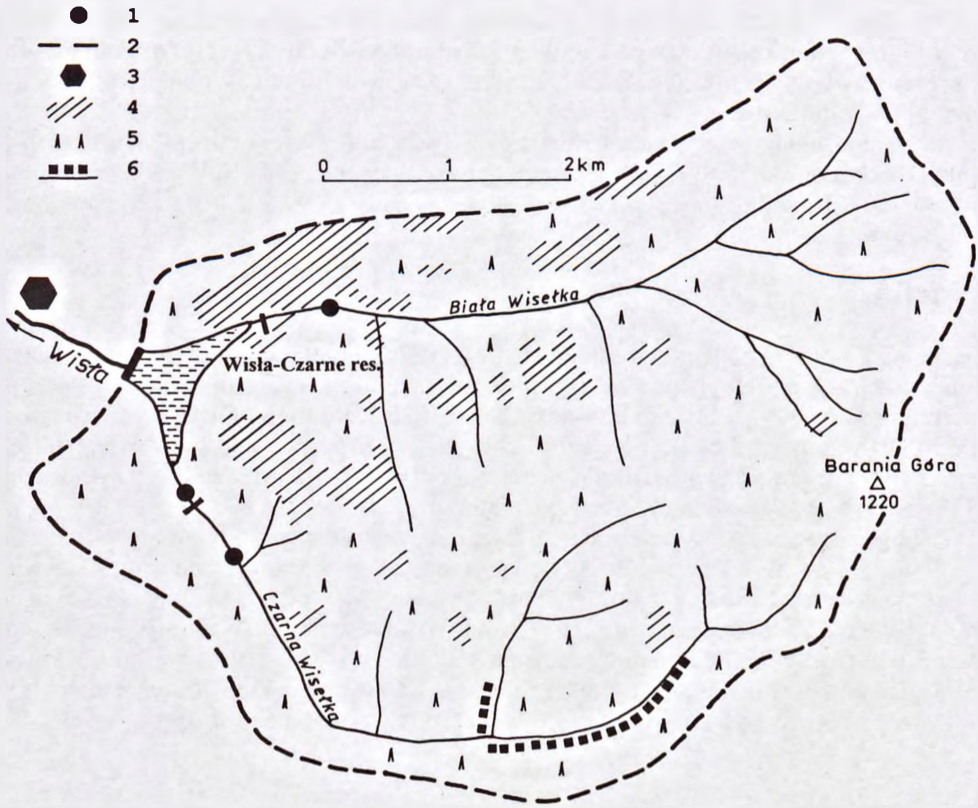


Fig. 1. Catchments of the Biała Wisetka and the Czarna Wisetka: 1 – stations, 2 – borderline of the catchment basin, 3 – hatchery, 4 – meadows and fields, 5 – forests, 6 – dolomiting zone.

Ryc. 1. Dorzecze Białej Wisetki i Czarnej Wisetki: 1 – stanowiska, 2 – granica zlewni, 3 – pstrągarnia, 4 – łąki i pola, 5 – lasy, 6 – strefa dolomitowania.

tum. Generally, the soils in the Czarna Wisetka drainage area are more acidic (Maciaszek, Zwydak 1998).

The Czarna Wisetka, primarily 9.6 km of long stream, generally flows westwards draining onto the south-western slopes of Mt. Barania Góra. Its spring is situated at 1150 m a.s.l. The Biała Wisetka, 6.6 km in length, flows westwards and drains north-western slopes of the mountain. Its spring is situated at 1100 m a.s.l. The streams confluence is at an altitude of 530 m, yet after the construction of the Wisła-Czarne dam reservoir, they completed their course at 545 m (Punzet 1998, Olszamowski 1995).

Chemically, the waters of the streams differ distinctly. The water of the Czarna Wisetka was acidified and represented a calcium-sulfate type with a high concentration of hydrogen, aluminium and iron ions. The pH value was consistently below 7. In the middle and lower course, during periods of low discharge, it was usually 6.4 and 6.8. During the spring thaw pH was at 4.7 and 5.8, respectively. In the upper course of the stream the pH values of 4.0–5.5 were permanent.

The water of the Biała Wiselka represents a calcium-bicarbonate type but with a relatively high content of sulfates and a low electrolytic conductivity <100 mS/cm (Wróbel 1998). A low content of aluminium is present also, which indicates an acidification of some upper tributaries.

The mean annual precipitation was about 1400 mm (Wróbel 1998) and the mean annual discharge, 0.825 m³/s, as measured at the confluence of both Wiselkas before the construction of the dam-reservoir.

3. Method

The material was collected by electrofishing on 25 September 1993. It was conducted with standard gear IUP-12 by two people, one operating the equipment and the other catching struck fish with a landing-net. Caught fish were then conveyed to containers filled with water. At the end of electrofishing, each fish was measured, weighed, and scale samples were collected (from brown trout only) to estimate each fish's age. Finally, all the fish were released back into the stream.

The investigations were carried out at 3 stations, one situated on the Biała Wiselka and two on the Czarna Wiselka (Fig. 1), at 50 m stretches where the stream bed was 5–7 m wide. The stations were situated 1 km upstream from the dam reservoir at an altitude of 575 m and 580 m. When no fish were caught in the Czarna Wiselka at 580 m, electrofishing was conducted at the additional station downstream to the previous. This station was just below the artificial waterfall which is situated at an altitude of 560 m and 0.2 km upstream towards the backwater. Fish accumulate in such places when trying to migrate upstream.

4. Former data

Studies on fish fauna in the upper part of the Vistula River (including the Biała Wiselka and Czarna Wiselka) were performed in the fifties (Kolder 1964, Solewski 1964). This was due to the construction and implementation of the Goczałkowice dam reservoir in 1955 (< 40 km downstream of the confluence of the Biała Wiselka and Czarna Wiselka). The construction of the dam was expected to cause considerable as well as unfavorable changes in the fish population inhabiting the Upper Vistula. The changes were due to the obstruction of autochthonous fish migration in addition to the invasion of allochthonous fish species into the brown trout zone. The first survey in the Upper Vistula was conducted in 1954, while in the lower stretches of the Biała Wiselka and Czarna Wiselka in 1957–1958 and 1960–1961. Only three fish species were found in both streams: brown trout *Salmo trutta* m. *fario* L., minnow *Phoxinus phoxinus* L. (exclusively in the Biała Wiselka, Solewski 1964), and sculpin* *Cottus poecilopus* Heckel. The percentage share of brown trout in the overall number of fish caught amounted to 99–100%. Solewski (l.c.) after a recalculation of electrofishing results, reported 700 fishes/ha of 74.4 kg for the Biała Wiselka (see Tab. 2).

Kolder (1964) emphasized that the number of brown trout in the Czarna Wiselka was significantly lower than that in the Biała Wiselka. Referring to hydrobiological studies conducted by Grzybowska and Sowa in 1961, he explained this fact by the lower abundance of benthic invertebrates, i.e. poorer food resources.

* Solewski (1964) mistakenly reported the bullhead *Cottus gobio* L.

5. Results of the present study

At the two stations situated in the lower course of the Czarna Wiselka, despite a thorough two-hour search, no fish were caught.

At the station situated in the lower course of the Biała Wiselka, 56 fish, representing two species: brown trout *Salmo trutta m. fario* and sculpin *Cottus poecilopus*, were caught weighing approximately 1.5 kg (Tab. 1). Ratio by number of those two species equaled 3 : 2 and ratio by weight was 7 : 1.

Recalculation of the obtained results per 1 hectare of water surface for the Biała Wiselka yielded the following data: approximately 1,866 fish/ha of weight 47.5 kg/ha (Tab. 2).

Among the 32 brown trout caught, young individuals, aging one and two years, prevailed (Tab. 3). Assuming, according to Żarnecki (1958), that in the Upper Vistula only 1% of two-years-old individuals participate in spawning, 80–85% of the fish caught may have been sexually immature.

Table 1. Fishes caught in the Biała Wiselka on 25 September 1993

Tabela 1. Ryby złowione w Białej Wiselce 25.09.1993 r.

Species Gatunek	Number of individuals Liczba osobników	Proportion Udział %	Length Długość cm		Weight Masa g	
			range zakres	\bar{x}	range zakres	\bar{x}
<i>Salmo trutta m. fario</i>	32	57.1	6.2-22.1	14.6	2-106	38.9
<i>Cottus poecilopus</i>	24	42.9	5.6-11.6	8.5	2-17	7.4

Table 2. Fish population in the Biała Wiselka in 1958* and 1993

Tabela 2. Ichtiofauna Białej Wiselki w latach 1958* i 1993

Species Gatunek	Numbers Liczebność				Weight Masa			
	1958		1993		1958		1993	
	N/ha	%	N/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
<i>Salmo trutta m. fario</i>	686	98.0	1066	57.1	74.2	99.7	41.5	87.4
<i>Cottus poecilopus</i>	14	2.0	800	42.9	0.2	0.3	6.0	12.6
<i>Phoxinus phoxinus</i>	+	+			+	+		
Total Suma:	700	100	1866	100	74.4	100	47.5	100

* according to Solewski (1964)
według Solewskiego (1964)

Table 3. Age structure of brown trout *Salmo trutta m. fario* L. population in the Biała Wiselka (25 September 1993)

Tabela 3. Struktura wiekowa populacji pstrąga potokowego *Salmo trutta m. fario* (L.) w Białej Wiselce (25.09.1993)

Age group Grupa wiekowa	Number of individuals Liczba osobników	Total length Długość całkowita cm		Weight of an individual Masa osobnika g	
		range zakres	\bar{x}	range zakres	\bar{x}
0+	6	6.2–8.3	7.8	2–7	4.8
1+	10	10.6–14.5	12.7	12–26	18.9
2+	11	15.5–19.0	18.6	34–63	48.3
3+	5	19.8–22.1	21.0	87–106	99.4

5. Discussion

The obtained results indicate that considerable changes in the fish population inhabiting both streams have taken place in the last 35 years. These changes have affected mainly the fish populations in the Czarna Wiselka, though minor changes have been shown in fish of the Biała Wiselka as well. The fish fauna in the Czarna Wiselka have become extinct, while in the Biała Wiselka, the number of fish increased.

In comparison to 1958, the number of fish in the Biała Wiselka has increased by 167%; brown trouts increasing by 55%, while sculpin population multiplied by as much as 56 times. However, the total weight of fish has decreased by 36%, primarily because of the drop of brown trout mass by 44%, despite the fact that sculpin mass has risen by 30 times. An increase in brown trout numbers which was accompanied by a decrease in their mass meant that in 1993 more younger individuals were caught. This phenomenon might be caused by excessive population density resulting from the prohibition of angling in the nature reserve, or by an influence of stagefall which efficiently obstructed older spawner migration upstream where mortality of autochthonous spawners was high. The latter might be an „echo” of the periodical worsening of chemical conditions in the upper part of the stream (namely acidification) which has been confirmed by benthos studies (Szczęsny 1998). Lack of minnow, one of the most sensitive species to acidification (Anon. 1982), in the last electrofishing supported this hypothesis. The high mortality of older spawners and progressive population „growing younger” may be the first step on a way to its extermination (Rosseland et al. 1980).

It may seem probable that the differences in results reflect the quality of electrofishing equipment used in the fifties compared to that at present. This conclusion appeared to be supported by a low number of small fish, primarily sculpin in the middle of 1958. However, if this was the case, both the number of fish and their mass would have been lowered.

Moreover, differences in the results obtained may reflect differences in stream beds where electrofishing was conducted. In 1958, fish were caught in this part of the stream which now is part of the dam reservoir while in 1993 electrofishing was conducted 1 km upstream the dam reservoir. Most likely, all of the aforementioned phenomena, to varying extent, participated in the process.

However, none of these phenomena explains the lack of fish in the Czarna Wiselka. The absence of fish in this stream may be explained exclusively by a toxic environment, caused

by low pH and a high concentration of ionized aluminum. Studies on the chemical composition of water in both streams, conducted over a period of several years (Wróbel 1998), showed that acidic waters in those streams, as similar to rivers in other regions of Europe, contain considerable concentrations of metal ions, mainly aluminium. Concentration of this metal was negatively correlated with pH. The aluminum concentration in the weakly acidic Biała Wiselka approximated 50 mg Al/dm³ in a pH range of 6.1–7.2. In the lower part of the Czarna Wiselka, 227, mg Al/dm³ was determined at pH 6.6, while in the upper and middle part of the stream, at a pH of 4.3 and 4.0, aluminium concentration equaled 483 mg Al/dm³ and 500 mg Al/dm³, respectively. These values exceeded the limits regarding the harmful effects on water organisms, including fish.

According to Swedish data, the negative influence of the aforementioned factors on fish appears at a pH below 6.5. Minnow and brown trout disappear completely in water reservoirs at a pH slightly below 6.0. The water environment becomes toxic to fish at a pH of 5.5–6.0 and at an aluminium concentration < 200 mg Al/dm³. At a pH of 5.0, lethal aluminium concentration decreases to 100 mg Al/dm³ (Jones 1939, cit. acc. to Dickson 1983).

Aluminium exerts the most toxic action on water organisms when it appears in ionized form – Al³⁺, abruptly rising with a pH below 5.0. At a low pH, fish are influenced not only by high hydrogen but also aluminium ion concentrations. All developmental stadia of fish are impaired by such unfavorable environmental conditions. The highest sensitivity is shown by spawn in their early stages and hatching (Almer 1972, Peterson et al. 1982, Muniz 1983) when the metabolism of the developing organism undergoes the most intensive changes. Developmental disturbances are connected mainly with calcium balance, i.e. calcium ions – Ca²⁺ deficit.

In fully grown fish, acidic and toxic environments cause gill irritation. This results in an excessive mucus secretion which covers the gills, thereby producing an insufficient gas and ion exchange. Less effective oxidation processes in the body tissues and inadequate capacity of ion exchange regulation leads to circulatory insufficiency and, finally, to death (Leivestad 1982, Wood, McDonald 1982). Baker (1982) emphasizes that aluminium ions exert the most pronounced toxic influence on fish organisms when the pH ranges from 5.2 to 5.4, and Al³⁺ concentration slightly exceeds the saturation of a solution with this metal.

Severely toxic conditions have been found in the Czarna Wiselka many times, particularly in periods of high water levels in the stream after snow melting. Usually, they lasted for 8–10 weeks, effectively exterminating the fish population. Stream recolonization by fish in several-month periods of favorable chemical conditions was impossible due to a high (1.6 m) stagefall situated close to the dam reservoir which effectively prevented fish migration from the reservoir.

Dolomite application produced some improvement of chemical conditions in the stream in summer and autumn, but was not effective in periods of high water levels after snow melting in the spring. In that period water remained severely toxic not only to spawn and hatch but also to grown fish. Therefore, stocking the stream with fry would be inefficient and is not recommended.

6. Period of fish disappearance in the Czarna Wiselka

According to the data reported by Kolder (1964), in 1957, two fish species inhabited the Czarna Wiselka: brown trout and sculpin, though their number was much lower than that in the Biała Wiselka. In 1993 no fish were found in this stream. The chemical

composition of water in 1987 (Wróbel, Wójcik 1989) indicated that at that time, fish survival in the Czarna Wisielka was not possible. A comparison of the data regarding fry production in hatchery located in Wisła-Czarne provided evidence that deterioration of water quality had occurred even earlier (Tab. 4). An increase in spawn and hatch mortality was obvious as early as the middle seventies. Hatch and young fry death was observed especially after any heavy rainfall. In 1976, spawn mortality amounted to about 30% while that of hatch to approximately 65%. In two following years, hatch mortality, despite supplementation with fish material derived from other hatcheries, reached 100%. Studies on chemical composition of water, conducted by SANEPID, showed a low pH (aluminium concentration was not studied). Since 1979, only older fry at the end of their juvenile stage were brought in from other hatcheries.

There was one more attempt at fish production beginning from hatches obtained from spawn fertilized by their own spawners, or delivered by other hatcheries in 1982. The mortality of eyed eggs was still very high and increased continuously, reaching 100% in 1985 (Tab. 4). At the end of eighties, fish production in the hatchery located in Wisła-Czarne was discontinued.

Table 4. Production of brown trout *Salmo trutta* m. *fario* L. hatch in hatchery located in Wisła-Czarne in 1976–1986

Tabela 4. Produkcja narybku pstrąga potokowego *Salmo trutta* m. *fario* L. w wylęgarni ryb w Wisle-Czarnem w latach 1976–1986

Years Lata	Fertilized spawn (fs)* Ikra zapłodniona (iz)*	Loss in fs Straty w iz %	Eyed eggs (ee) Ikra zaoczkowana (icz)	Loss in ee Straty w icz %	Hatch Wylęg	Fry Narybek	Hatch and fry mortality Śmiertelność wylęgu i narybku %
1976			728,500**	29.3	515,000 50,000**	17,600	64.8
1977			225,000**	64.4	80,000	260	99.7
1978					60,000**	0	100
1979					120,000**	102,200	14.8
1980					120,000**	103,000	14.2
1981					300,000**	212,000	29.3
1982	200,000**	1.5	197,000	67.0	65,000 + 85,000**	30,000	80
1983	30,000 + 400,000**	8.1	395,000	69.6	120,000	91,200	24
1984	145,000	3.4	140,000	78.6	30,000	26,200	12.7
1985	100,000	5.0	95,000	100	0	0	
1986	80,000	50.0	40,000	100	0 120,000**	103,000	14.2

* from November of the previous year (z listopada poprzedniego roku)

** delivered from the other hatchery (sprowadzono z innej wylęgarni)

References

- ALMER B. 1972. Effects of acidification on fish populations in lakes on the Swedish west coast. Inst. Freshw. Res. Drottningholm. Inform 12.
- ANON. 1982. Acidification today and tomorrow. Swedish Ministry of Agricult. Environm. 82 Committee. Risb.Tryck. AB, Uddevalla, p. 1-231.
- BACKER J. P. 1982. Effects on fish of metals associated with acidification. Acid Rain/Fisheries. Proc. Int. Symp.on Acid Precipit. and Fishery Imp. in NE North America. Corn. Univ. Ithaca, New York, 2-5 August 1981, Amer.Fish.Soc. Grosvenor Lane, p. 165-176.
- DICKSON W. 1983. Water acidification - effects and countermeasures. Summary document. Ecol. Effects of Acid Depos., Nat. Swedish Environ. Prot. Board - Report PM 1636: 267-273.
- KOLDER W. 1964. Der Fischbestand der oberen Wisła und seine Veränderungen nach der Erbauung des Staubeckens Goczałkowice. Acta Hydrobiol. 6: 327-350.
- LEIVESTAD H. 1982. Physiological Effects of Acid stress on Fish. Acid Rain/Fisheries. Proc. Int. Symp. on Acid Precipit. and Fishery Imp. in NE North America. Corn. Univ. Ithaca, New York, 2-5 August 1981, Amer. Fish. Soc., Grosvenor Lane, p. 157-164.
- MACIASZEK W., ZWYDAK M. 1998. Soils in the Czarna Wiselka and Biała Wiselka catchments. In: S. Wróbel (Ed.). Environmental degradation of the Czarna Wiselka and Biała Wiselka catchments, Western Carpathians. Studia Naturae 44: 27-51.
- MUNIZ I. P. 1983. The effects of acidification on Norwegian freshwater. Ecol. Effects of Acid Depos., Nat.Swedish Environ. Prot. Board - Report PM 1636: 299-322.
- OLSZAMOWSKI Z. 1995. Zbiornik zaporowy Wisła-Czarne. W: S. Wróbel (Ed.). Zakwaszenie Czarnej Wiselki i eutrofizacja zbiornika zaporowego Wisła-Czarne. Centr. Inf. Nauk., Kraków, s. 23-26.
- PETERSON R. H., Daye P. G., Lacroix G. L., Garside E. T. 1982. Reproduction in Fish Experiencing Acid and Metal Stress. Acid Rain/Fisheries. Proc. Int. Symp.on Acid Precipit. and Fishery Imp. in NE North America. Corn.Univ. Ithaca, New York, 2-5 August 1981, Amer. Fish. Soc., Grosvenor Lane, p. 177-196.
- PUNZET J. 1998. The Vistula headwaters. In: S. Wróbel (Ed.). Environmental degradation of the Czarna Wiselka and Biała Wiselka catchments, Western Carpathians. Studia Naturae 44: 9-17.
- ROSSELAND B. O., SEVALDRUD I. H., SVALASTOG D., MUNIZ I. P. 1980. Studies on freshwater fish populations - effects of acidification on reproduction, population structure, growth and food selection. In: D. Drablos and A. Tollan (Eds.). Proc. Int. Conf. Impact Acid Precip., Norway 1980, p. 336-337.
- SOLEWSKI W. 1964. Pstrąg potokowy (*Salmo trutta m. fario* L.) dorzecza Wisły (Brown trout *Salmo trutta m. fario* L. in some Carpathian rivers in Poland). Acta Hydrobiol. 6: 33-47.
- SZCZĘSNY B. 1989. Wpływ zakwaszenia na zbiorowiska organizmów wodnych. W: S. Wróbel (Ed.). Zanieczyszczenie atmosfery a degradacja wód. Materiały Sympozjum, Kraków, 14-15 listopada 1989, p. 111-121.
- SZCZĘSNY B. 1998. Benthic macroinvertebrates in the acidified headstreams of the Vistula River. In: S. Wróbel (Ed.). Environmental degradation of the Czarna Wiselka and Biała Wiselka catchments, Western Carpathians. Studia Naturae 44: 145-170.
- WOOD C. M., McDONALD D. G. 1982. Physiological mechanisms of acid toxicity to fish. Acid Rain/Fisheries. Proc. Int. Symp.on Acid Precipit. and Fishery Imp. in NE North America. Corn. Univ. Ithaca, New York, 2-5 August 1981, Amer. Fish. Soc., Grosvenor Lane, p. 197-226.
- WRÓBEL S. 1998. Chemical composition of water in the Czarna Wiselka and Biała Wiselka streams and the Wisła-Czarne dam reservoir. In: S. Wróbel (Ed.). Environmental degradation of the Czarna Wiselka and Biała Wiselka catchments, Western Carpathians. Studia Naturae 44: 81-99.
- WRÓBEL S., WÓJCIK D. 1989. Zakwaszenie wód w Świętokrzyskim Parku Narodowym i w rezerwacie przyrody na Baraniej Górze (Water acidification of waters in the Świętokrzyski National Park and nature reserve on Barania Mountain). W: S. Wróbel (Ed.). Zanieczyszczenie atmosfery a degradacja wód. Materiały z Sympozjum, Kraków, 14-15 listopada 1989, p. 77-83.
- ZARNECKI S. 1958. Poglówie tarlaków pstrąga z Wisły Śląskiej z roku 1954 (Population of trout spawners in Silesian Vistula in 1954). Pol. Arch. Hydrobiol. 4, 18: 207-220.

Streszczenie

Biała Wiselka i Czarna Wiselka znane były od dawna jako potoki rybne. W Wisle-Czarnem – niespełna kilometr od punktu, gdzie łączyły się obie Wiselki tworząc Wisłę, powstała w 1867 r. wylęgarnia ryb lososiowatych. Przez ponad 100 lat była ona uważana za jedną z najlepszych w Polsce produkując narybek, głównie pstrąga potokowego, w oparciu o materiał autochtoniczny.

W 1958 r. obie Wiselki objęto ochroną jako rezerwat przyrody celem zabezpieczenia warunków dla utrzymania obfitej populacji pstrąga potokowego i materiału genetycznego dla dobrze funkcjonującej wylęgarni. Mimo objęcia Wisielek ochroną prawną, w 1974 r. powstał zbiornik Wisła Czarna o pojemności 2,1 mln m³ piętrzący wodę w Białej Wiselce na odcinku ok. 1 km i w Czamej Wiselce na odcinku ok. 0,7 km. Ponadto w korytach obu Wisielek, tuż powyżej cofki zbiornika, wybudowano stopnie wodne o wysokości 1,8 m (Biała Wiselka) i 1,6 m (Czarna Wiselka). Środowisko lotyczne obu Wisielek, zasiedlone przez pstrąga, zostało więc izolowane stopniami wodnymi oraz masą spiętrzonej wody na długości do 1,5 km.

Wodę ze zbiornika czerpie zakład uzdatniania wody w Wisle-Czarnem zaopatrujący wodociągi Wisły i Ustronia oraz wylęgarnię ryb. W połowie lat 70-tych pogorszyła się jakość wody czerpanej ze zbiornika, m.in. z powodu niskiego pH, a w wylęgarni wzrosła śmiertelność wylęgu i narybku. Stwierdzenie toksycznego zakwaszenia Czamej Wiselki w 1988 r. (Szczęsny 1989, Wróbel, Wójcik 1989) zrodziło podejrzenie, że ono właśnie mogło być przyczyną wysokiej śmiertelności ryb w wylęgarni.

W 1993 r. w ramach badań związanych z eksperymentem zubożniania wody Czamej Wiselki za pomocą dolomitu, dokonano odłowu ryb w obu Wiselkach. Ryby odłowiono w dniu 25.09.1993 przy użyciu agregatu prądotwórczego IUP-12. Do badań wyznaczono 50-metrowe odcinki Białej i Czamej Wiselki, gdzie szerokość koryta wynosiła 5–7 m. Stanowiska te znajdowały się w odległości ok. 1 km od ujścia potoków do zbiornika zaporowego. Dodatkowo przeprowadzono odłów w przyujściowym odcinku Czamej Wiselki, tj. powyżej i tuż poniżej stopnia wodnego.

W Czamej Wiselce na dwóch stanowiskach usytuowanych w dolnym biegu potoku nie złowiono żadnej ryby. W Białej Wiselce złowiono 56 ryb o łącznej wadze około 1,5 kg należących do dwóch gatunków: pstrąg potokowy *Salmo trutta* m. *fario* i głowacz pęgopletwy *Cottus poecilopus* (Tab. 1). Stosunek ilościowy obu gatunków miał się jak 3:2, natomiast stosunek wagowy jak 7:1. W przeliczeniu na 1 ha powierzchni wody było to ok. 1866 złowionych ryb o wadze 47,5 kg (Tab. 2). W liczbie 32 pstrągów przeważały osobniki młode, dwuletnie i jednoroczne (Tab. 3).

Z badań nad ichtiofauną dolnego biegu Wisielek prowadzonych w latach 1957–1958 i 1960–1961 (Kolder 1964, Solewski 1964) wynika, że żyły tu wówczas 3 gatunki ryb: pstrąg potokowy *Salmo trutta* m. *fario* L., strzebla potokowa *Phoxinus phoxinus* L. (tylko w Białej Wiselce) i głowacz pęgopletwy *Cottus poecilopus* Heckel. Pod względem liczby zebranych osobników udział pstrąga potokowego wynosił 99–100%. W przeliczeniu na 1 ha powierzchni wody dla Białej Wiselce było to 700 ryb o wadze 74,4 kg (Tab. 2).

W ichtiofaunie Wisielek zaszły więc znaczne zmiany w ciągu ubiegłych 35 lat. W Czamej Wiselce ryby ustąpiły całkowicie, natomiast w Białej wzrosła liczebność ryb i zmieniły się proporcje w udziale ilościowym żyjących tu gatunków. Liczebność ryb w Białej Wiselce wzrosła o 167% w stosunku do 1958 r., przy czym pstrąga o ponad 55%, natomiast aż 56-krotnie głowacza. Jednocześnie ogólna masa ryb zmniejszyła się o 36%, ze względu na znaczny spadek masy pstrąga – aż o 44%, mimo że masa głowacza wzrosła 30-krotnie. Wzrost liczebności pstrąga przy jednoczesnym spadku masy ryb tego gatunku oznacza, że w 1993 r. odławiano więcej osobników małych. To wskazuje na zmianę struktury wiekowej populacji. Jako najbardziej prawdopodobne przyczyny tej zmiany należałoby wskazać:

- izolację populacji ryb spowodowaną wysokim stopniem wodnym skutecznie zamykającym wędrówkę tarlaków starszych roczników w górę potoku; migracja odbywa się tylko w jednym kierunku – w dół potoku;
- przegęszczenie populacji w rezerwacie przyrody, gdzie obowiązuje zakaz połowów wędkarskich;

- wysoką śmiertelność tarlaków starszych roczników spowodowaną dość wysoką zawartością glinu w wodzie – około 50 mg Al/dm³;
- różnice w charakterze koryta potoku na odcinkach, gdzie odlawiano ryby; w 1958 r. odlawiano na odcinku, który obecnie znajduje się w obrębie zbiornika, natomiast w 1993 r. w odległości około 1 km od cofki.;
- różnice jakości technicznej sprzętu połowowego, za czym przemawiałaby niska liczebność małych ryb, zwłaszcza głowacza, w połowie z 1958 r.

Najprawdopodobniej wszystkie wymienione przyczyny odegrały tu rolę, choć w różnym stopniu. Żadna z przyczyn nie wyjaśnia jednakże braku ryb w Czarnej Wiselce. Brak ryb w tym potoku można jedynie wyjaśnić toksycznym środowiskiem spowodowanym niskim pH i dużą zawartością zjonizowanego glinu, dochodzącą do 277 mg Al/dm³ w odcinku dolnym przy pH 6.6 i odpowiednio: 483 mg przy pH 4.3 i 500 mg Al/dm³ przy pH 4.0 w odcinkach środkowym i górnym (Wróbel 1998). Wartości te wielokrotnie przekraczają stężenia letalne dla pstrąga potokowego.

W środowisku wodnym o niskim pH toksycznie oddziałuje na ryby zarówno wysokie stężenie jonów wodorowych, jak i glin. Wrażliwe są wszystkie stadia rozwojowe ryby, jednak uważa się, że najbardziej wrażliwa jest ikra we wczesnym stadium rozwojowym i wylęg (Almer 1972, Peterson et al. 1982, Muniz 1983). Są to okresy najintensywniejszych przemian w metabolizmie rozwijającego się organizmu, a deficyt jonów Ca²⁺ spowodowany kwaśnym środowiskiem prowadzi do zaburzeń rozwojowych.

Oddziaływanie środowiska toksycznego na dorosłe osobniki ryb odbywa się głównie poprzez skrzela. Podrażnienie tkanki skrzelowej wywołuje nadmierne wydzielanie śluzu i niewydolność skrzeli w wymianie gazowej i jonowej. Następuje spadek efektywności utlenienia tkanek ciała i zaburzenia zdolności regulacyjnej wymiany jonowej, co prowadzi do niewydolności układu krążenia i ostatecznie do śmierci (Leivestad 1982, Backer 1982, Wood, McDonald 1982). Niezwykle istotna dla przebiegu tego zjawiska jest obecność i stężenie jonów Ca²⁺ w wodzie (Wood, McDonald l.c.). Baker (l.c.) podkreśla, że toksyczne oddziaływanie jonów Al³⁺ na organizm ryby najsilniej zaznacza się w zakresie pH 5.2–5.4 przy stężeniu nieznacznie przekraczającym stan nasycenia roztworu tym metalem.

Silnie toksyczne warunki dla ryb stwierdzono w Czarnej Wiselce wielokrotnie, zwłaszcza wiosną, w okresie wezbrań wód roztopowych. Warunki takie utrzymywały się zwykle przez 8–10 tygodni, skutecznie wyniszczając populację ryb. W okresach poprawy warunków chemicznych, trwających wiele miesięcy i korzystnych dla ryb, rekolonizacja potoku była i jest niemożliwa, ponieważ wysoki (1,6 m) stopień wodny usytuowany tuż powyżej cofki stanowi dla ryb barierę nie do pokonania i uniemożliwia ich migrację ze zbiornika w górę potoku.

Dolomitowanie, mimo pewnej poprawy warunków chemicznych w potoku w okresie letnim i jesiennym, okazało się nieskuteczne w okresie roztopów wiosennych. W tym okresie woda Czarnej Wiselki była nadal silnie trująca nie tylko dla ikry i wylęgu, ale także dla ryb dorosłych. Zatem zarybianie Czarnej Wiselki byłoby nieskuteczne.

Z badań chemicznych dokonanych w 1987 r. w Czarnej Wiselce (Wróbel, Wójcik 1989) wynika, że już wówczas przeżycie ryb w tym potoku było niemożliwe. Pogorszenie się jakości wody nastąpiło wcześniej, co potwierdza zestawienie wyników produkcji narybku w wylęgarni ryb w Wiśle Czarnem (Tab. 4). Wzrost śmiertelności ikry i wylęgu zaznaczył się wyraźnie już w połowie lat 70-tych. Śnięcie wylęgu i młodego narybku obserwowano zwłaszcza po większych opadach deszczu. W 1976 r. śmiertelność ikry wynosiła około 30%, a wylęgu ok. 65%. W następnych dwóch latach śmiertelność wylęgu, mimo sprowadzania go z innych wylęgarni, gdzie nie było tego zjawiska, osiągnęła 100%. Wykonane wówczas przez SANEPID badania chemiczne wody wykazały niską wartość pH (zawartość glinu nie badano).

W 1982 r. podjęto raz jeszcze produkcję narybku z własnego wylęgu uzyskiwanego z ikry zapłodnionej z własnych tarlaków, bądź to sprowadzanej z innych wylęgarni. I tym razem okazało się, że śmiertelność ikry zaoczkowanej była bardzo wysoka i konsekwentnie wzrastała z roku na rok osiągając 100% w 1985 r. (Tab. 4). Pod koniec lat 80-tych, z uwagi na wysoką śmiertelność także narybku starszego, wylęgarnia w Wiśle-Czarnem zaprzestała jego produkcji.