

Charakterystyka wybranych źródeł Śląska Opolskiego

Characteristics of selected springs of Opole Silesia region

Sylwia Horska-Schwarz¹, Krzysztof Spałek²

1) Zakład Geografii Fizycznej, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego,
Uniwersytet Wrocławski, pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław,
e-mail: sylwia@horska-schwarz.pl

2) Pracownia Geobotaniki i Ochrony Roślin, Katedra Biosystematyki,
Uniwersytet Opolski, ul. Oleska 22, 45-052 Opole,
e-mail: kspalek@uni.opole.pl

Abstract: The aim of the research was the verification of environmental and anthropogenic factors responsible for the quality of environmental conditions and their variability over time. An important step was to assess plant species communities and habitat preferences of individual species. It has been shown that the abundance of soil, and water features in the case of the tested springs do not bring the same species composition of plant communities. Very important are dynamic environmental factors, such as water temperature, water pH, the content of nutrients and the degree of water and sediment heavy metals pollution. The results of research are the starting material for the evaluation of stability of ecosystems and biodiversity of the springs.

Key words: ecosystem, habitat, spring

Słowa kluczowe: ekosystem, siedlisko, źródło

Wprowadzenie

Celem podjętych badań była szczegółowa charakterystyka lokalnych warunków siedliskowych wybranych źródeł Śląska Opolskiego oraz ocena dynamicznych czynników środowiskowych odpowiadających za jakości wód i osadów dennych. Na potrzeby pracy wytypowano cztery obszary źródłiskowe, których wody drenują utwory retu i wapienia muszlowego występujące w podłożu. Ze względu na położenie źródlisk, źródła zaliczono do typu krawędziowo-dolinowego. Przy doborze powierzchni badawczych szczególne znaczenie miała: geneza oraz charakter wód podziemnych. Ważnym etapem badań była ocena struktury roślinności wodnej oraz analiza zasobności siedlisk w makro- i mikroelementy. Zbiorowiska roślinne scharakteryzowano pod kątem składu gatunkowego oraz zdolności do fitoakumulacji wybranych pierwiastków.

Metody badań

Na potrzeby niniejszego opracowania prace badawcze prowadzone były w kilku etapach:

I. W sezonach wegetacyjnych 2006-2007 wykonano zdjęcia fitosocjologiczne poszczególnych obszarów źródliskowych. Zastosowano metodę Braun-Blaqueta (Braun-Blanquet 1964; Pawłowski 1977). Nazewnictwo zespołów i ich przynależność syntaksonomiczną oparto na pracy Matuszkiewicza (2001). Nomenklaturę gatunków roślin naczyniowych przyjęto według Mirka i in. (2002).

II. W okresie styczeń-marzec 2008 wykonano:

✓ pomiary wód bezpośrednio w terenie (pH, konduktancja, temperatura wody, zawartość O₂ w wodzie);

✓ prace laboratoryjne, obejmowały analizy fizyczno-chemiczne: wód (zawartość makro- i mikroelementów: Ca, Na, K, Mg, Fe, Mn, Al, Zn, Cu, Cd, Pb - metoda oznaczeń: mineralizacja i płomieniowa absorpcja atomowa FAAS oraz met. kuwety grafitowej GFAAS; zawartość: SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻); osadów dennych (zawartość makro- i mikroelementów: Ca, Na, K, Mg, Fe, Mn, Al, Zn, Cu, Cd, Pb - oznaczono metodami: mineralizacja i FAAS; pomiar pH w wyciągu wodnym, zawartość CaCO₃) oraz części naziemnych roślin (zawartość makro- i mikroelementów: Ca, Na, K, Mg, Fe, Mn, Al, Zn, Cu, Cd, Pb w masie zielonej - oznaczono metodami: mineralizacja i FAAS).

Charakterystyka obszaru badań

Do badań wytypowano cztery obszary źródliskowe leżące na obszarze Śląska Opolskiego pomiędzy Wyżyną Krakowsko-Częstochowska a Niziną Śląską.

Pierwszy obszar badawczy - źródło Odrowąż (N 50 30.888 E 17 57.325) - położony jest w obrębie makroregionu Nizina Śląska. Tworzy zatopione źródło, składające się z szeregu pojedynczych, pulsujących źródeł (Staśko 1984). Strefa wypływu wód podziemnych znajduje się na wysokości 151 m n.p.m. Jest to źródło typu krawędziowo-dolinne. Źródło znajduje się w obrębie dystalnej części terasy zalewowej Odry – w bezpośrednim oddziaływaniu wód powodziowych. Zasilające je wody podziemne drenują wapienie i dolomity retu występujące w podłożu.

Kolejne źródło znajduje się na Wyżynie Śląskiej, w Błotnicy Strzeleckiej. Położone jest na wysokości około 245 m n.p.m (lokalizacja GPS: N 50 29.912 E 18 24.765). Nazywane jest powszechnie miejscem wypływu tysiąca źródeł. W obrębie badanego źródła występującego na dwóch poziomach znajduje się szereg źródeł o różnym charakterze: krasowo-szczelinowym, zaporowym, ascenzyjnym oraz pulsującym. Wody podziemne drenują wapienie i dolomity retu występujące w podłożu (Staśko 1984). Kolejne źródło znajduje się w miejscowości Gąsiorowice. Położone jest w centrum wsi (lokalizacja GPS: N 50 33.456 E 18 21.523). Wody podziemne drenują wapienie i dolomity retu występujące w podłożu. Ponieważ dno źródła (położone na wysokości 217 m n.p.m) zostało mechanicznie oczyszczone prezentowane wyniki badań nie oddają w pełni warunków siedliskowych.

Ostatnie badane źródło znajduje się w Roźniątowie. Źródło ma postać dużego zbiornika wodnego położonego na wysokości 232 m n.p.m, który znajduje się w centralnej części wsi (lokalizacja GPS: N 50 30.456 E 18 15.054). Wody podziemne zasilające źródło drenują - podobnie, jak w poprzednich przypadkach - wapienie i dolomity retu występujące w podłożu.

Charakterystyka siedlisk

Na potrzeby pracy przyjęto, że środowisko to całokształt warunków siedliskowych (abiotycznych) działających na daną jednostkę biologiczną (Matuszkiewicz 2001). Zatem jakość środowiska w skali lokalnej rozumiana jest jako zasobność w składniki pokarmowe oraz ich potencjalna dostępność. Wobec powyższego założono, że dynamika środowiska wodnego może determinować amplitudę ekologiczną danego gatunku (tzn. decydować o zasięgu jego występowaniu, wzroście czy rozmnażaniu, czyli o tzw. tolerancji danej rośliny na panujące warunki siedliskowe), a także warunkować pobór składników z wód i podłoża.

W pierwszej części pracy skupiono się na pełnej analizie warunków siedliskowych obejmującej charakterystykę właściwości fizyczno-chemicznych wód oraz podłoża. Uznano, że w przypadku środowiska wodnego istotna będzie próba określenia czynników ograniczających występowanie poszczególnych gatunków. Przyjęto, że dynamicznym czynnikiem wpływającym na dostępność składników pokarmowych dla roślin może być w badanych przypadkach: kwasowość siedliska (pH wód oraz osadów dennych), temperatura wody, zasobność w składniki pokarmowe.

Skład chemiczny badanych wód podziemnych zależy przede wszystkim od rodzaju i właściwości skał, które te wody drenują. W przypadku badanych źródeł wody charakteryzowały się lekko zasadowym odczynem, co korelowane jest z charakterem skał znajdujących się w podłożu (Tabela 1). Średnie wartości pH wód różnicowały się w zależności od położenia poszczególnych obszarów źródłowych. Zawierały się w przedziale od: 7.4 - wody w Gąsiorowicach; 7.25 - w Błotnicy Strzeleckiej; 7.18 - w Odrowążu do 7.0 - w Roźniątowie.

Tab. 1. Ogólna charakterystyka źródeł (x – występuje)

Tab. 1. Total characteristics of the springs (x - present)

Ogólna charakterystyka siedliska	Błotnica Strzelecka	Gąsiorowice	Roźniątów	Odrowąż
gatunki dominujące				
Veronica beccabunga		x	x	
Berula erecta fo. submersa	x			
Callitriche hamulata	x			
Callitriche stagnalis				x
właściwości fizyczno-chemiczne wód				
temperatura w st.C	9.15	9.2	11.5	9.6
gradient temperatury	0.3	0.4	4.1	0.1
pH	7.25	7.4	7.0	7.18
tlen rozpuszczony mg/dm ³	8.64-10.12	4.95	9.33-21.25	1.5-1.75
Mineralizacja [g/dm ³]	1.6	1.4	1.4	0.75
Utlonialność [mg/dm ³]	1.5	2.5	3.7	1.5
Twardość ogólna [mval]	7.1	6.5	6.65	4.5
Ca [mg/dm ³]	85.28	80.50	82.63	93.85
Mg [mg/dm ³]	17.62	13.30	16.42	19.41
Na [mg/dm ³]	6.73	6.06	5.71	8.01
Zn [ug/dm ³]	2.86	3.00	2.19	2.63
Pb [ug/dm ³]	0.36	0.34	0.46	1.48
Cu [ug/dm ³]	5.94	5.84	5.04	15.89

Cd [ug/dm ³]	0.06	0.01	0.02	0.35
Al. [ug/dm ³]	1.32	3.54	4.83	0.25
pozostałe: K, Al., Mn	<1	<1	<1	<1
chlorki [mg/dm ³]	18-26	11	15-17	33-34
siarczany [mg/dm ³]	81-84	90-92	72-75	100-102
azotany [mg/dm ³]	45-47	40-41	42-100	30-34
fosforany [mg/dm ³]	0.02-0.77	0.15	0.07-0.08	0.03
amoniak [mg/dm ³]	0	0	0	0.1
właściwości fizyczno-chemiczne osadów				
pH	7.15	7.97	7.24	7.88
Ca [ppm/kg]	4741.56	9023.08	10715.93	44038.45
Fe [ppm/kg]	1835.74	119.14	241.20	5843.50
K [ppm/kg]	1620.87	1871.97	182.93	925.21
Al. [ppm/kg]	1434.33	78.10	126.63	3400.50
Mg [ppm/kg]	659.25	365.50	280.50	1138.00
Na [ppm/kg]	450.25	323.75	33.00	91.95
Mn [ppm/kg]	54.55	15.23	11.05	292.02
Zn [ppm/kg]	39.30	17.48	18.52	194.22
Cu [ppm/kg]	7.78	5.48	5.55	20.31
Pb [ppm/kg]	6.18	0.00	2.05	57.27
Cd [ppm/kg]	0.96	0.50	0.30	0.63

Jeżeli chodzi o temperaturę wody, to najwyższą jej wartość zarejestrowano w źródłisku w Roźniątowie (wynosiła 11.5°C). Nieco niższą temperaturę odnotowano w Odrowążu (9.6°C) oraz Gąsiorowicach (9.4°C), zaś najchłodniejsze okazały się wody w Błotnicy Strzeleckiej (9.15°C). Temperatura badanych wód podziemnych zależy od wielu czynników, jednak do najważniejszych należy głębokość poziomu wodonośnego, z którego pochodzą wody. W przypadku badanych źródeł można powiedzieć, że wody cechują się względnie małą amplitudą zmian temperatury (tak jest zwłaszcza w przypadku źródła Odrowąż - wahania temperatury mieszczą się w przedziale 1°C – (Staśko 1984).

Według ogólnej ilości rozpuszczonych składników mineralnych, badane wody zaklasyfikowano jako wody: średnomineralizowane (500-1500 mg/dm³): Odrowąż, Gąsiorowice oraz Roźniatów oraz wysokozmineralizowane (>1500 mg/dm³): Błotnica Strzelecka. Wartość wskaźnika konduktancji wskazuje, że są to wody: o podwyższonej mineralizacji (500-1000 mg/dm³): Odrowąż i mineralne (>1500 mg/dm³): pozostałe źródła. Ostatecznie zaliczono je do wód: akrategowych (M 0.5-1.0 g/dm³): Odrowąż (0.75 g/dm³) oraz mineralnych (M>1.0 g/dm³): Błotnica Strzelecka (1.6 g/dm³), Gąsiorowice (1.4 g/dm³), Roźniatów (1.4 g/dm³).

Twardość ogólna badanych wód we wszystkich przypadkach wynosiła powyżej 6.5 mval/dm³ – na tej podstawie wody te zaliczono do wód twardych. Ze względu na niską zawartość: siarczanów, magnezu, azotu amonowego, węglanów, a także wartość pH i twardość węglanową stwierdzono, że badane wody nie są wodami agresywnymi. Ze względu na skład chemiczny zaliczono je: do klasy wód siarczanowych, grupy wód wapniowych; wód wodorowęglanowo-siarczanowo-chlorowo-wapniowo-magnezowe (SO₄²⁻ - Cl⁻ - Ca²⁺ - Mg²⁺) - biorąc pod uwagę substancje rozpuszczone zawarte w badanej wodzie o stężeniu powyżej 10%; do normalno chlorowych, normalno siarczanowych, słabo lub normalno węglanowych – klasyfikacja ze względu na zawartość: Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻ (mval/dm³) w badanej wodzie (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002).

Analiza składu chemicznego wykazała, że wody w obrębie poszczególnych źródeł są zasobne w substancje rozpuszczone. Zawierają stosunkowo duże koncentracje makroskładników tj.: wapnia (od 80.4 do 93.85 mgCa/dm³), magnezu (od 13.3 do 19.41 mg Mg/dm³), sodu (od 6.06 do 8.01 mgNa/dm³), potasu (od 0.54 do 1.24 mgK/dm³) oraz manganu (0.001-0.076 mgMn/dm³).

Najbardziej zasobne w wapń były wody w źródle Odrowąż. Podobna sytuacja dotyczyła koncentracji magnezu oraz sodu. W przypadku potasu najzasobniejsze okazały się wody w Gąsiorowicach, zaś najwyższą zawartość manganu i żelaza stwierdzono w wodach w Błotnicy Strzeleckiej. Pozostałe pierwiastki występowały w stężeniach śladowych (miedź od 0.015 do 6.23 µg/dm³, cynk od 0.002 do 3.55 µgZn/dm³, ołów od 0.0014 do 0.59 µgPb/dm³ oraz kadm od 0.0003 do 0.09 µgCd/dm³). Największy udział metali ciężkich: Al, Cd, Cu oraz Pb zarejestrowano w obrębie źródła w Odrowążu. Przymuszczałoby się, że wysoka koncentracja w tym przypadku warunkowana jest położeniem źródła w strefie zalewowej doliny Odry oraz wynika z bezpośredniego kontaktu z wodami aluwialnymi.

Należy podkreślić, że wody badanych źródeł wykazują wzbogacenie w substancje biogenne - zawartość azotanów w poszczególnych źródłach wahała się w przedziale od 34.48 do 101.31 mgNO₃/dm³, zaś siarczanów od 72.9 do 102.39 mgSO₄/dm³.

Udział pozostałych substancji: azotanów i siarczanów mieścił się w granicy tła geochemicznego (tło geochemiczne wód dla wybranych składników przyjęto za: Macioszczyk, Dobrzyński 2002: azotanowy <1 mg/dm³, siarczany od 5 do 60 mg/dm³). Podobna sytuacja dotyczyła wskaźników zasolenia (chlorki od 11.22 do 33.16 mgCl/dm³), zawartości fosforanów (od 0.02 do 0.77 mgPO₄/dm³) oraz amoniaku (od 0 do 0.03 mgNH₄/dm³). W przypadku amoniaku i chlorków najwyższe stężenie stwierdzono w wodach źródła Odrowąż. Zaś najwyższe koncentracje fosforanów cechowały wody Błotnicy Strzeleckiej.

Właściwości fizyczno-chemiczne podłoża

Osady dennie wyścielające dno poszczególnych obszarów źródłiskowych charakteryzowały się odczynem zasadowym. Najwyższe wartości pH zarejestrowano w osadach dennych w obrębie źródła Odrowąż (pH 8.03). Nieco niższe pH stwierdzono w przypadku osadów dennych w Gąsiorowicach (pH 7.96). Najniższe wartości zarejestrowano w Roźniątowie (pH 7.24) oraz Błotnicy Strzeleckiej (pH 7.1).

Badania laboratoryjne wykazały, że osady dennie we wszystkich badanych stanowiskach są zasobne w wapń. Największe koncentracje wapnia zarejestrowano w Odrowążu (>44 000 ppmCa/kg). W przypadku źródeł: w Roźniątowie i Gąsiorowicach zawartość Ca w osadzie wahała się w przedziale: 10 000-9000 ppmCa/kg. Najniższe stężenie zaobserwowano w osadzie dennym w Błotnicy Strzeleckiej - około 4700 ppmCa/kg.

Zawartość żelaza w badanych osadach była bardzo zróżnicowana: wynosiła od 5843.5 ppmFe/kg w Odrowążu; 1835.5 ppmFe/kg w Błotnicy Strzeleckiej do <15 ppmFe/kg w przypadku Gąsiorowic i Roźniątowa. Podobna sytuacja dotyczyła zawartości glinu (3400.5 ppmAl/kg – Odrowąż; 1434.3 ppmFe/kg – Błotnica Strzelecka, <100 ppmFe/kg: Gąsiorowice i Roźniątów) oraz magnezu (1138 ppmMg/kg – Odrowąż; 659 ppmMg/kg – Błotnica Strzelecka; 365 ppmMg/kg – Gąsiorowice; 280 ppmMg/kg – Roźniątów). Największy udział metali ciężkich: Cd, Pb, Cu, Mn, Fe, Mg, Zn oraz Al w odniesieniu do pozostałych źródeł stwierdzono w osadach wyścielających źródło w Błotnicy Strzeleckiej.

Charakterystyka zbiorowisk roślinnych

Na badanym obszarze wydzielono dwa zespoły należące do związku Ranunculion fluitantis i klasy Potametea oraz jedno zbiorowisko roślinne:

✓ *Ranunculo-Callitricheum hamulatae* Oberd. 1957 em. Müll. 1977

Fitocenozy *Ranunculo-Callitricheum hamulatae* zostały stwierdzone w źródłach w Błotnicy Strzeleckiej, Roźniątowie i Gąsiorowicach. Rozwijają się zazwyczaj na głębokości od 5 do 100 cm i zajmują najczęściej niewielkie powierzchnie (od 0.5 m² do 2 m²). W płatach tego zespołu gatunkami dominującymi są *Callitriche hamulata* oraz *Veronica beccabunga*. Bardzo często spotykane są również kadłubowe płaty tego zespołu z dominującą tylko *Veronica beccabunga*. W większości płatów zbiorowisko to ma budowę dwuwarstwową, rzadziej jednowarstwową. Notowano w nich od 1 do 4 gatunków roślin.

W Polsce *Ranunculo-Callitricheum hamulatae* jest zbiorowiskiem bardzo rzadko notowanym. Dotychczas został stwierdzony w rzece Mławka koło Mławy (Tomaszewicz 1979; Matuszkiewicz 2005), w cieku w Opolu-Grotowicach (Spalek 2004) oraz na Równinie Opolskiej w Małej Panwi (Spalek 2005). Najprawdopodobniej jednak fitocenozy tego zespołu mogą być w Polsce szerzej rozpowszechnione.

✓ *Ranunculo-Sietum erecto-submersi* (Roll 1939) Müll. 1962

Fitocenozy *Ranunculo-Sietum erecto-submersi* zostały w źródle w Błotnicy Strzeleckiej. Rozwijają się zazwyczaj na niewielkich powierzchniach, na głębokości wody 20-100 cm. W płatach tego zespołu gatunkiem dominującym jest *Berula erecta* fo. *submersa* z rzadkim udziałem *Veronica anagalis-aquatica* fo. *submersa*. Zbiorowisko to ma budowę jednowarstwową, rzadko dwuwarstwową. Notowano w nim od 1 do 6 gatunków roślin.

W Polsce *Ranunculo-Sietum erecto-submersi* występuje na obszarach wyżynnych i na pogórzu Sudetów i Karpat oraz na terenach młodo glacialnych, w potokach płynących na zasobnym w wapń podłożu morenowym (Matuszkiewicz 2001). Występuje również na Równinie Opolskiej - Małej Panwi (Spalek 2005).

✓ Zbiorowisko z *Callitriche stagnalis*

Płaty zbiorowiska z dominacją *Callitriche stagnalis* zostały stwierdzone jedynie w źródle w Odrowążu. Rozwijają się one na stosunkowo dużych powierzchniach, na głębokości wody 50-200 cm. W płatach tego zespołu gatunkiem dominującym jest *Callitriche stagnalis* z mniejszym udziałem *Callitriche hamulata* i *Callitriche verna*. Zbiorowisko to ma budowę jednowarstwową. Notowano w nim od 1 do 5 gatunków roślin.

Fitodostępność składników pokarmowych a adaptacja roślin do warunków siedliskowych

Na potrzeby opracowania przyjęto, że adaptacja roślin do warunków siedliskowych to nic innego jak przystosowanie się danego gatunku do danego środowiska. W przypadku badanych źródeł do dynamicznych czynników środowiskowych, które mogą wpływać na jakość siedliska, a tym samym ograniczać np. dostępność składników pokarmowych zaliczono: pH (wód i osadów), temperatura wody (ograniczający wpływ na rozmieszczenie gatunków może wynikać z przeżywalności, rozrodczości osobników, ect.), biogeny (bezpośrednio wpływają na trofię wód, warunkują zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie, nadmierna ilość biogenów prowadzi do dystrofii), substancje potencjalnie toksyczne (skażenie metalami ciężkimi prowadzi do różnych reakcji roślin od ekspansji po wymieranie, ogranicza rozwój siewek - Falińska, 2004).

W ostatnim etapie badań podjęto próbę określenia zdolności poszczególnych gatunków do fitoakumulacji składników pokarmowych w masie zielonej. Badania laboratoryjne wykazały, że badane gatunki występujące w źródłach: Odrowąż, Błotnica Strzelecka, Gąsiorowice oraz Roźniątów - nawet w warunkach środowiska alkaicznego - charakteryzują się względnie dużą zdolnością do fitoakumulacji makro- i mikroskładników: Ca, Na, K, Mg, Fe, Mn, Al, Zn, Cu, Cd, Pb (Tabela 2).

Tab. 2. Zawartość pierwiastków w suchej masie [w ppm/kg]
Tab. 2. The concentration of elements in the dry weight [in ppm/kg]

ŹRÓDLISKO	GATUNEK	Na	K	Mg	Mn	Fe	Cu	Cd	Pb	Zn	Al	Ca
	<i>Callitriche hamulata</i>	3232.50	6419.92	6219.17	589.17	8979.33	66.48	4.05	39.00	407.23	7291.08	135531.21
BŁOTNICA STRZELECKA	<i>Veronica beccabunga</i>	7185.00	28155.60	4180.00	169.50	784.75	45.35	6.55	10.05	270.35	519.50	42909.45
	<i>Berula erecta</i> fo. <i>submersa</i>	6132.50	8489.60	4462.50	257.75	890.83	47.63	5.10	15.48	207.83	495.50	142989.73
ROŹMIĄTÓW	<i>Veronica beccabunga</i>	365.00	208.40	2720.00	191.50	9880.00	89.60	1.15	0.00	244.70	8688.00	143140.60
GAŚSIOROWICE	<i>Veronica beccabunga</i>	775.00	355.33	13665.00	497.00	9640.00	69.85	2.18	1083.35	188.25	6222.50	113418.55
ODROWAŻ	<i>Callitriche stagnalis</i>	17039.50	34803.85	3140.00	115.80	1040.00	40.50	0.00	64.40	622.40	1700.00	11724.65

Na ogół składniki te pobierane są przez rośliny proporcjonalnie do stężenia, w jakich występują w podłożu, czy roztworze, zaś intensywność ich pobierania warunkowana jest odczynem np. gleby. Jednak w badanym przypadku stwierdzono, że koncentracje wszystkich pierwiastków były znacznie wyższe w suchej masie roślinnej niż ich stężenia w wodach, czy osadach dennych. Analizując zawartość wybranych pierwiastków zakumulowanych w częściach naziemnych badanych roślin w odniesieniu do średniego zapotrzebowania na te składniki (Cu: 2-4 ppm/kg; Zn: 15-30 ppm/kg, Mg około 4 ppm/kg, Mn: 10-25 ppm/kg; Pb: 2-5 ppm/kg wg Pendias-Kabata, Pendias 1993), można powiedzieć, że badane gatunki wykazują względnie duże zdolności do przyswajania składników pokarmowych oraz stosunkowo wysoką tolerancję na pierwiastki potencjalnie toksyczne tj.: Pb, Cd, Cu czy Zn.

Podsumowanie

W literaturze podkreśla się, że niektóre gatunki występujące na zasobnym podłożu często wykazują wysoką odporność na substancje potencjalnie toksyczne, wskazującą na mechanizmy ochronne, ograniczające negatywny wpływ tych składników na procesy fizjologiczne roślin (Fabiszewski 1979, 1986). W badanym przypadku tolerancja występujących w źródłach gatunków, może być warunkowana właściwościami środowiska wodnego oraz względnie niskim poziomem antropopresji. Wyniki badań z 2008 roku dotyczące chemizmu wód porównywano z wynikami uzyskanymi w roku 1984 oraz 1992 roku przez prof. S. Staśko. Na tej podstawie stwierdzono, że badane źródła cechują się względnie małą zmiennością właściwości fizyczno-chemiczne w czasie. W obrębie badanych źródeł występujące fitocenozy cechują się odmiennym składem gatunkowym. Jedną z ważniejszych przyczyn zróżnicowania środowiska wodnego może być rosnący poziom stresu (rozumiany jako zmiana właściwości fizyczno-chemicznych wód w czasie, wzrost zanieczyszczenia - biogenów, czy mechaniczna ingerencja). W przypadku badanych środowisk wodnych duże znaczenie odgrywają dynamiczne czynniki środowiskowe jak: np. temperatura wody, pH wód oraz sezonowe zmiany innych parametrów zależnych od: temperatury powietrza, wahań poziomu wód wynikającego ze zmiennej wydajności źródeł, czy prędkości wymiany wód. Wskazanie zatem jednego czynnika warunkującego skład gatunkowy nawet w przypadku względnie podobnych warunków środowiskowych (w skali lokalnej) jest zadaniem trudnym. Pomimo tego, uzyskane wyniki badań są doskonałym materiałem wyjściowym dla dalszej oceny jakości oraz dynamiki zmian środowiska wodnego badanych źródeł.

Literatura

- Braun-Blanquet J., 1964, Pflanzensozologie, Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Springer Verl., Wien-New York, ss. 1-865.
- Fabiszewski J., 1979, Ekologiczne problemy skażenia roślin związkami siarki i metalami ciężkimi, PAN Oddział Wrocław, Komisja Nauk o Ziemi, Wrocław, ss. 55-69
- Fabiszewski J., 1986, Heavy metal tolerance of *Cardaminopsis hallerii* (L.), Hayek populations In Polish Tatra Mts. *Acta Soc.Bot.Pol.* 55.3, ss. 421-428
- Falińska K., 2004, Ekologia roślin, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 97-166
- Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2002, Hydrogeologia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 167-292
- Matuszkiewicz W., 2005, Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski, *Vademecum Geobotanicum 3*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 1-537
- Mirek Z., Piekos-Mirkowa H., Zajac A., Zajac M., 2002, Flowering plants and pteridophytes of Poland - a checklist. – [w:] Z. Mirek (red.), Biodiversity of Poland 1, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, ss. 1-442
- Pawłowski B., 1977, Skład i budowa zbiorowisk roślinnych oraz metody ich badania. [w:] W. Szafer, K. Zarzycki (red.), Szata roślinna Polski. Wyd. 3. 1, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa. ss. 237-269
- Pendias-Kabata A., Pendias H., 1993, Biogeochemia pierwiastków śladowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 1-364
- Spalek K., 2004, Rare and endangered plant communities of Opole. *Nature Journal 37*, Opole Scientific Society, ss.5-16.
- Spalek K., 2005, Rzadkie i ginące zbiorowiska z klas *Lemnetea minoris* i *Potametea* na Równinie Opolskiej. *Fragm. Flor. Geobot. Polonica 12(1)*: 123-133.
- Staśko S., 1984, Charakterystyka hydrogeologiczna wybranych źródeł Śląska Opolskiego, *Materiały i Studia Opolskie, XXVI, Zeszyt 52/53*, Opole, ss. 277-298
- Staśko S., 1992, Wody podziemne w węglanowych utworach triasu opolskiego, *Prace geologiczno-mineralogiczne XXXII*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław, ss. 1-71
- Tomaszewicz H., 1979, Roślinność wodna i szuwarowa Polski (Klasy: *Lemnetea*, *Charetea*, *Potamogetonetea*, *Phragmitetea*) wg stanu zbadania na rok 1975. *Rozpr. Uniw. Warsz.*, Warszawa. ss. 324