

KUMULACJA METALI ORAZ RÓWNOWAGA KATIONOWA *Typha latifolia* L. JAKO WSKAŹNIK STANU ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA

Barbara Letachowicz, Józef Krawczyk, Agnieszka Klink

Zakład Ekologii i Ochrony Przyrody. Instytut Biologii Roślin,
Uniwersytet Wrocławski we Wrocławiu

Wstęp

Pałka szerokolistna (*Typha latifolia* L.) należy do makrohydrofitów i jest szeroko rozprzestrzeniona na całym niżu i w niższych położeniach górskich [PODBIELKOWSKI, TOMASZEWICZ 1982]. Jest gatunkiem przyczyniającym się do obiegu pierwiastków pokarmowych i metali ciężkich [PIP 1990] oraz może być wykorzystywana w bioindykacji. Zgodnie z założeniami CZARNOWSKIEGO [1977] wszystkie rośliny charakteryzuje stabilność składu chemicznego, wyrażona tzw. stałą równowagą kationową. Odstępstwa od stałej równowagi mogą być spowodowane np. pobieraniem metali ciężkich i dlatego mogą służyć jako wskaźnik zanieczyszczenia środowiska.

Celem badań było oznaczenie zawartości makroelementów i metali ciężkich w osadach, liściach i kłęczach pałki szerokolistnej oraz określenie sum ważonych pierwiastków kwadratowych koncentracji względnych makro- i mikroelementów w liściach badanego gatunku.

Materiał i metody

Materiał pobrano z siedmiu niewielkich zbiorników wodnych z okolic Nysy (N50°29' E17°20') w województwie opolskim. Pięć z tych zbiorników to wyrobiska poźwirowe (stanowiska 1–5), powstałe przy budowie zbiornika zaporowego, zlokalizowane koło wsi Biała Nyska (N50°27' E17°19'), na południowy zachód od Nysy. Dwa pozostałe, to stawy hodowlane (stanowiska 6 i 7) usytuowane na wschód od Nysy, koło wsi Konradowa (N50°29' E17°22'). W zbiornikach tych *Typha latifolia* tworzyła pojedyncze, różnej wielkości płyty, toteż w każdym zbiorniku wyznaczono po trzy miejsca (na dwóch przeciwległych końcach płyty i w jego centrum), z których pobrano próby osadów dennych i roślin. Pojedynczą próbę roślin stanowiły wszystkie liście 6 osobników pałki i kłącza bezpośrednio przylegające do części nadziemnych.

Osady dennie wysuszono powietrznie, przesiano przez sito o średnicy oczek 2 mm i roz tarto. Oznaczono w nich azot ogólny metodą Kjeldahla, fosfor przyswajalny metodą wanadomolibdenianową, formy wymienne (po ekstrakcji octanem

amonowym – 1 mol·dm⁻³) sodu, wapnia i potasu na fotometrze płomieniowym, a magnezu metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej [BEDNARIK i in. 2004]. Do oznaczenia zawartości metali osady zmineralizowano w układzie otwartym w stężonym kwasie azotowym z dodatkiem nadtlenu wodoru.

Pobrane rośliny zostały umyte w wodzie destylowanej i podzielone na części. Do analiz wykorzystano szczytowe części liści o długości 20 cm, dolne części liści również o długości 20 cm oraz kłącza o długości 10 cm. Tak przygotowany materiał wysuszono, zmielono, a następnie zmineralizowano w układzie otwartym w stężonym kwasie azotowym z dodatkiem nadtlenu wodoru.

W materiale roślinnym oznaczono zawartość azotu metodą Kjeldahla, fosforu metodą kolorymetryczną z molibdenianem amonu, a pozostałe makropierwiastki tymi samymi metodami co osady denne.

Zawartość Fe, Mn i Zn w osadach dennych oraz w częściach nadziemnych i zanurzonych pąki, oznaczono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej aparatem AVANTA PM firmy GBC Scientific Equipment, z atomizacją płomieniową, a Pb, Cd, Cu i Ni z atomizacją elektrotermiczną. Powtarzalność tych procedur oszacowano na poziomie 97±4%, w oparciu o zastosowane materiały referencyjne GBW 07604 Poplar leaves (Institute of Geophysical and Geochemical Exploration Lanfang China).

Wszystkie analizy chemiczne wykonano w trzech powtórzeniach.

Według CZARNOWSKIEGO [1977] zawartość określonego kationu w liściach roślin jest funkcją koncentracji innych kationów, a suma ważonych pierwiastków kwadratowych względnych koncentracji kationów jest wartością stałą dla danego gatunku. Zostało to przedstawione za pomocą wzoru:

$$\sum c_i \sqrt{\frac{[E_i]}{\sum [E]}} = \text{const},$$

gdzie c_i jest wagą współzależnościową kationu E_i .

Sumy ważne w szczytowej i dolnej części liścia określono biorąc pod uwagę pierwiastki kwadratowe koncentracji względnych wapnia, potasu, sodu, magnezu, manganu, miedzi i żelaza, a więc tych pierwiastków, dla których CZARNOWSKI [1977] policzył wagę współzależnościową, wynoszącą odpowiednio: 1,000; 0,701; 0,530; 0,342; 0,227; 0,049 oraz 0,000. Koncentracje względne pierwiastków wyliczono jako stosunek zawartości danego pierwiastka do sumy zawartości wszystkich pierwiastków.

Zależności między zawartością metali w osadach dennych a ich zawartością w wybranych organach rośliny zbadano metodą korelacji prostej Pearsona dla $N = 63$ i $p < 0,05$ [PARKER 1983]. Wszystkie obliczenia matematyczno-statystyczne wykonano przy pomocy programu CSS: Statistica [STATSOFT 2005].

Wyniki i dyskusja

Osady denne badanych zbiorników są mało zasobne w N, przyswajalny P oraz wymienne formy K, Mg i Na (tab. 1), natomiast zasobne w Ca w odniesieniu do danych LITYŃSKIEGO i JURKOWSKIEJ [1982]. Zawartości wszystkich badanych

metali ciężkich mieszczą się w zakresach podawanych przez KABATĘ-PENDIAS i PENDIASA [1993], GROSOISA i in. [2001] oraz WOFFKEGO i in. [2003], co pozwala uznać osady dennie badanych zbiorników za niezanieczyszczone metalami.

Tabela 1; Table 1

Zawartość makroelementów i metali w osadach dennych (mg·kg⁻¹)
Contents of macroelements and metals in bottom sediments (mg·kg⁻¹)

Stanowisko Study site	N ogólny Total N	P przysw. Avai- lable P	Formy wymienne Exchangeable forms				Fe	Mn	Pb	Zn	Cd	Cu	Ni
			K	Ca	Mg	Na							
1	707	26,7	34,1	716	55,5	29,2	19570	373	16,1	63,3	0,100	21,4	16,0
2	1193	26,3	33,1	912	55,1	32,4	4805	407	32,3	107,9	0,250	28,0	17,8
3	765	14,9	42,1	636	45,7	22,9	17280	253	25,5	104,2	0,117	22,9	14,4
4	1118	98,7	94,8	4913	157,8	34,4	17408	254	35,5	110,6	0,100	41,5	16,9
5	1089	21,6	210,4	1113	103,0	55,8	14144	275	16,5	93,0	0,117	25,1	15,4
6	1342	56,5	69,6	1291	153,3	41,2	7199	133	15,6	59,0	0,103	20,7	15,6
7	933	61,0	61,4	1153	164,1	40,6	12846	553	10,3	48,6	0,055	12,6	12,0
Średnia Mean	1021	43,7	77,9	1533	104,9	36,7	13345	309	22,2	85,6	0,123	25,2	15,6
F _{tab} ; F _{est}	13,5	35,1	382,3	151,1	37,2	16,3	42,3	6,0	25,3	17,5	10,35	15,4	3,1
NIR; LSD	177	14,3	9,0	348	24,8	7,4	2434	158	5,4	17,7	0,05	6,5	3,0

1-5 wyrobiska poźwirowe koło wsi Biała Nyska (N50°27' E17°19'); post-gravel pits near the Biała Nyska village (N50°27' E17°19')

6-7 stawy hodowlane koło wsi Kondratowa (N50°29' E17°22'); fish-culture ponds near the Kondratowa village (N50°29' E17°22')

F_{tab} = 2,37

Tabela 2; Table 2

Zawartość makroelementów i metali w szczytowej części liścia *Typha latifolia* (mg·kg⁻¹)
Contents of macroelements and metals in tips of the *Typha latifolia* leaf (mg·kg⁻¹)

Stanowisko* Study site*	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Pb	Zn	Cd	Cu
1	29290	740,0	21567	7135	1133	877	125,4	1791	0,003	20,3	0,440	6,50
2	22773	747,6	13732	6559	1173	2400	153,5	1420	0,048	24,1	0,450	5,68
3	34294	872,0	17401	6892	808	659	154,2	1476	0,009	27,9	0,282	4,85
4	15320	432,4	15397	14473	617	1413	86,2	1303	0,078	19,4	0,152	6,10
5	21785	707,5	19356	14898	854	473	190,0	1535	0,056	17,5	0,177	4,68
6	17994	592,3	11464	8893	1021	895	94,7	428	0,035	16,7	0,032	4,30
7	21563	667,6	21656	9138	827	269	138,0	862	0,466	24,3	0,073	4,98
Średnia; Mean	23288	679,9	17225	9713	919	998	134,6	1261	0,099	21,4	0,229	5,30
F _{tab} ; F _{est}	40,5	7,4	12,1	20,6	8,7	40,3	6,9	5,2	69,11	9,8	14,53	6,60
NIR; LSD	2895	144,1	3185	2207	191	320	39,5	579	0,06	3,7	0,13	0,90

F_{tab} = 2,37

*1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 objaśnienia jak w tab. 1; explanations see Table 1

Niska zawartość makroelementów w osadach dennych nie wpływa znacząco na pobieranie i gromadzenie odpowiednich ilości tych pierwiastków przez pałkę. W badanych organach *Typha latifolia* stwierdzono wysoką zawartość Na, średnią N, K i Ca oraz niską P i Mg (tab. 2, 3, 4) w stosunku do danych MARKIERIA [1992]. Najwięcej P, Mg i Na gromadzi się w kłączach, natomiast pozostałych makroelementów najwięcej jest w liściach w ich częściach szczytowych (N i K) i dolnych (Ca).

Tabela 3; Table 3

Zawartość makroelementów i metali w dolnej części liścia *Typha latifolia* (mg·kg⁻¹)
Contents of macroelements and metals in lower part of the *Typha latifolia* leaf (mg·kg⁻¹)

Stanowisko* Study site*	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Pb	Zn	Cd	Cu
1	5987	412,7	14504	8744	1210	3612	70,6	1004	0,284	14,1	0,377	3,20
2	10199	472,8	9084	12665	742	2842	88,5	885	0,515	20,4	0,395	3,87
3	7679	614,4	14046	10822	1216	983	77,9	775	0,148	19,9	0,143	3,62
4	3162	211,3	8608	16041	332	4743	52,1	573	0,341	15,4	0,136	4,50
5	6484	472,1	16176	15642	778	942	101,8	876	0,291	13,5	0,163	2,70
6	4857	231,0	6857	11855	1500	2333	67,9	266	0,293	9,4	0,027	2,57
7	4238	335,3	13437	16696	1050	1054	72,0	448	0,926	15,8	0,034	3,43
Srednia Mean	6086	392,8	11816	13209	976	2358	75,8	690	0,399	15,5	0,182	3,42
F _{obj} ; F _{est}	12,8	20,1	15,8	8,7	54,9	7,1	6,2	10,4	33,18	13,5	20,7	14,34
NIR; LSD	1859	91,1	2538	2871	148	1576	18,3	239	0,13	2,9	0,09	0,51

F_{tab.} = 2,37

*1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 objaśnienia jak w tab. 1; explanations see Table 1

Tabela 4; Table 4

Zawartość makroelementów i metali w kłączach *Typha latifolia* (mg·kg⁻¹)
Contents of macroelements and metals in the rhizomes of *Typha latifolia* (mg·kg⁻¹)

Stanowisko* Study site*	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Pb	Zn	Cd	Cu
1	10474	1064,7	9981	6891	2120	5383	178,6	423	1,25	53,2	0,538	14,10
2	13195	1129,6	6687	5736	1196	5034	434,5	593	2,62	76,5	0,634	15,48
3	13792	1544,1	7778	4101	1011	5463	462,4	603	2,39	68,5	0,337	9,52
4	5650	580,1	5776	1925	908	1203	126,6	303	3,09	72,0	0,179	17,02
5	8362	991,6	9932	4204	788	1133	231,7	320	1,56	36,7	0,194	7,98
6	12768	1045,9	5086	3446	1936	5217	248,8	183	1,78	107,7	0,069	8,77
7	12962	1085,4	5715	2529	1921	1394	117,1	307	1,88	58,5	0,152	12,02
Srednia Mean	12962	1063,1	7279	4119	1411	3547	257,1	390	2,08	67,6	0,300	12,13
F _{obj} ; F _{est}	13,0	14,5	8,5	11,0	37,3	6,2	11,0	5,7	2,68	1,1	15,52	4,75
NIR; LSD	2384	209,1	1966	1483	260	2464	120,7	190	1,13	-	0,15	4,64

F_{tab.} = 2,37

*1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 objaśnienia jak w tab. 1; explanations see Table 1

Większość badanych metali ciężkich występuje w częściach podziemnych i nadziemnych palki w ilościach nieprzekraczających wartości tła, podawanych przez MARKERTA [1992] oraz KABATĘ-PENDIAS i PENDIASA [1993]. Jedynie zawartość Mn w częściach szczytowych liści jest wysoka (stanowisko 1, 2, 3, 4 i 5) i przekracza wartość toksyczną. Zdaniem KABATY-PENDIAS i PENDIASA [1993] Mn należy do pierwiastków łatwo transportowanych w roślinie, dlatego największe jego ilości gromadzą się w nadziemnych, zielonych częściach roślin. Podobne rozmieszczenie Mn w roślinach jednoliściennych podają PAGE i FELLER [2005]. Zawartość Fe, Mn, Zn, Cd i Cu w części szczytowej liścia jest wyższa niż w jego części dolnej. Natomiast Pb gromadzony jest głównie w kłęczach, ponieważ jest pierwiastkiem mało mobilnym [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993; WEIS, WEIS 2004; AKSOY i in. 2005; LETACHOWICZ i in. 2006].

Tabela 5; Table 5

Koncentracje względne pierwiastków w liściach *Typha latifolia*
Relative concentrations of the elements in leaves of *Typha latifolia*

Część liścia Part of the leaf	Stanowisko* Study sites*	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cu	Mn	Suma wazona Weighed sum
Szczytowa część liścia Tips of the leaf	1	0,21627	0,03701	0,65770	0,02881	0,00394	0,00020	0,05606	12,33
	2	0,26811	0,04497	0,52764	0,09551	0,00601	0,00023	0,05749	13,09
	3	0,24070	0,02869	0,62298	0,05042	0,00545	0,00017	0,05158	12,64
	4	0,44608	0,01920	0,47142	0,02066	0,00264	0,00015	0,03986	13,16
	5	0,40004	0,02287	0,51799	0,01267	0,00511	0,00013	0,04119	12,89
	6	0,39141	0,04502	0,50182	0,03999	0,00408	0,00019	0,01749	13,24
	7	0,27802	0,02509	0,06597	0,00816	0,00422	0,00015	0,02460	12,33
	średnia mean	0,32009	0,03183	0,56561	0,03660	0,00445	0,00017	0,04118	12,81
Dolna część liścia Lower part of the leaf	1	0,30838	0,04117	0,50547	0,10766	0,00245	0,00011	0,03476	13,06
	2	0,48415	0,02906	0,34491	0,10201	0,00345	0,00015	0,03627	13,73
	3	0,59303	0,01278	0,33206	0,03744	0,00199	0,00022	0,02248	13,43
	4	0,34166	0,03843	0,44233	0,15045	0,00246	0,00011	0,02456	13,52
	5	0,46280	0,02258	0,45909	0,02740	0,00284	0,00008	0,02521	13,25
	6	0,41459	0,08486	0,30027	0,18254	0,00343	0,00012	0,01418	13,61
	7	0,50747	0,03204	0,41233	0,03222	0,00223	0,00011	0,11361	13,45
	średnia mean	0,44458	0,03727	0,39949	0,09139	0,00269	0,00013	0,02444	13,44

*1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 objaśnienia jak w tab. 1; explanations see Table 1

Na podstawie obliczeń względnej koncentracji kationów w liściach badanych roślin, obliczono stałą równowagę kationową (tab. 5). Średnia wartość stałej wyliczonej dla tego gatunku wynosi odpowiednio 12,81 i 13,44 dla szczytowych oraz dolnych części liści. Jest ona wyższa od stałej 12,51 wyliczonej przez CZARNOUSKIĘGO [1977], co może wynikać z podwyższonych zawartości Na i Ca. Podob-

ną zależność opisuje KLINK [2004] dla liści *Nymphaea alba* i *Nuphar lutea*. Najwyższe wartości sum ważonych stwierdzono w dolnych częściach liści, najniższe zaś w częściach szczytowych, które jednocześnie gromadzą największe ilości metali ciężkich. Zdaniem CZARNOWSKIEGO [1977] pobieranie przez roślinę metali wpływa na obniżenie stałej równowagi kationowej, gdyż ich wagi współzależnościowe są dużo niższe od wag makroelementów (np. dla Fe 0,000). W związku z tym obniżenie wartości stałej równowagi kationowej może być wskaźnikiem stanu środowiska.

Tabela 6; Table 6

Statystycznie istotne zależności między zawartością metali w osadach dennych a ich zawartością w organach *Typha latifolia*

Statistically significant relations between concentrations of metals in bottom sediments and concentrations in organs of *Typha latifolia*

Zależność; Relationship	p ^a	R _{obl.} ^b ; R _{est.} ^b
Zn w osadach dennych i w szczytowej części liścia Zn in bottom sediments and in the tips of leaf	0,025	0,3537
Zn w osadach dennych i w dolnej części liścia Zn in bottom sediments and in the lower part of leaf	0,012	0,3900
Cd w osadach dennych i w szczytowej części liścia Cd in bottom sediments and in the tips of leaf	0,005	0,4339
Cd w osadach dennych i w dolnej części liścia Cd in bottom sediments and in the lower part of leaf	0,002	0,4743
Cu w osadach dennych i w szczytowej części liścia Cu in bottom sediments and in the tips of leaf	0,001	0,5155
Cu w osadach dennych i w dolnej części liścia Cu in bottom sediments and in the lower part of leaf	0,004	0,4475
Pb w osadach dennych i w kłączach Pb in bottom sediments and in the rhizomes	0,010	0,8731

^a poziom istotności; significance level

^b R obliczone; R estimated

Zależność między zawartością metalu w środowisku a jego zawartością w roślinie świadczy o możliwości wykorzystania tego gatunku jako bioindykatora w ocenie skażenia środowiska analizowanym metalem [FRAZIN, MCFARLANE 1980; JONES 1985]. Stwierdzono istotne, dodatnie korelacje pomiędzy zawartością Zn, Cd i Cu w szczytowej i dolnej części liści a ich zawartością w osadach dennych oraz pomiędzy zawartością Pb w kłączach a jego zawartością w podłożu (tab. 6).

Wnioski

1. Siedliska *Typha latifolia* z okolic Nysy są nieskażone metalami ciężkimi i w związku z tym zawartość ich w różnych organach roślin tego gatunku można uznać za naturalną.
2. Wyższe zawartości metali ciężkich w szczytowej partii liści są przyczyną obniżonej wartości równowagi kationowej w stosunku do średniej wartości dla tego gatunku.

3. Istotne, dodatnie korelacje pomiędzy zawartością metali w organach palki szerokolistnej a ich zawartością w osadach dennych, świadczą o możliwości wykorzystania badanego gatunku w bioindykacji skażeń środowiska metalami ciężkimi.

Literatura

AKSOY A., DUMAN F., SEZEN G. 2005. *Heavy metal accumulation and distribution in narrow-leaved cattail (Typha angustifolia) and common reed (Phragmites australis)*. Journal of Freshwater Ecology 20: 783–785.

BEDNAREK R., DZIADOWIEC H., POKOJSKA U., PRUSINKIEWICZ Z. 2004. *Badania ekologiczno-gleboznawcze*. Wydawn. Nauk. PWN, Warszawa: 344 ss.

CZARNOWSKI M.S. 1977. *Równowaga kationowa w liściach roślin lądowych*. Archiwum Ochrony Środowiska 2: 49–59.

FRAZIN W.G., MCFARLANE A. 1980. *An analysis of the aquatic macrophyte, Myriophyllum exalbescens, as an indicator of metal contamination of aquatic ecosystems near a base metal smelter*. Bull Environm. Toxicol. 24: 597–605.

GROBBOIS C.A., HOROWITZ A.J., SMITH J.J., ELRICK K.A. 2001. *The effect of mining and related activities on the sediment-trace element geochemistry of Lake Coeur d'Alene, Idaho, USA. Part III. Downstream effects: the Spokane river basin*. Hydrol. Process. 15: 855–875.

JONES K.C. 1985. *Gold, silver and other elements in aquatic bryophytes from mineralized area of North Wales UK*. J. Geochem. Explor. 24: 237–246.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1993. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydawn. Nauk. PWN, Warszawa: 364 ss.

KLINK A. 2004. *Równowaga kationowa w liściach wybranych gatunków makrohydrofitów*. Archiwum Ochrony Środowiska 30(4): 111–118.

LETACHOWICZ B., KRAWCZYK J., KLINK A. 2006. *Accumulation of metals in organs of Typha latifolia L.* Polish Journal of Environmental Studies 15(2a): 407–409.

LITYŃSKI T., JURKOWSKA H. 1982. *Żyzność gleby i odżywianie się roślin*. Wydawn. Nauk. PWN, Warszawa: 642 ss.

MARKERT B. 1992. *Presence and significance of naturally occurring chemical elements of the periodic system in the plant organism and consequences for future investigations on inorganic environmental chemistry in ecosystems*. Vegetatio 103: 1–30.

PAGE V., FELLER U. 2005. *Selective transsport of zinc, manganese, nickel, cobalt and cadmium in the root system and transfer to the leaves in young wheat plants*. Annals of Botany 96: 425–434.

PARKER R.E. 1983 *Introductory statistics for biology*. Edward Arnold Publishers Ltd., London: 163 ss.

PIP E. 1990. *Cadmium, copper and lead in aquatic macrophytes in Shoal Lake (Manioba-Ontario)*. Hydrobiologia 208: 253–260.

PODBIELKOWSKI Z., TOMASZEWICZ H. 1982. *Zarys hydrobotaniki*: PWN, Warszawa: 532 ss.

STATSOFT 2005. StatSoft Inc. Statistica for Windows 2005. (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

WEIS J.S., WEIS P. 2004. Metal uptake, transport and release by wetland plants: implications for phytoremediation and restoration. Environment International 30: 685–700.

WOITKE P., WELLMITZ J., HELM D., KUBE P., LEPOM P., LITHERATY P. 2003. Analysis and assessment of heavy metal pollution in suspended soils and sediments of the River Dunabe. Chemosphere 51: 633–642.

Słowa kluczowe: bioindykacja, makroelementy, metale ciężkie, równowaga kationowa, *Typha latifolia*

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań zawartości makroelementów i metali w osadach oraz w liściach i kłączach pałki szerokolistnej z 7 stanowisk z okolic Nysy (południowo-zachodnia część województwa opolskiego). Badane osady są słabo zasobne w N, P, K, Mg i Na, jedynie zawartość Ca jest duża. Natomiast zawartości metali nie przekraczają wartości tła. Zawartości makroelementów w liściach i kłączach pałki szerokolistnej jest średnia lub mała (P i Mg), jedynie zawartość Na przekracza zazwyczaj górny zakres. Większość metali (Fe, Zn, Cd i Cu) charakteryzuje podobny sposób rozmieszczenia w roślinie, najczęściej jest ich w kłączu, mniej w szczytowej części liścia, a najmniej w jego dolnej części. Wartości sum ważonych wyliczone dla części dolnych i szczytowych liści pałki szerokolistnej przekroczyły wartość 12,5, co spowodowane jest głównie podwyższoną zawartością sodu i wapnia w liściach.

Istotne dodatnie korelacje pomiędzy zawartością metali w organach pałki szerokolistnej a ich zawartością w osadach dennych świadczą o możliwości wykozystania badanego gatunku w bioindykacji skażeń środowiska metalami ciężkimi.

ACCUMULATION OF METALS AND CATIONIC EQUILIBRIUM IN *Typha latifolia* L. AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION

Barbara Letachowicz, Józef Krawczyk, Agnieszka Klink

Department of Ecology and Nature Protection,
Institute of Biology of Plants, Wrocław University, Wrocław

Key words: bioindication, macroelements, heavy metals, cation equilibrium, *Typha latifolia*

Summary

The contents of macroelements (N, P, K, Ca, Mg, Na) and heavy metals (Cd, Pb, Ni, Mn, Zn, Fe) in bottom sediments as well as in leaves and rhizomes

of *Typha latifolia* from seven water bodies in the Nysa region (south-western part of Opole Province) were determined.

Examined bottom sediments contained low amounts of N, P, K, Mg and Na, while the concentration of Ca was very high. Also Na content in leaves and rhizomes of *Typha latifolia* exceed the upper limit, but concentrations of the rest nutrients were median or low (P and Mg). The highest level for majority of studied metals (Fe, Zn, Cd, and Cu) was found in rhizomes, less in the tip of leaf and the least in lower part of leaf.

The weighed sums of square roots for relative cation concentrations in both parts of leaves were higher than 12.5 given by Czarnowski, mostly because of high Ca and Na concentrations.

Significant, positive correlations found between the content of heavy metals in *Typha latifolia* and the levels of these elements in bottom sediments indicate a possibility of using examined plant in biomonitoring of environmental contamination with heavy metals.

Dr Barbara **Letachowicz**
Zakład Ekologii i Ochrony Przyrody
Instytut Biologii Roślin
Uniwersytet Wrocławski
ul. Kanonia 6/8
50-328 WROCLAW
e-mail: letachb@biol.uni.wroc.pl