

Heavy metals content in the *Fallopia* genus in Central European Cities – study from Wrocław and Prague

**Zawartość metali ciężkich w gatunkach z rodzaju *Fallopia*
na obszarze miast środkowej Europy
– badania z Wrocławia i Pragi**

JUSTYNA SOŁTYSIAK, KATEŘINA BERCHOVÁ-BÍMOVÁ,
MAREK VACH, TERESA BREJ

J. Soltysiak, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Department of Botany and Plant Ecology; e-mail: justyna.soltysiak@up.wroc.pl

K. Berchová –Bímová, Czech University of Life Sciences Prague, Department of Landscape Ecology; Institute of Botany, Czech Academy of Sciences, Průhonice; e-mail: katerina.berchova@ibot.cas.cz

M. Vach, Czech University of Life Sciences Prague, Department of Water Resources and Environmental Modelling; e-mail: vachm@knc.czu.cz

T. Brej, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Department of Botany and Plant Ecology; e-mail: teresa.brej@up.wroc.pl

ABSTRACT: In this study highly invasive plant species from the *Fallopia* genus (*Fallopia japonica* and *Fallopia ×bohemica*) were investigated for their ability to accumulate heavy metals. Samples were collected from two large cities: Wrocław and Prague. The content of Cr, Cd, Fe, Pb and Zn in soils covered by Knotweed taxa was determined. Afterwards, plant samples were collected from the places where the largest amounts of toxic metals were found. Rhizomes, roots and leaves of chosen samples of both *Fallopia* taxa have been treated separately, as different parts of the plant accumulate metals. The investigation has shown that in urban conditions Knotweed taxa spread on soils with higher than natural concentration of toxic metals. Only the chromium amount was similar to the normal range. In both species heavy metals were accumulated mainly in roots and rhizomes, but their concentration was significantly higher in *Fallopia japonica* underground parts than in the hybrid. There were no differences between species with metals content in the aboveground parts of the plant body. The results suggest that special attention should be paid to Cr. In all analyzed plants, high chromium content was found, while the Cr amount in soils samples was close to natural.

KEY WORDS: *Fallopia japonica*, *Fallopia ×bohemica*, heavy metals, urban areas

SOŁTYSIAK J., BERCHOVÁ-BÍMOVÁ K., VACH M., BREJ T. 2011. Heavy metals content in the *Fallopia* genus in Central European Cities – study from Wrocław and Prague. *Acta Botanica Silesiaca* 7: 209–218.

Introduction

Increased heavy metals pollution is a consequence of human activity that affects all parts of the ecosystem. Flower plants have developed mechanisms resulting in avoidance or tolerance of heavy metals. The potential avoidance applies to the cellular and whole plant level. In general, the avoidance can be related to limited uptake of heavy metals from soil, sequestration of toxic metals from protoplasm or their elimination (Punz, Sieghardt 1993). Heavy metals tolerance builds up during genetic, physiological and ecological evolution on natural metalliferous areas (Ernst 2006). Evolution of metal tolerance is also possible in anthropogenic habitats. It follows within a shorter time depending on the metal levels and the selection pressure in the environment (Hall 2002).

Urban soils are often characterized by high concentrations of heavy metals that create difficult conditions for most plants growing there. Therefore, an adaptation to stress caused by heavy metals can facilitate plants invasion in anthropogenic areas. *Solidago canadensis* – an invasive plant species which spreads in soils contaminated by lead – presumably has this feature. Yang et al. (2007) compared the response of *Solidago canadensis* and two non-invasive species (*Festuca arundinacea* and *Kummerowia striata*) to soil polluted by lead. In *Solidago canadensis* roots Pb content was lower than in the roots of non-invasive species under corresponding Pb treatments. Furthermore, the above and belowground biomass as well as N and P uptake of invasive plants increased in comparison with those of non-invasive plants under elevated Pb soils. The authors concluded that the rapid growth of *Solidago canadensis* in Pb soils might be due to its ability to exclude or a reduce Pb uptake.

The *Fallopia* genus (*Fallopia japonica*, *Fallopia sachalinensis* and *Fallopia* × *bohemica*) are among the most invasive aliens in both Europe and North America. The phenomenon of Japanese Knotweed invasion is associated with various aspects. Firstly, species from the *Fallopia* genus have intensive rhizomatous growth and massive vegetative regeneration abilities (Brock et al. 1995; Bímová et al. 2003). Brock and Wade (1992) found that a new plant can be created from a rhizome segment about 0.7 g in weight (Brock et al. 1995). They are also able to regenerate from stems. Secondly, they show sexual reproduction by hybridization, which can bring new hybrids that are better suited to non-native regions (Bailey 2003; Bailey et al. 2007). Finally, the success of the *Fallopia* genus is connected with their easy development in various environmental conditions. They are able to grow in diverse soil types with various pH ranges and nutrient content (Beerling et al. 1994). Richards et al. (2008) reported Knotweed taxa from saline habitats, while Adachi (1996)

described *Fallopia japonica* (var. *compacta*) as a perennial pioneer species in the volcanic wasteland on Mt. Fuji. Furthermore, seedlings from Fuji had a high vitality and a great ability to survive under extreme climate (Mariko et al. 1993). In Europe, Knotweed taxa show preferences for manmade habitats (Mandák et al. 2004). Members of the *Fallopia* genus are frequent components of urban ecosystems, where their range increases quickly. In particular, *Fallopia japonica* and its hybrid spread in soils with potential large concentrations of heavy metals. They are common along roads or motorways, dumps, deposits and alongside railway tracks. However, it has yet to be examined whether soils pollution by toxic metals interacts with their invasive abilities. The aim of this preliminary study was to find the differences in heavy metals uptake between different parts of plants and between two taxa from the genus (*F. japonica* var. *japonica* and *F. ×bohemica*). The results were used in the following studies (Sołtysiak, Berchová-Bímová, Brej – Response of *Fallopia* genus to heavy metal treatments, in prep.). *Fallopia* taxa metal uptake is frequently discussed in terms of using the species as soil cleaners.

The present paper shows the accumulation ability of heavy metals into different parts of the plant body and answers the question of the suitability of these plants for such purposes.

1. Methods

1.1. Species characteristics and sampling

In this investigation we focus on two highly invasive taxa from the *Fallopia* genus: *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene var. *japonica*, [syn.: *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc., *Reynoutria japonica* Houtt.] and *Fallopia ×bohemica* (Chartek et Chrtková) J. P. Bailey [syn.: *Polygonum ×bohemicum* (Chartek et Chrtková) P. F. Zika et A. L. Jacobson, *Reynoutria ×bohemica* Chartek et Chrtková] – a hybrid between *Fallopia japonica* var. *japonica* and *Fallopia sachalinensis* (Bailey 2003). The first part of the investigation was to determine heavy metals content in soils which they cover. Thirty-six soil samples were collected from 16 locations (6 with *Fallopia japonica* and 10 with *Fallopia ×bohemica*) from Wrocław and Prague. All samples were taken near the root zone from a depth of about 0–15 cm. The *Fallopia* genus contains several ploidy levels and different genetic variability within the taxa. *Fallopia japonica* is genetically uniform and can reproduce solely in a vegetative way. In Europe there is only one female clone of *Fallopia japonica* (Mandák et al. 2005). For this reason, soil samples were collected

from under one *Fallopia japonica* clone of each locality. The hybrid samples were taken from under three different clumps. *Fallopia ×bohemica* is represented by different genotypes of both functional genders. It can reproduce in a vegetative way, but sexually reproduction is also occasionally present (Mandák et al. 2005).

1.2. Heavy metal content analysis

Samples were air-dried, dried until constant weight at 105°C, and digested in HNO₃. An atomic absorption spectroscopy (AAS) was used to determine Cd, Cr, Fe, Pb and Zn concentrations. Plants were then collected from two places in both cities where the largest amounts of toxic metals were found. Rhizomes with roots and leaves of *Fallopia japonica* and *Fallopia ×bohemica* were treated separately, as different parts of the plants accumulate metals (stems were not analyzed). Air-dried samples were dried to a constant weight (105°C), mineralized in HNO₃, and analyzed using the AAS method.

1.3. Data analysis

The differences between the taxa and under- and aboveground plant parts in heavy metal uptake were estimated using GLIM. The data was approximated by gamma distribution, because of the wide range of response variable values. The 1/x link function was used. The species (Japonica, Bohemica) and the plant parts (Above, Underground) were used as categorical predictors. The data was computed using Statistica® software.

2. Results

2.1. Soils

In soil samples collected from Wrocław and Prague, higher than natural content of Cd, Fe, Pb and Zn was found. These results are illustrated in Table 1. Only chromium concentration was similar to normal. According to Allen (1989), the natural ranges of investigated metals are: 0.03–0.3 µg·g⁻¹ (mg·kg⁻¹) for Cd, 10–200 µg·g⁻¹ for Cr, 2–20 µg·g⁻¹ for Pb, 20–300 µg·g⁻¹ for Zn and 50–1,000 µg·g⁻¹ for Fe.

Table1. Content of heavy metals in soils [mg·kg⁻¹] collected from urban sites in Wrocław and Prague

No.of sample	Sampling area	Cd	Cr	Fe	Pb	Zn
1	Roadside (Wrocław, Działkowa street)	0.05	2.5	740	12.8	10.5
2	Riverbank (Wrocław, Odra river)	0.27	2.8	920	7.0	38.2
3	Undeveloped area (Wrocław, Tramwajowa street)	0.28	8.6	2945	15.1	54.5
4	Roadside (Prague, Dejvická street)	0.69	32.7	41075	54.6	372.9
5	Lawn area (Prague, Kamýcká street)	0.27	30.8	38875	43.6	328.0
6	Roadside (Prague, Podbabská street)	0.16	31.7	35140	41.9	109.2
7	Roadside (Wrocław, Komandorska street)	1.39	16.8	9065	54.2	1006.0
8	Roadside (Wrocław, Komandorska street)	0.92	10.1	4655	29.0	1875.0
9	Roadside (Wrocław, Komandorska street)	0.80	2.0	1735	5.8	36.2
10	Undeveloped area (Wrocław, Orzechowa street)	0.38	3.8	2105	7.9	47.9
11	Undeveloped area (Wrocław, Orzechowa street)	0.30	5.1	1910	9.6	60.5
12	Undeveloped area (Wrocław, Orzechowa street)	0.28	7.2	3625	16.6	79.4
13	Car park (Wrocław, Robotnicza street)	0.19	9.1	4140	26.6	87.3
14	Car park (Wrocław, Robotnicza street)	0.21	8.1	3220	104.7	90.9
15	Car park (Wrocław, Robotnicza street)	0.72	15.5	6985	203.0	145.3
16	Riverbank (Wrocław, Odra river)	3.29	29.6	10625	29.2	733.0
17	Riverbank (Wrocław, Odra river)	1.25	14.2	9145	43.6	343.0
18	Riverbank (Wrocław, Odra river)	1.76	18.7	9529	64.4	431.0
19	Car park (Wrocław, Paczkowska street)	2.08	59.8	47745	110.8	2623.0
20	Car park (Wrocław, Paczkowska street)	1.36	32.7	22080	54.3	1354.0
21	Car park (Wrocław, Paczkowska street)	1.08	22.2	21530	50.2	1640.0
22	Park (Prague, near Konopiště Castle)	0.45	36.0	42640	39.7	76.2
23	Park (Prague, near Konopiště Castle)	0.31	33.7	43298	46.8	69.1
24	Park (Prague, near Konopiště Castle)	0.23	30.9	43895	46.2	59.8
25	Roadside (Prague, V Holešovičkách street)	2.34	42.4	41154	68.4	339.1
26	Roadside (Prague, V Holešovičkách street)	0.84	36.1	38521	65.1	320.3
27	Roadside (Prague, V Holešovičkách street)	0.70	32.0	35718	60.7	251.6
28	Roadside (Prague, V Holešovičkách street)	0.67	32.2	42331	62.0	278.2
29	Roadside (Prague, V Holešovičkách street)	0.13	31.0	36654	42.1	80.0
30	Roadside (Prague, V Holešovičkách street)	0.49	32.6	39738	48.7	220.9
31	Roadside (Československé armády, Hostivice)	0.67	32.2	42331	62.0	278.2
32	Roadside (Československé armády, Hostivice)	0.13	31.0	36654	42.1	80.0
33	Roadside (Československé armády, Hostivice)	0.49	32.6	39738	48.7	220.9
34	Roadside (Prague, Rozvadovská spojka street)	0.12	35.4	33763	32.9	59.9
35	Roadside (Prague, Rozvadovská spojka street)	0.07	30.2	34007	23.8	73.5
36	Roadside (Prague, Rozvadovská spojka street)	0.07	34.5	27197	26.2	54.7

Explanations: No. 1–6 – soils covered by *Fallopia japonica*, No. 7–36 – soils covered by *Fallopia ×bohemica*

2.2. Plants

Table 2. shows the content of Cd, Cr, Fe, Pb and Zn in different parts of *Fallopia japonica* and *Fallopia x bohemica*. In the majority of plant samples higher than natural metals content was found. Normal values for plants were accepted: 0,01–0,30 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) for Cd, 40–5000 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ for Fe, 0,05–3,0 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ for Pb and 15–100 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ for Zn (Allen 1985). Statistically significant differences were found between above and underground parts of plants ($W_{\text{st}}=11.30$, d.f.=1, $N=40$, $p=0.00078$). In both species Cr, Cd, Fe Pb and Zn were accumulated mainly in roots and rhizomes, but the concentration of metals was significantly higher in underground parts of *Fallopia japonica* than in the hybrid. There were no differences between species with metals content in aboveground parts of the plant (Fig. 1).

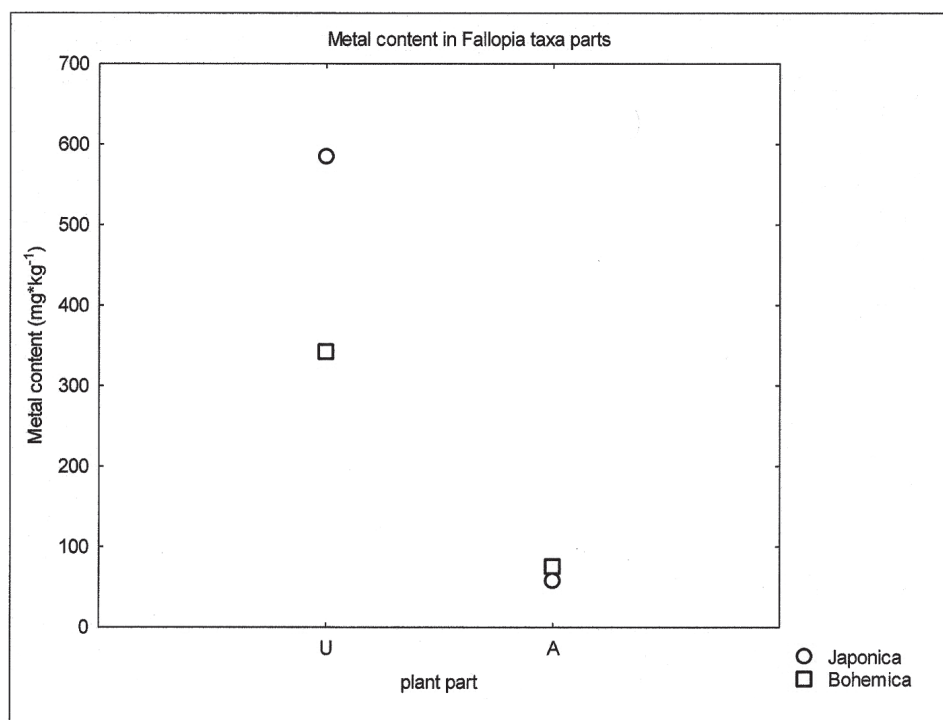


Fig.1 Differences between the taxa with heavy metals concentration in under and aboveground plant parts

Table 2. Content of heavy metals in plants from *Fallopia* genus [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$] collected from Wrocław and Prague

Species	Sampling area	Metal	Aboveground part of plants	Underground part of plants
<i>Fallopia japonica</i>	Wrocław, Tramwajowa street (No. 3)	Cd	6.69	11.51
		Cr	1.20	40.90
		Fe	224.50	3814.00
		Pb	5.00	27.35
		Zn	60.00	143.10
<i>Fallopia japonica</i>	Prague, Dejvice street (No. 4)	Cd	0.04	0.70
		Cr	0.62	10.00
		Fe	227.00	1421.40
		Pb	0.70	11.30
		Zn	44.30	357.00
<i>Fallopia x bohemica</i>	Wrocław, Paczkowska street (No.19)	Cd	2.22	19.67
		Cr	1.40	5.95
		Fe	235.50	913.50
		Pb	3.84	14.00
		Zn	53.90	279.80
<i>Fallopia x bohemica</i>	Prague, Holešovičkách street (No.25)	Cd	0.10	0.70
		Cr	1.00	21.60
		Fe	404.00	1896.80
		Pb	0.60	16.30
		Zn	48.80	246.30

3. Discussion

Japanese Knotweed was noted on metalliferous habitats in its native range of distribution. Nishizono et al. (1989) reported *Polygonum cuspidatum* (*Fallopia japonica*) from heavy metals (Cu, Zn and Cd) in polluted areas of Japan. The investigation has shown that in the urban conditions of Wrocław and Prague Knotweed taxa spread on soils with higher than natural content of Cd, Fe, Pb and Zn. Therefore, even soils rich in heavy metals can be susceptible to invasion by the *Fallopia* genus.

Higher plants are characterized by various abilities to distribute and accumulate heavy metals. They can concentrate toxic metals in roots and restrict metal transfer into the aboveground parts (metal excluders), or they can gather heavy metals in aboveground parts, particularly in leaves (metal accumulators). Some species are heavy metal indicators and accumulate metals in shoots with the amount reflecting their content in soil (Punz, Sieghardt 1993; Memon et al. 2001). Heavy metals accumulation (Cu, Cd and Zn) by Japanese Knotweed in its native area was studied by Nishizono et al. (1989). Plants from

metalliferous and non-metalliferous habitats were compared. In both cases about 90% of metals were accumulated in roots. Furthermore, Kubota et al. (1988) reported some Cu-binding proteins from the roots and rhizomes of *Polygonum cuspidatum* (*Fallopia japonica*), which are probably involved in metal tolerance. The amount of these compounds increased with increasing metal content in cytoplasm. In the presented study all metals were accumulated mainly in roots and rhizomes, which limited their transport into aboveground (more sensitive) parts of the plant.

An increased concentration of Cd, Fe, Pb and Zn in soil stimulated their increase in Knotweed taxa. Attention is paid to the relatively large amount of chromium in all plant samples, while the content of Cr in soils was similar to natural. The highest Cr level (40, 90 mg·kg⁻¹ in the underground part and 1.20 mg·kg⁻¹ in leaves) was measured in *Fallopia japonica* from Tramwajowa Street (No. 3). The chromium uptake and plant translocation is usually low. Allen (1989) reported the usual Cr concentration in plant material as 0.05–0.50 µg·g⁻¹ (mg·kg⁻¹). Kabata-Pendias and Pendias (1993) noted that chromium from 5.0–20.0 ppm (mg·kg⁻¹) is harmful for most plants. Comparing other dates from the literature, the total chromium level may contain from 0.20–0.30 mg·kg⁻¹ in *Citrus sinensis* to 10.20–14.80 mg·kg⁻¹ in *Triticum spp.* (Samantaray et al. 1998). Qiu et al. 1999 reported that *Polygonum hydropiperoides* is a good Cr accumulator (Mei et al. 2002). Only a few species were classified as chromium hyperaccumulators, which accumulate high chromium quantity in their aboveground parts.

Toxic metals from contaminated soils can be removed by means of phytoextraction or phytoaccumulation without soil structure degradation (Ashraf et al. 2010). During this process heavy metals are absorbed and accumulated into the plant biomass. A plant useful as a soil cleaner should grow fast, accumulate metals and produce high biomass. Knotweed taxa metal uptake is discussed frequently in terms of using the species in a phytoremediation. For instance, Sukopp and Starfinger (1995) reported that *Reynoutria sachalinensis* (*Fallopia sachalinensis*) can accumulate heavy metals in leaves and stems and it has been proposed for the decontamination of soils polluted with heavy metals. The presented study shows the ability of heavy metals accumulation in *Fallopia japonica* and its hybrid. Nevertheless, there are two strong arguments against using Knotweed taxa as a soil cleaner. 1). Heavy metals should be accumulated into the aboveground parts of the plant that can be easily removed from the soil, while the investigated plants collected them in the roots and rhizomes. 2). Members of the *Fallopia* genus are highly invasive and even a small piece of rhizome can be a source of their invasion to new areas.

References

- ADACHI N., TERASHIMA I., TAKAHASHI M. 1996. Central die-back of monoclonal stands of *Reynoutria japonica* in an early stage of primary succession on Mount Fuji. – *Ann. Bot.* **77**: 477–486.
- ASHRAF M., OZTURK M., AHMAD M. S. A. 2010. Toxins and their phytoremediation. – In: ASHRAF M., OZTURK M., AHMAD M. S. A. (eds.), *Plant Adaptation and Phytoremediation*. – Springer, Germany, p. 1–32.
- ALLEN S. E. (eds.) 1989. *Chemical analysis of ecological materials*. – Blackwell Scientific Publications, 368 pp.
- BAILEY J. P. 2003. Japanese Knotweed s.l. at home and abroad. – In: CHILD L., BROCK J. H., PRACH K., PYŠEK P., WADE P. M., WILLIAMSON M. (eds.), *Plant invasions - ecological threats and management solutions*. – Backhuys, Leiden, p. 183–196.
- BAILEY J. P., BÍMOVÁ K., MANDÁK B. 2007. The potential role of polyploidy and hybridisation in the further evolution of the highly invasive *Fallopia* taxa in Europe. – *Ecol. Res.* **22**: 920–928.
- BEERLING D. J., BAILEY J. P., CONOLLY A. P. 1994. *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene (*Reynoutria japonica* Houtt.; *Polygonum cuspidatum* Sieb. and Zucc.). – *J. Ecol.* **82**: 959–979.
- BÍMOVÁ K., MANDÁK B., PYŠEK P. 2003. Experimental study of vegetative regeneration in four invasive *Reynoutria* taxa (Polygonaceae). – *Plant Ecol.* **166**: 1–11.
- BROCK J. H., CHILD L. E., WAAL L. C., WADE M. 1995. The invasive nature of *Fallopia japonica* is enhanced by vegetative regeneration from stem tissues. – In: PYŠEK P., PRACH K., REYMÁNEK M., WADE M. (eds.), *Plant invasion: general aspects and special problems*. – SPB Academic, Publishing, Amsterdam, The Netherlands, p. 131–139.
- ERNST W. H. O. 2006. Evolution of metal tolerance in higher plants. – *For. Snow Landsc. Res.* **80**(3): 251–274.
- HALL J. L. 2002. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. – *J. Exp. Bot.* **53**: 1–11.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1993. *Biochemia pierwiastków śladowych*. – Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 363 pp.
- KUBOTA K., NISHIZONO H., SHIYUO S., ISHII F. 1988. Cooper-Binding proteins in root cytoplasm of *Polygonum cuspidatum* growing in a metalliferous habitat. – *Plant Cell Physiol.* **29**(6): 1029–1033.
- MANDÁK B., PYŠEK P., BÍMOVÁ K. 2004. History of the invasion and distribution of *Reynoutria* taxa in the Czech Republic: a hybrid spreading faster than its parents. – *Preslia* **76**: 15–64.
- MANDÁK B., BÍMOVÁ K., PYŠEK P., MANDÁK B., BÍMOVÁ K., PYŠEK P., ŠTĚPÁNEK J., PLAČKOVÁ I. 2005. Isoenzyme diversity in *Reynoutria* (Polygonaceae) taxa: escape from sterility by hybridization. – *Plant Syst. Evol.* **253**: 219–230.

- MARIKO S., KOIZUMI H., SUYUKI J., FURUKAWA A. 1993. Altitudinal variation in germination and growth responses of *Reynoutria japonica* populations on Mt. Fuji to a controlled thermal environment. – *Ecol. Res.* **8**: 27–34.
- MEI B., PURYEAR J. D., NEWTON R. J. 2002. Assessment of Cr tolerance and accumulation in selected plant species. – *Plant Soil* **247**: 223–231.
- MEMON A. R., AKTOPRAKLGIL D., ÖYDEMİR A., VERTİİ A. 2001. Heavy metal Accumulation and Detoxification Mechanisms in Plants. – *Turk. J. Bot.* **25**: 111–121.
- NISHIZONO H., KUBOTA K., SUZUKI S., ISHII F. 1989. Accumulation of heavy metals in cell walls of *Polygonum cuspidatum* roots from metalliferous habitats. – *Plant Cell Physiol.* **30** (4): 595–598.
- PUNZ W. F., SIEGHARD H. 1993. The response of roots of herbaceous plant species to heavy metals. – *Environ. Exp. Bot.* **33** (1): 85–98.
- RICHARDS CH. L., WALLS R. L., BAILEY J. P., PARAMESWARAN R., GEORGE T., PIGLIUCCI M. 2008. Plasticity in salt tolerance traits allows for invasion of novel habitat by Japanese knotweed s. l. (*Fallopia japonica* and *F. x bohemica*, Polygonaceae). – *Am. J. Bot.* **95**: 931–942.
- SAMANTARAY S., ROUT G. R., DAS P. 1998. Role of chromium on plant growth and metabolism. – *Acta Physiol. Plant.* **20** (2): 201–212.
- SKOPP H., STARFINGER U. 1995. *Reynoutria sachalinensis* in Europe and in the Far East: A comparison of the species' ecology in its native and adventives distribution range. – In: PYŠEK P., PRACH K., REYMÁNEK M., WADE M. (eds), *Plant invasion: general aspects and special problems*. – SPB Academic, Publishing, Amsterdam, The Netherlands, p. 151–159.
- YANG RU-YI, TANG JIAN-JUN, YANG YI-SONG, CHEN XIN. 2007. Invasive and non-invasive plants differ in response to soil heavy metal lead contamination. – *Bot. Stud.* **48**: 453–458.

Streszczenie

Celem powyższych badań była ocena akumulacji metali ciężkich: Cd, Cr, Fe, Pb i Zn przez inwazyjne gatunki z rodzaju *Fallopia* (*Fallopia japonica* i *Fallopia ×bohemica*). Materiał badawczy pobrano ze stanowisk rdestowców zlokalizowanych na terenie dwóch aglomeracji: Wrocławia i Pragi. Zawartość metali ciężkich określono w próbach glebowych, a następnie w nadziemnych i podziemnych częściach wybranych roślin. W analizowanych glebach wykazano wyższą w porównaniu z naturalną zawartość kadmu, żelaza, ołowiu i cynku oraz zbliżoną do naturalnej koncentrację chromu. Głównymi organami akumulującymi toksyczne pierwiastki były korzenie i kłącza rdestowców. Stężenie metali ciężkich w podziemnych organach *Fallopia japonica* było znacznie wyższe niż w *Fallopia ×bohemica*. Spośród badanych metali na szczególną uwagę zasługuje chrom. Pomimo iż, poziom Cr w materiale glebowym nie przekraczał zawartości naturalnej, rośliny zgromadziły znaczne jego ilości.

Stanowisko *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr. w rejonie Tworzyjanowa (Dolny Śląsk)

The locality of *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr. near Tworzyjanów (Lower Silesia)

MICHAŁ ŚLIWIŃSKI, MARTA CZARNIECKA

*M. Śliwiński, M. Czarniecka, Zakład Bioróżnorodności i Ochrony Szaty
Roślinnej, Instytut Biologii Roślin, Uniwersytet Wrocławski, ul. Kanonia 6/8,
50-328 Wrocław; e-mails: michal.sliwinski@o2.pl, m.czarniecka86@op.pl*

ABSTRACT: The expansion of invasive plants along the transport routes is a problem especially noticeable in the regional scale. Even if the sites of species result from direct human intervention, it is difficult to identify the responsible person. One of new sites of *Fallopia japonica* in Lower Silesia was established as a result of road reparation works.

KEY WORDS: Japanese knotweed, road reparation, plant invasions

Wstęp

Rdestowiec ostrokończysty *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr. jest jednym z 18 gatunków roślin na świecie najbardziej zagrażającym lokalnej bioróżnorodności (DAISIE). W Polsce, rdestowiec ostrokończysty został wpisany na listę gatunków obcych zagrażających gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym (Rozporządzenie 2011). Rozprzestrzeniając się w dolinach rzek, gatunek ten stanowi nie tylko zagrożenie dla różnorodności gatunkowej, lecz powoduje również straty ekonomiczne. Uszkodzenia infrastruktury, powstałe w wyniku przerastania organów tej rośliny przez fundamenty, ściany, piwnice i skarpy kanałów melioracyjnych wymuszają konieczność ich naprawy (Pyšek 2006), a naruszenie stabilności brzegów rzek zwiększa ich podatność na erozję, co może mieć znaczenie w przypadku powodzi. Rdestowiec ostrokończysty rozprzestrzenia się również wzdłuż szlaków komunikacyjnych. Pobocza dróg

ŚLIWIŃSKI M., CZARNIECKA M. 2011. Stanowisko *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr. w rejonie Tworzyjanowa (Dolny Śląsk). *Acta Botanica Silesiaca* 7: 219–225.

są jednymi z ważniejszych szlaków ekspansji tego gatunku, a jego obecność m.in. ogranicza widoczność oraz uszkadza nawierzchnię chodników i parkingów (Alberternst, Böhmer 2006). Ze względu na skalę tego zjawiska, w krajach Europy Zachodniej co roku podejmowane są działania mające na celu usuwanie tego gatunku. Zwalczanie rdestowca ostrokończystego w Niemczech kosztuje ponad 6 milionów euro każdego roku, a całkowita eliminacja gatunku w Wielkiej Brytanii kosztowałaby 1,56 biliona funtów (Reinhardt i in. 2003). W 2000 roku koszty zwalczania rdestowca w przeliczeniu na m² wynosiły około 27 funtów/m², a przy konieczności wymiany gleby wzrastały niemal dwukrotnie, do 51 funtów/m² (Child, Wade 2000). W Czechach, koszty lokalnego usuwania i kontroli gatunku wynoszą rocznie 20 tys. euro (Křivánek 2006). W Polsce, jednorazowy zabieg usuwania rdestowca z fragmentu obszaru Natura 2000 „Graniczny Meander Odry” kosztował 25 tys. złotych (Tokarska-Guzik, Koszela 2009).

Celem niniejszej pracy jest charakterystyka nowego stanowiska rdestowca ostrokończystego, które powstało w wyniku prac przeprowadzonych podczas remontu drogi krajowej nr 35 między Tworzyjanowem a Wojnarowicami.

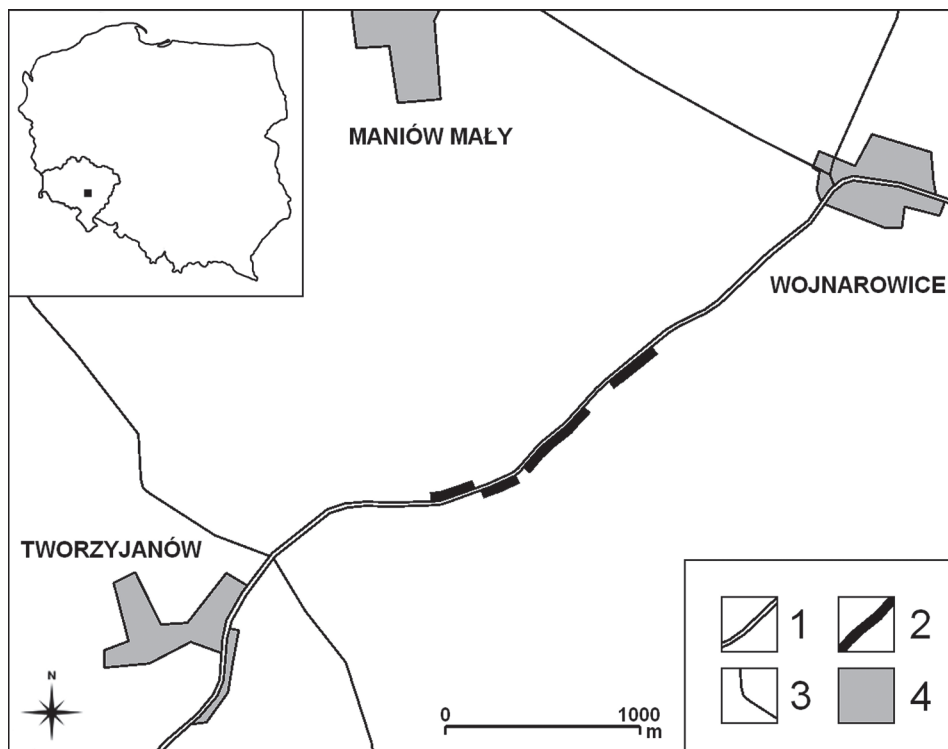
1. Materiał i metody

Pierwsza informacja o występującym przy drodze rdestowcu pochodzi z 2008 roku (Z. Dajdok, inf. ustna), zaobserwowano wówczas rośliny, które rosły wzdłuż drogi w postaci pojedynczych kęp. Szczegółowe badania przeprowadzono w maju 2010 roku i od tamtej pory podlega ono monitoringowi. Lokalizację odniesiono do układu siatki kartograficznej ATPOL (Zajac 1978). W terenie zmierzono długość stanowiska, a w 16 losowo wybranych płatach wyznaczono powierzchnię 1 m², w której policzono pędy rdestowca i zmierzono maksymalną wysokość pędów. W płatach z dominacją rdestowca wykonano dwa zdjęcia fitosocjologiczne metodą Braun-Blanqueta (1964).

Dla badanego gatunku przyjęto nazwę rodzajową *Fallopia*, gdyż w świetle badań cytogenetycznych (Bailey, Stace 1992) wydaje się być bardziej uzasadniona niż używana w Polsce nazwa *Reynoutria* (Mirek i in. 2002). Okazy zielnikowe zostały przekazane do Herbarium WRSŁ.

2. Charakterystyka stanowiska

Badane stanowisko znajduje się w kwadracie BE66, na granicy powiatów: świdnickiego i wrocławskiego, przy drodze krajowej nr 35 między Tworzyjanowem a Wojnarowicami (ryc. 1).



Ryc. 1. Stanowisko *Fallopia japonica* przy drodze krajowej nr 35

Objaśnienia: 1 – droga nr 35, 2 – zwarte występowanie gatunku (szpaler), 3 – inne drogi, 4 – tereny wsi

Fig. 1. The locality of *Fallopia japonica* at the national road No. 35

Explanations: 1 – road No. 35, 2 – continuous occurrence of species (hedge), 3 – other roads, 4 – village area

Całkowita długość stanowiska wynosi 1,37 km. *Fallopia japonica* rośnie na umocnionych poboczach drogi i w przydrożnych rowach w postaci zwartych płatów o szerokości 1–3 m. Na losowo wybranych powierzchniach liczba pędów zawierała się w przedziale 18–73, ze średnią 41,78 na m², co w sumie daje około 60 tys. pędów na całym stanowisku. Maksymalna wysokość pędów zawierała się w zakresie 0,7–2,3 m ze średnią 1,48 m. Zaobserwowano osobniki rdestowca na sąsiadujących polach, jak również pędy przebijające umocnione pobocza dróg w odległości 0,2 m od asfaltowej nawierzchni (ryc. 2). Skład gatunkowy płatów roślinności z *Fallopia japonica* w przydrożnych rowach przedstawiono w tabeli 1.



Ryc. 2. Stanowisko *Fallopia japonica* koło Tworzyjanowa: A – zwarte występowanie w przydrożnym rowie, B – dojrzałe pędy, C – młode pędy przerastające umocnione pobocze drogi

Fig. 2. The *Fallopia japonica* site near Tworzyjanów: A – dense hedge in a roadside ditch, B – mature stems, C – young sprouts growing out of the hardened roadside

Tabela 1. Skład gatunkowy płatów roślinności z *Fallopia japonica* w przydrożnych rowach

Table 1. The species composition of vegetation patches with *Fallopia japonica* in roadside ditches

Numer zdjęcia/ Relevé number	1	2	
Data/ Date	10.V.2010		
Miejscowość/ Locality	Tworzyjanów		
Powierzchnia zdjęcia [m ²]/ Relevé area	8	10	L.w.
Zwarcie warstwy c [%]/ Cover of herb layer	80	70	
Liczba gatunków/ Number of species	5	10	
<i>Fallopia japonica</i>	5	4	2

ChO. *Arrhenatheretalia*

<i>Dactylis glomerata</i>	+	1	2
<i>Achillea millefolium</i>	·	+	1
<i>Heracleum sphondylium</i>	·	r	1
<i>Taraxacum officinale</i>	·	+	1

ChCl. *Molinio-Arrhenatheretea*

<i>Festuca rubra</i>	+	+	2
<i>Alopecurus pratensis</i>	·	+	1
<i>Rumex acetosa</i>	·	+	1

Gatunki towarzyszące/ Accompanying species

<i>Urtica dioica</i>	+	+	2
<i>Galium aparine</i>	+	·	1

3. Dyskusja

Opisywane stanowisko odnotowano po raz pierwszy w 2008 roku, lecz jego geneza sięga prawdopodobnie 2004 roku, kiedy przeprowadzono remont drogi. Z informacji uzyskanych w Generalnej Dyrekcji Dróg i Autostrad Oddział we Wrocławiu wiadomo, iż prace budowlane wykonało Świdnickie Przedsiębiorstwo Budowy Dróg i Mostów Sp. z o.o. z siedzibą w Świdnicy. Prace polegały na odnowie nawierzchni szosy połączonej z przebudową poboczy, regulacją przydrożnych rowów oraz zabudowie zatoczek autobusowych. Wiadomo również, że masa bitumiczna pochodziła ze Strzegomia, nie sprowadzono natomiast surowca ziemnego, w tym zakresie korzystając z zasobów lokalnych. Jest prawdopodobne, iż wraz z ziemią wykorzystaną do remontu drogi zostały przeniesione propagule rdestowca, które dały początek nowemu stanowisku. Na północny wschód od Tworzyjanowa przy zagajniku znajduje się duże skupienie rdestowca ostrokończystego, które prawdopodobnie zostało skoszone, a ziemia zawierająca kłaczka rośliny została użyta do remontu drogi. Informacji tej nie udało się potwierdzić, jednak poza wymienionym miejscem, gatunek w okolicy nie występuje. Pierwsze pędy rdestowca pojawiły się w 2008 roku w nasypach ziemi, którą umacniano skary rowu przydrożnego po południowej stronie drogi.

Teren, na którym występuje rdestowiec ostrokończysty rozciąga się wzdłuż drogi krajowej nr 35, w pasie między jezdnią a polami. Na badanym stanowisku odnotowano pojedyncze pędy nadziemne przerastające umocnione pobocza drogi, co może prowadzić do uszkodzenia tej struktury na długim odcinku. Podczas przyszłych prac naprawczych wskazane byłoby podjąć starania mającego na celu usunięcie nie tylko efektu, lecz również przyczyny uszkodzeń, czyli rdestowca ostrokończystego. W przypadku stanowisk o znacznych rozmiarach, długi czas i wysokie koszty zwalczania roślin, polegające na wykopywaniu kłaczki

i spryskiwaniu roślin herbicydami (Pyšek 2006) powodują, że działania takie są rzadko prowadzone. Jednak zgodnie z polskim prawem, do zarządcy drogi należy przeciwdziałanie niekorzystnym przeobrażeniom środowiska mogących powstać lub powstającym w następstwie budowy lub utrzymania dróg (Ustawa 1985).

Pobocza dróg są głównym szlakiem inwazji tego gatunku. Na terenie Czech, aż 45% stanowisk *Fallopia japonica* występuje na przydrożach, a gatunek jest najczęściej notowany spośród wszystkich taksonów z rodzaju *Fallopia* (Mandák i in. 2004). Najlepszym sposobem na uniknięcie inwazji rdestowca na szerszą skalę jest nie dopuszczenie do przedostania się fragmentów tej rośliny do środowiska naturalnego (Pyšek 2006; Tokarska-Guzik, Koszela 2009). Dlatego w trakcie realizowanych inwestycji lub remontów drogowych należy podejmować wszelkie środki ostrożności uniemożliwiające wprowadzenie gatunku inwazyjnego do środowiska lub dalsze jego rozprzestrzenienie.

Podziękowania. Autorzy składają serdeczne podziękowania dla dr. Zygmunta Dajdoka za dodatkowe informacje o stanowisku, jak również cenne uwagi do pierwszej wersji artykułu.

Literatura

- ALBERTERNST B., BÖHMER H.J. 2006. NOBANIS - Invasive Alien Species Fact Sheet - *Fallopia japonica*. – W: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species, NOBANIS. www.nobanis.org, date of access: 3/1/2011.
- BAILEY J. P., STACE C. A. 1992. Chromosome number, morphology, pairing, and DNA values of species and hybrids in the genus *Fallopia* (Polygonaceae). – Pl. Syst. Evol. **180**: 29–52.
- BRAUN-BLANQUET J. 1964. Pflanzensoziologie: grundzüge der vegetationskunde. – Springer, Wien, 865 ss.
- CHILD L., WADE M. 2000. The Japanese Knotweed Manual. The Management and Control of an Invasive Alien Weed (*Fallopia japonica*). – Packard Publishing Ltd., Chichester, UK, 152 ss.
- DAISIE - Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe, DAISIE. www.europe-aliens.org, date of access: 3/1/2011.
- KŘIVÁNEK M. 2006. Biologické invaze a možnosti jejich předpovědi (Predikční modely pro stanovení invazního potenciálu vyšších rostlin). – Acta Pruhoniciana **84**: 1–83.
- MANDÁK B., PYŠEK P., BÍMOVÁ K. 2004. History of the invasion and distribution of *Reynoutria* taxa in the Czech Republic: a hybrid spreading faster than its parents. – Preslia **76**: 15–64.

- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A., ZAJĄC M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. – W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, 442 ss.
- PYŠEK P. 2006. *Fallopia japonica*. – W: DAISIE - Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe, DAISIE. www.europe-aliens.org, date of access: 3/1/2011.
- REINHARD F., HERLE M., BASTIANSEN F., STREIT B. 2003. Ökonomische Folgen der Ausbreitung von gebietsfremden Organismen in Deutschland. – UBA-Forschungsbericht 201 86 211.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r. w sprawie roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym. Dz. U. 2011 Nr 210, poz. 1260.
- TOKARSKA-GUZIŁ B., KOSZELA K. 2009. Program zwalczania inwazyjnych gatunków z rodzaju rdestowiec *Reynoutria* (*Fallopia*) na obszarze ostoi siedliskowej Natura 2000 „Graniczny Meander Odry”. – W: DAJOK Z., PAWLACZYK P. (red.), Inwazyjne gatunki obce ekosystemów mokradłowych Polski. – Wyd. Klubu Przyrodników, Świebodzin, s. 80–83.
- USTAWA z dnia 21 marca 1985 o drogach publicznych, Art. 20, pkt 13. Dz. Ust. z 2004 r. Nr 204, poz. 2086.
- ZAJĄC A. 1978. Założenia metodyczne „Atlasu rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce”. – Wiad. Bot. 22(3): 145-155.

Summary

The occurrence of *Fallopia japonica* in the river valleys, along roadsides and railway embankments in the Lower Silesia is a common event. The species is establishing new sites also as a result of direct human intervention, as in case of the national road No. 35 between Tworzyjanów and Wojnarowice, where due to road reparation works it was spread at the length of 1,37 km. It is possible that in the next few years the site will expand, causing further damage to the roadway and roadside structure.

***Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1957 em. Müll. 1977 w kanałach hutniczych na Śląsku Opolskim**

***Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1957 em. Müll. 1977 in the metallurgic canals in the Opole Silesia (SW Poland)**

KRZYSZTOF SPAŁEK

K. Spałek, Pracownia Geobotaniki i Ochrony Roślin, Katedra Biosystematyki, Uniwersytet Opolski, ul. Oleska 22, 45-052 Opole; e-mail: kspałek@uni.opole.pl

ABSTRACT: This paper presents the environmental conditions, floristic structure and distribution of the *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1957 em. Müll. 1977 from the *Potametea* R. Tx. et Prsg. 1942 class in the four metallurgic canals in the Opole Silesia (SW Poland).

KEY WORDS: phytosociology, plant associations, vascular plants, *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae*, *Potametea*, metallurgic canals, Opole Silesia, Poland

Wstęp

Zespół rzęśli hakowatej *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1957 em. Müll. 1977 po raz pierwszy został opisany z Niemiec (Oberdorfer 1957). Należy do klasy *Potametea* i związku *Ranunculion fluitantis*, w którego skład wchodzi wyspecjalizowane ekologicznie zbiorowiska roślin wodnych zakorzenionych na dnie wód płynących (Oberdorfer 1994; Matuszkiewicz 2008). Zespół ten rozwija się zazwyczaj w czystych, chłodnych i szybko płynących wodach ubogich w węglan wapnia o głębokości 0,4–1,0 m (Oberdorfer 1957, 1977; Hilbig 1971; Passarge 1992; Schratt 1993; Pott 1995; Schubert i in. 1995). Dotychczas wyróżniono dwa jego podzespoły: *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae typicum* Pass 1992 oraz *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae elodeetosum* Pass 1992 (Passarge 1992). Gatunkiem charakterystycznym zespołu jest *Callitriche*

SPAŁEK K. 2011. *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1957 em. Müll. 1977 w kanałach hutniczych na Śląsku Opolskim. *Acta Botanica Silesiaca* 7: 227–234.

hamulata, którego pokrycie w płatach tego zespołu wynosi 25–90%, a wyróżniającym *Veronica beccabunga* (Oberdorfer 1957, 1994; Hilbig 1971; Passarge 1992; Matuszkiewicz 2008). *Callitriche hamulata* należy do gatunków subatlantyckich. Występuje w północnej, centralnej i zachodniej Europie, sięgając po Finlandię i Łotwę na północnym-wschodzie oraz Włochy na południu (Meusel i in. 1965). W Polsce należy do rzadkich składników flory. Znana jest z nielicznych stanowisk rozproszonych w rzekach południowej, zachodniej i centralnej części kraju (Zajac, Zajac 2001). W Austrii (Grabherr, Polatschek 1986) oraz w Niemczech (Schubert i in. 1995, Rennwald 2000) *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* jest zespołem zagrożonym wymarciem.

W Polsce *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* jest zbiorowiskiem bardzo rzadko notowanym. Dotychczas zostało ono stwierdzone w rzece Mławka koło Mławy (Tomaszewicz 1979; Matuszkiewicz 2008), w cieku w Opolu-Grotowicach (Spałek 2004), na Równinie Opolskiej w Małej Panwi w okolicach Zielonej, Bruśka, Kielczy i Krasiejowa, w Stobrawie w Karłowicach, w Jemielnicy w okolicach Gąsiorowic, w ciekach koło Staniszcza Małych, Kolonowskiego, Gwoździan, Pluder i Krogólnej, w stawach hodowlanych koło Gwoździan i Zielonej (Spałek 2005) oraz w Stobrawie, Budkowiczance, Prośnie, Wołczyńskim Strumieniu i Raczynie (Nowak, Nowak 2010). Najprawdopodobniej jednak fitocenozy tego zespołu mogą być w Polsce szerzej rozpowszechnione. Na Śląsku Opolskim największym zagrożeniem dla istnienia tego zespołu oraz *Callitriche hamulata* jest zanieczyszczenie rzek. Wszelkie zmiany chemizmu ich wód mogą spowodować drastyczne zmiany w areale ich występowania.

Zbiorowiska roślinne płynących wód ze związku *Ranunculion fluitantis* uważane są za zagrożone i ustępujące w Europie (Wiegand i in. 1991; Sand-Jensen i in. 2000; Riss, Sand-Jensen 2001), stąd powstała pilna potrzeba ich dokumentowania, monitorowania i ochrony.

Na Śląsku Opolskim znajdują się liczne pamiątki po dawnym hutnictwie żelaza. Jednymi z nich są kanały hutnicze, które doprowadzały wodę do hut. Transportowano nimi również rudę do wytopu tego metalu. Najwięcej kanałów hutniczych przetrwało w tym regionie do naszych czasów w dolinie Małej Panwi oraz w Stobrawskim Parku Krajobrazowym. Spotkać je można m.in. w okolicach Zawadzkiego, Kolonowskiego, Jedlic, Osowca, Murowa. Na Śląsku Opolskim kanały są siedliskiem wielu interesujących i rzadkich roślin oraz zbiorowisk roślinnych (Spałek 2006, 2008).

Celem pracy jest przedstawienie aktualnego rozmieszczenia i charakterystyki fitosocjologicznej zespołu *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae*, którego fitocenozy stwierdzono w kanałach hutniczych na Śląsku Opolskim. Dotychczas w Polsce fitocenozy *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* nie były notowane w obrębie tego typu antropogenicznych siedlisk.

1. Materiał i metody

Zbiorowiska scharakteryzowano na podstawie zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w sezonach wegetacyjnych 2005–2010, metodą Braun-Blaqueta (Braun-Blanquet 1964; Pawłowski 1977). W krajach Unii Europejskiej, w tym również w Polsce, fitosocjologiczna metoda badań nad siedliskami przyrodniczymi objętymi w Europie ochroną została uznana za referencyjną (Dyrektywa Rady 92/43/EWG 1992; Hatton-Ellis, Grieve 2003).

Do zdjęć fitosocjologicznych dobierano płyty jednorodne, stąd ich powierzchnia jest ograniczona do kilku m². Stanowiska zdjęć fitosocjologicznych mają określone dokładne współrzędne geograficzne i są dostępne w Pracowni Geobotaniki i Ochrony Roślin Uniwersytetu Opolskiego.

Nazewnictwo zespołów i ich przynależność syntaksonomiczną oparto na pracach Oberdorfera (1994), Rennwalda (2000) i Matuszkiewicza (2008). Nomenklaturę gatunków roślin naczyniowych przyjęto według Mirka i in. (2002).

2. Wyniki

2.1. Wykaz stanowisk

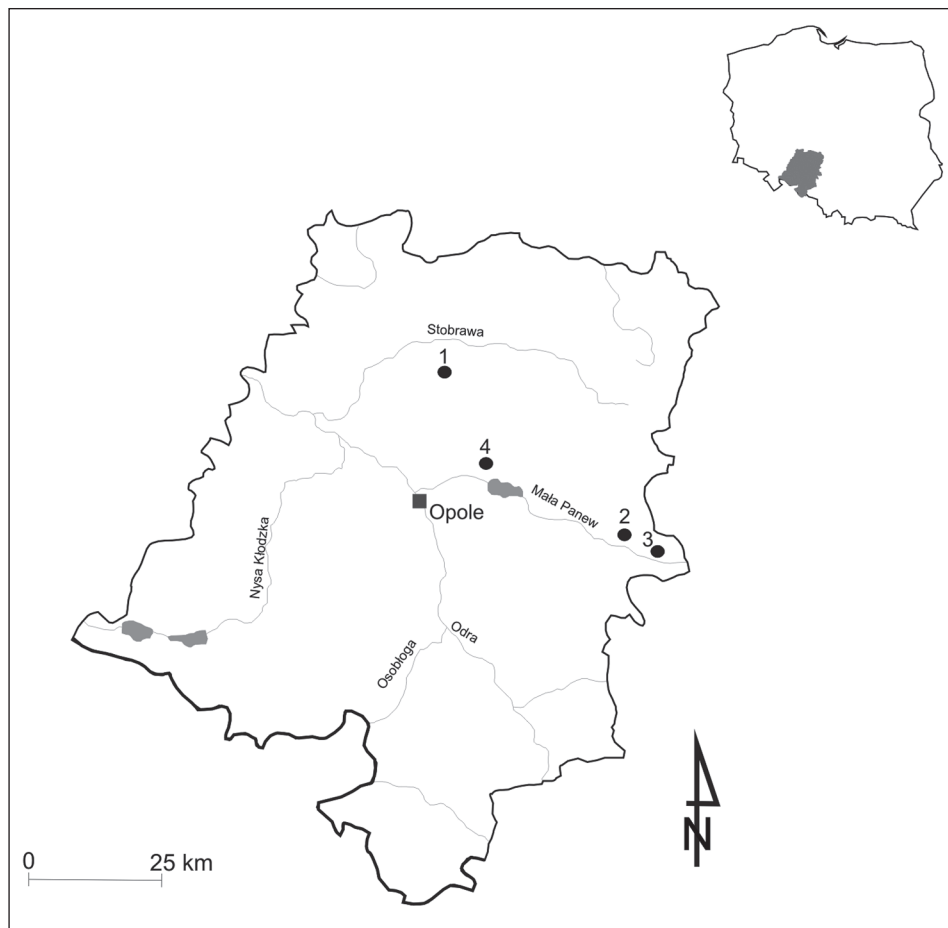
W kanałach hutniczych na Śląsku Opolskim stwierdzono cztery stanowiska fitocenozy zespołu *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* (ryc. 1).

1. Kanał hutniczy między Murowem a Zagwiździem. Zespół ten został stwierdzony w 2005 r. w postaci kilku płatów o łącznej powierzchni około 0,2 ha. Wykształcił się w wodzie o głębokości od 1,2 m do 1,5 m (pH 6,9), na podłożu mulistym. Skład florystyczny zbiorowiska przedstawia tab. 1 (zdjęcia 1–2).

2. Kanał hutniczy między Kolonowskiem a Zawadzkiem. Zespół ten został stwierdzony w 2006 r. w postaci kilku płatów o łącznej powierzchni około 0,2 ha (ryc. 1). Wykształcił się w wodzie o głębokości 0,3–1,5 m (pH 6,4), na podłożu piaszczystym i piaszczysto-mulistym. Skład florystyczny zbiorowiska przedstawia tab. 1 (zdjęcia 3–5).

3. Kanał hutniczy między Zawadzkiem a Kieleczą. Zespół ten został stwierdzony w 2006 r. w postaci kilku płatów o łącznej powierzchni około 0,1 ha. Wykształcił się w wodzie o głębokości 0,4–1,5 m (pH 6,9), na podłożu mulistym i piaszczysto-mulistym. Skład florystyczny zbiorowiska przedstawia tab. 1 (zdjęcia 6–7).

4. Kanał hutniczy w Osowcu. Zespół ten został stwierdzony w 2009 r. w postaci kilku płatów o łącznej powierzchni około 0,1 ha. Wykształcił się w wodzie o głębokości 1,0–1,7 m (pH 6,7), na podłożu mulistym. Skład florystyczny zbiorowiska przedstawia tab. 1 (zdjęcia 8–10).



Ryc. 1. Rozmieszczenie *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* w kanałach hutniczych na Śląsku Opolskim

Objaśnienia: 1 – kanał hutniczy między Murówem a Zagwizdziem, 2 – kanał hutniczy między Kolonowskim a Zawadzkiem, 3 – kanał hutniczy między Zawadzkiem a Kielczą, 4 – kanał hutniczy w Osowcu

Fig. 1. Distribution of the *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* in the metallurgic canals on the Opole Silesia

Explanations: 1 – metallurgic canal between Murów and Zagwizdzie, 2 – metallurgic canal between Kolonowskie and Zawadzkie, 3 – metallurgic canal between Zawadzkie and Kielcza, 4 – metallurgic canal in Osowiec

Tabela 1. *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1957 em. Müll. 1977 w kanałach hutniczych na Śląsku Opolskim
Table 1. *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1957 em. Müll. 1977 in the metallurgic canals in the Opole Silesia

Nr zdjęcia/ Relevé number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	S
Data/ Date: rok/ Year	2005	2005	2006	2006	2006	2006	2006	2009	2009	2009	
Miesiąc/ Month	07	07	08	08	08	08	08	08	08	08	
Dzień/ Day	03	03	11	11	11	13	13	05	05	05	
Stanowisko/ Locality	M/Z	M/Z	K/Z	K/Z	K/Z	Z/K	Z/K	O	O	O	
Pokrycie warstwy c [%]/ Cover of herb layer	40	40	35	35	40	35	35	50	35	35	
Powierzchnia zdjęcia [m ²]/ Relevé area	10	10	10	20	10	10	10	10	10	10	
Liczba gatunków/ Number of species in relevé	7	7	5	8	7	4	5	4	6	6	
Ch., D.* <i>Ranunculo-Callitrichetum hamulatae</i>											
<i>Callitriche hamulata</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	V
<i>Veronica beccabunga</i> *	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	I
Ch. <i>Ranunculion fluitantis</i>											
<i>Nuphar lutea</i> 'submersa'	+	1	1	1	1	+	.	+	+	1	V
<i>Batrachium fluitans</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	II
<i>Batrachium peltatum</i>	.	.	1	1	2	.	.	.	.	.	II
Ch. <i>Potametalia, Potametea</i>											
<i>Callitriche verna</i>	+	1	+	1	1	.	1	+	.	.	IV
<i>Elodea canadensis</i>	+	+	.	.	.	.	.	+	1	+	III
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	+	1	1	+	.	.	.	.	II
<i>Potamogeton natans</i>	.	+	.	1	+	.	+	.	.	.	II
<i>Polygonum amphibium</i> 'natans'	.	1	.	.	.	.	.	.	+	+	II
Ch. <i>Lemnetea minoris</i>											
<i>Lemna minor</i>	+	.	.	+	+	.	+	.	.	+	III
<i>Spirodela polyrhiza</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	II

Objaśnienia/ Explanations: kanały hutnicze/ metallurgic canals: M/Z – Murów-Zagwiżdż, K/Z – Kolonowskie-Zawadzkie, Z/K – Zawadzkie-Kielcza, O – Osowiec; S – stałość/ constancy

2.2. Charakterystyka fitocenozy

Fitocenozy *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* w kanałach hutniczych na Śląsku Opolskim rozwijają się zazwyczaj na podłożu piaszczystym lub piaszczysto-mulistym, rzadziej mulistym w przejrzystej wodzie o głębokości 0,3–1,7 m i pH 6,4–6,9. Płaty tego zespołu zajmują najczęściej niewielkie powierzchnie od 5 m² do 30 m². W większości płatów zbiorowisko to ma budowę jednowarstwową, rzadziej dwuwarstwową. Dominuje w nich *Callitriche hamulata*, której pokrycie kształtuje się na poziomie 35–50% (tab. 1). Z mniejszym udziałem występuje *Nuphar lutea* 'submersa', *Callitriche verna* oraz *Elodea canadensis*. W płatach zespołu rzęśli hakowatej notowano od 4 do 8, średnio 6 taksonów. Łącznie w jego fitocenozach stwierdzono 12 gatunków roślin. Płaty te należy zaliczyć do podzespołu *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae typicum* (Passarge 1992).

3. Podsumowanie

Pod względem składu gatunkowego oraz całkowitego pokrycia procentowego fitocenozy zespołu *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* stwierdzone w kanałach hutniczych na Śląsku Opolskim nie odbiegają zasadniczo od płatów tego zespołu na stanowiskach wcześniej opisanych w tym regionie (Spałek 2004, 2005; Nowak, Nowak 2010) i w rzece Mławka koło Mławy (Tomaszewicz 1979). Jego fitocenozy stwierdzone w kanałach hutniczych na Śląsku Opolskim są również bardzo zbliżone pod względem składu gatunkowego oraz pokrycia do fitocenozy *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* opublikowanych w nielicznych publikacjach zachodnioeuropejskich (Weber 1967; Hilbig 1971; Oberdorfer 1977; Passarge 1992). *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* w kanałach hutniczych na Śląsku Opolskim często tworzy drobnopowierzchniowy kompleks mozaikowy z płatami *Elodeetum canadensis*, *Myriophylletum spicati* oraz *Nupharo-Nymphaeetum albae*.

Literatura

- DOSTÁL J. 1989. Nová květena ČSSR. 2. – Academia, Praha, 1548 ss.
- DYREKTYWA RADY 92/43/EWG (Dyrektywa Siedliskowa) z dn. 21.05.1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory. Dz. U. UE.L. 1992, Nr 206, poz. 7.
- GRABHERR G., POLATSCHEK A. 1986. Lebensräume und Flora Vorarlbergs. – Vorarlberger Verlagsanstalt, Dornbirn, 263 ss.
- HATTON-ELLIS T.W., GRIEVE N. 2003. Ecology of watercourses characterised by *Ranunculon fluitantis* and *Callitricho-Batrachion* vegetation. Conserving Natura 2000 rivers. – Ecol. Ser. 11: 1–64.

- HILBIG W. 1971. Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. 1. Die Wasserpflanzengesellschaften. – *Hercynia NF* **8**(1): 4–33.
- MATUSZKIEWICZ W. 2008. Przewodnik do oznaczania zbiorowiska roślinnych Polski. – Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 536 ss.
- MEUSEL H., JÄGER E., WEINERT E. 1965. Vergleichende Chorologie der Zentral-europäischen Flora. – Veb Gustav Fischer Verlag, Jena, 258 ss.
- NOWAK A., NOWAK S. 2010. Zbiorowiska związku *Ranunculion fluitantis* na Śląsku Opolskim. – *Fragm. Flor. Geobot. Polonica* **17**(1): 109–119.
- OBERDORFER E. (red.). 1977. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. – G. Fischer Verlag, Stuttgart-New York, 310 ss.
- OBERDORFER E. 1957. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – *Pflanzensoziologie* **10**: 1–564.
- OBERDORFER E. 1994. Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7 Aufl. – Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1050 ss.
- PASSARGE H. 1992. Mitteleuropäische Potamogetonetea I. – *Phytocoenologia* **20**: 489–527.
- POTT R. 1995. Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2 Aufl. – E. Ulmer, Stuttgart, 622 ss.
- RENNWALD E. (red.) 2000. Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands mit Anmerkungen zur Gefährdung. – W: RENNWALD E. (red.), Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – *Schr.-R.f. Vegetationskunde* **35**: 393–592.
- RIIS T., SAND-JENSEN K. 2001. Historical changes in species composition and richness accompanying perturbation and eutrophication of Danish lowland streams over past 100 years. – *Freshwater Biol.* **46**: 269–280.
- SAND-JENSEN K., RIIS T., VETSREGAARD O., LARSEN E. 2000. Macrophyte decline in Danish lakes and streams over the past 100 years. – *J. Ecol.* **88**: 1030–1040.
- SCHRAT L. 1993. *Lemnetea*. – W: GRABHERR G., MUCINA L. (red.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation. – G. Fischer Verlag, Jena-Stuttgart-New York, s. 53–78.
- SCHUBERT R., HILBIG W., KLOTZ S. 1995. Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. – G. Fischer, Jena-Stuttgart, 404 ss.
- SPAŁEK K. 2004. Rare and endangered plant communities of the Opole. – *Nature Journal* **37**: 5–16.
- SPAŁEK K. 2005. Rzadkie i ginące zbiorowiska z klas *Lemnetea minoris* i *Potamogetea* na Równinie Opolskiej. – *Fragm. Flor. Geobot. Polonica* **12**(1): 123–133.
- SPAŁEK K. 2006. Kanały hutnicze ostoją różnorodności biologicznej na Śląsku Opolskim. – *Przyr. Górnego Śląska* **46**: 16.
- SPAŁEK K. 2008. Nowe stanowisko pływacza krótkoostrogowego *Utricularia ochroleuca* R. W. Hartm. na Śląsku Opolskim. – *Chrońmy Przyr. Ojcz.* **64**(4): 82–85.
- TOMASZEWICZ H. 1979. Roślinność wodna i szuwarowa Polski (Klasy: *Lemnetea*, *Charetea*, *Potamogetonetea*, *Phragmitetea*) wg stanu zbadania na rok 1975. – *Rozpr. Uniw. Warszawskiego*, Warszawa, 325 ss.

- WEBER D.W. 1967. Zur Vegetation einiger Fliessgewässer der Oberpfalz und des Bayerischen Waldes. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgemeinschaft N. F. **11–12**: 25–27.
- WIEGLEB G., BRUX H., HERR W. 1991. Human impact on the ecological performance of *Potamogeton* species in northwestern Germany. – *Vegetatio* **97**: 161–172.
- ZAJĄC A., ZAJĄC M. (red.). 2001. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. – Pracownia Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniw. Jagiellońskiego, Kraków, 714 ss.

Summary

Ranunculo-Callitrichetum hamulatae is a plant community that is rarely recorded in Poland. It has been observed in the Mławka river near Mława, in a stream in Opole-Grotowice and on the Opole Plain in the Mała Panew river near Zielona, Brusiek, Kielcza and Krasiejów, in the Stobrawa river in Karłowice, in the Jemielnica river near Gąsiorowice, in streams near Staniszcze Małe, Kolonowskie, Gwoździany, Pludry and Krogólna and in fishponds near Gwoździany and Zielona. But it is likely that phytocenoses of this community are more widespread in Poland.

Four new localities of the *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* community were found during a geobotanical survey conducted in Opole Silesia in 2005–2009. They were located in the canals of steel works between Murów and Zagwiździe, between Kolonowskie and Zawadzkie, between Zawadzkie and Kielcza and in Osowiec. Until recently phytocenoses of *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae* have not been noted in this type of habitat. This association usually develops on a sandy or sandy and muddy substratum, and more rarely on a muddy bottom, in transparent water 0.3–1.7 m deep with a pH of 6.4–6.9. This community usually grows in small patches from 1 m² to 30 m².