

Received: 31.08.2018 / Accepted: 13.12.2018

Occurrence, productivity and the possibility of Japanese knotweed and giant knotweed control

Występowanie, produktywność oraz możliwości zwalczania rdestowców ostrokończystego i sachalińskiego

Krzysztof Domaradzki^{1*}, Anna Jezierska-Domaradzka², Marek Badowski¹, Adam Matkowski²

Summary

Knotweeds (*Reynoutria* sp.) are native to East Asia and were introduced to Europe. They are considered invasive weed species which acclimatize very well in new environment and displace native species in Poland. Currently knotweeds occur commonly in all regions in Poland. They grow mainly along river banks, roadsides and on borderline habitats. They are rarely found in home gardens, railway and industrial areas as well as on fallow and idle lands. In the years 2013–2016 the places of knotweed occurrences, a productivity of plant fresh mass, and possibility of their control were determined. Three herbicides and mechanical mowing were applied in the trials. The efficacy of weed control was evaluated 4 and 8 weeks after the treatment. Regrowth of plant was analyzed after 3 and 5 months. The best results of knotweed control was achieved after application of triclopyr + fluroxypyr + clopyralid mixtures. Other examined products such as flazasulfuron, glyphosate and mixture flazasulfuron + glyphosate were less effective.

Key words: *Reynoutria* sp., biomass production, herbicide, control

Streszczenie

Rdestowce (*Reynoutria* sp.) pochodzą z wschodniej Azji i stamtąd zostały zawleczone do Europy. Są gatunkami inwazyjnymi, które doskonale zaaklimatyzowały się w Polsce i wypierają gatunki rodzime. Obecnie rdestowce występują na terenie całej Polski. Rosną głównie nad brzegami cieków wodnych, na siedliskach okrajowych oraz na przydrożach. Rzadziej występują w ogrodach przydomowych, na terenach kolejowych i przemysłowych oraz na odłogach i nieużytkach. W latach 2013–2016 wykonano obserwacje miejsc występowania rdestowców, określono produktywność świeżej masy przez rośliny oraz oceniono możliwość ich zwalczania. W doświadczeniach wykorzystano 3 herbicydy oraz mechaniczne koszenie roślin. Skuteczność zwalczania oceniono 4 i 8 tygodni po zabiegu. Odrastanie analizowano po 3 i 5 miesiącach. Najlepsze rezultaty były obserwowane po zastosowaniu mieszaniny trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid. Pozostałe z badanych herbicydów, takie jak flazasulfuron, glifosat i mieszanina flazasulfuron + glifosat działały słabiej.

Słowa kluczowe: *Reynoutria* sp., produkcja biomasy, herbicydy, zwalczanie

¹ Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Herbolgii i Technik Uprawy Roli
Orzechowa 61, 50-540 Wrocław

² Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Borowska 211, 50-556 Wrocław

*corresponding author: k.domaradzki@iung.wroclaw.pl

Wstęp / Introduction

Rejonem pochodzenia rdestowców jest wschodnia Azja. Rdestowiec ostrokończysty (*Reynoutria japonica* Houtt.) w warunkach naturalnych rośnie w pasie od południowego krańca Sachalinu i Wysp Kurylskich poprzez Japonię, Półwysp Koreański, południowo-zachodnie Chiny, aż po Wietnam (Bailey 2003; Balogh 2008). Pierwotny zasięg drugiego z gatunków – rdestowca sachalińskiego [*Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai] jest zdecydowanie mniejszy. Naturalnie występuje on na terenie Wysp Japońskich, Półwyspu Koreańskiego oraz południowego Sachalinu i Wysp Kurylskich (Bailey i Conolly 2000; Balogh 2008). Do Europy rdestowce trafiły w XIX wieku. Rdestowiec ostrokończysty został sprowadzony w latach 40. XIX wieku do szkółki roślin ozdobnych w Linden w Holandii, natomiast rdestowiec sachaliński trafił w 1860 roku do Ogrodu Botanicznego Kew w Londynie (Bailey i Conolly 2000). Dość szybko obydwa gatunki przeniknęły z uprawy do siedlisk naturalnych i obecnie są szeroko rozpowszechnione w wielu rejonach świata (Pyšek i Prach 1993; Hollingsworth i Bailey 2000).

Do Polski rdestowce trafiły na przełomie XIX i XX wieku, głównie jako rośliny ozdobne, ale również miododajne i w mniejszym stopniu paszowe. Również i w naszym kraju szybko wymknęły się spod uprawy do siedlisk naturalnych. W połowie XX wieku rdestowiec ostrokończysty występował na 63 takich stanowiskach, a rdestowiec sachaliński na 16. Po upływie półwiecza liczba stanowisk rdestowca ostrokończystego wzrosła do ponad 3000, a rdestowca sachalińskiego niemal do 500 (Tokarska-Guzik 2005). Ze względu na wyjątkową ekspansywność rdestowce stanowią zagrożenie dla bioróżnorodności siedlisk naturalnych. Szybko uzyskują dominację w zbiorowiskach, co prowadzi do ograniczenia rozwoju i wypierania gatunków rodzimych. Ponadto ich szkodliwość polega również na blokowaniu procesów sukcesji wtórnej, zmianie właściwości chemicznych i fizycznych gleb oraz osłabieniu funkcjonalności skrajów pól i cieków śródpolnych (Tokarska-Guzik 2009; Chmura i wsp. 2015).

Rdestowiec ostrokończysty ma bardzo dużą tolerancję odnośnie zajmowanych siedlisk. Występuje na nieużytkach, w parkach i ogrodach, na terenach kolejowych, przemysłowych oraz związanych z infrastrukturą drogową, a także w siedliskach naturalnych (zarośla i skraje lasów oraz brzegi rzek). Bardzo rzadko rośnie na terenach rolniczych. Gatunek ten ma dużą tolerancję na typ gleby i jej odczyn. Rdestowiec sachaliński ma również podobne preferencje glebowe. Jednak występuje rzadziej. Spotkać go można głównie na przydrożach, rowach, nieużytkach, terenach okrajowych, nad brzegami cieków wodnych oraz w ogrodach i parkach (Bzdęga i wsp. 2017).

Celem przeprowadzonych badań było określenie miejsc występowania rdestowców, ocena zasobów biomasy tych

gatunków oraz sprawdzenie możliwości ich zwalczania wraz z analizą odrastania roślin po wykonanych zabiegach ochrony.

Materiały i metody / Materials and methods

W latach 2013–2016 wykonano obserwacje i doświadczenia, w których oceniono miejsca występowania, naturalne zasoby oraz możliwość zwalczania rdestowca sachalińskiego i ostrokończystego.

W celu określenia stanowisk najbardziej zagrożonych ekspansją badanych gatunków rdestowców wykonano obserwacje pozwalające stwierdzić, jakie siedliska najczęściej są zasiedlane przez oba gatunki. Dla uporządkowania otrzymanych wyników, miejsca występowania podzielono na: odłogi i nieużytki, przydroża, tereny okrajkowe, doliny rzeczne i okolice cieków, tory kolejowe, ogrody przydomowe i przychacie oraz tereny zurbanizowane.

Ocenę naturalnych zasobów biomasy rdestowców wykonano w siedliskach całkowicie opanowanych przez te gatunki, co odpowiadało 5. stopniowi ilościowości w skali Braun-Blanqueta (Braun-Blanquet 1964), tzn. że gatunki te pokrywały od 75 do 100% całej badanej powierzchni. Analizy wykonano na 29 stanowiskach, na terenie Dolnego Śląska. Materiał roślinny pobierano w fazie kwitnienia z powierzchni 1 m², a następnie ważono w stanie świeżym. Biomasa oceniano oddzielnie dla każdego gatunku, który wystąpił w danej lokalizacji. W każdym analizowanym miejscu pomiary masy wykonano w 5 powtórzeniach. Otrzymane dane posłużyły do obliczenia naturalnych zasobów biomasy rdestowców z powierzchni 1 ha.

Doświadczenia, w których badano możliwość zwalczania rdestowców wykonano metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 25 m². Zlokalizowano je w siedliskach okrajkowych, na glebach płowych klasy V. W ramach badań oceniano różne sposoby ograniczania wzrostu i rozwoju rdestowców, polegające na stosowaniu zabiegów chemicznych, mechanicznych oraz połączeniu obydwu tych metod.

W badaniach wykorzystano 3 herbicydy, stosowane samodzielnie, w mieszaninie lub w połączeniu z zabiegami mechanicznego koszenia. Charakterystykę badanych środków, tj. zawartość substancji czynnej i dawki środków przedstawiono w tabeli 1. Wszystkie herbicydy stosowano wiosną, po ruszeniu wegetacji w fazie do 4–6 liści rdestowców. Zabiegi wykonano za pomocą opryskiwacza plecakowego Gloria, ze stałym ciśnieniem 0,25 MPa i wydatkim cieczy użytkowej 250 l/ha.

Skuteczność badanych metod odchwaszczania oceniono po 4 i 8 tygodniach od ich zastosowania. Odrastanie roślin rdestowców analizowano jesienią po upływie 3 i 5 miesięcy od odchwaszczania. W obydwu przypadkach wykorzystano szacunkową metodę oceny. Jako minimalny, wymagany

Tabela 1. Charakterystyka stosowanych herbicydów
Table 1. Characteristic of applied herbicides

Substancja czynna Active substance	Zawartość substancji czynnej Content of active substance	Dawka herbicydu na hektar Dosage of herbicide per hectare
Glifosat – Glyphosate	360 g/l	3, 8 l
Chlopyralid + fluoksypyr + trichlopyr Clopyralid + fluoxypyr + triclopyr	100 g/l + 75 g/l + 50 g/l	2, 3, 4 l
Flazasulfuron – Flazasulfuron	25%	0,1, 0,15, 0,2 kg

poziom skuteczności, zgodnie z obowiązującymi w Polsce unormowaniami prawnymi (Rozporządzenie 2004, 2005), przyjęto ograniczenie zachwaszczenia o co najmniej 85% w stosunku do obiektu kontrolnego, niepoddanego zabiegom odchwaszczania.

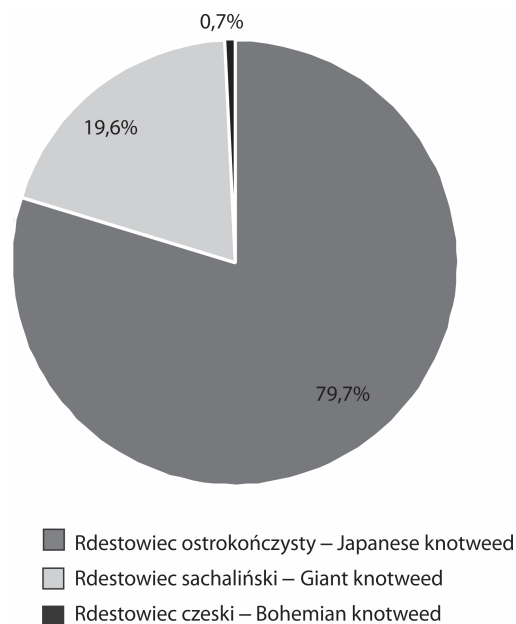
W statystycznym opracowaniu wyników użyto metody analizy wariancji dla doświadczeń w układzie losowanych bloków. Istotność różnic testowano wykorzystując półprzedział ufności Tukeya, a najmniejszą istotną różnicę podano dla poziomu istotności wynoszącego 0,05. Obliczenia wykonane zostały za pomocą programu komputerowego ARM 2017.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Występowanie rdestowców i ich zasoby / Occurrence of knotweeds and their sources

W warunkach Dolnego Śląska obserwuje się występowanie trzech gatunków z rodzaju rdestowiec (*Reynoutria* Houtt.). Są to rdestowiec ostrokończysty (*Reynoutria japonica* Houtt.), rdestowiec sachaliński [*Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai] oraz rdestowiec czeski (*Reynoutria × bohemica* Chrtek & Chrtkova) (Zajac i Zajac 2001). Badania własne pozwalają stwierdzić, że na analizowanym terenie zdecydowanie dominował rdestowiec ostrokończysty – obecny w 79,7% obserwacji, zdecydowanie rzadziej notowano rdestowiec sachaliński – w 19,6%, a zupełnie sporadycznie występował rdestowiec czeski, który obserwowano jedynie na 0,7% ogółu stanowisk rdestowców (rys. 1). Podobne proporcje utrzymują się na terenie całego kraju. W Polsce rdestowce występują we wszystkich województwach, jednak liczba stanowisk jest bardzo zróżnicowana. Rdestowiec ostrokończysty zdecydowanie częściej występuje w południowej części Polski, poniżej 53 równoleżnika, natomiast powyżej tej granicy jego stanowiska są obserwowane rzadko (Zajac i Zajac 2001). Rdestowiec sachaliński występuje w rozproszonych stanowiskach na terenie całego kraju, z nieco większym nasileniem na Górnym Śląsku i Opolszczyźnie (Zajac i Zajac 2001; Bzdęga i wsp. 2017).

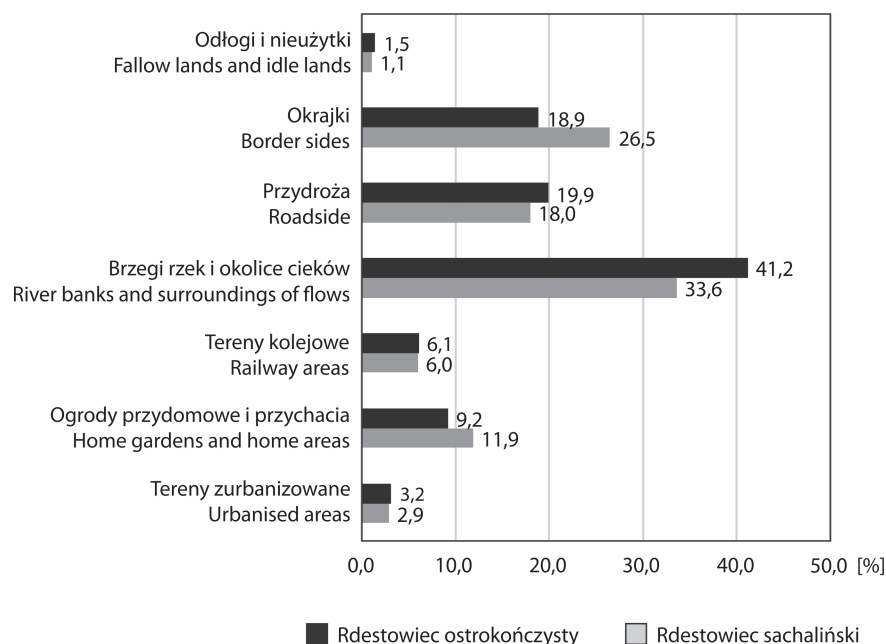
Na podstawie przeprowadzonych obserwacji można stwierdzić, że w warunkach Dolnego Śląska rdestowce



Rys. 1. Udział poszczególnych gatunków rdestowców na badanym obszarze

Fig. 1. Share of individual knotweed species on the studied area

najczęściej występują nad brzegami rzek i w okolicach cieków wodnych. Dla rdestowca ostrokończystego to 41,2% wszystkich stanowisk, natomiast dla sachalińskiego – 33,6%. W następnej kolejności rdestowce obserwowano na siedliskach okrajowych (ostrokończysty w 18,9%, a sachaliński w 26,5% przypadków) oraz na przydrożach (ostrokończysty w 19,9%, sachaliński – 18,0%). W 9–12% obserwacji stanowiskiem zajmowanym przez rdestowce były ogrody przydomowe oraz ich bezpośrednie sąsiedztwo, natomiast w 6% przypadków były to tereny kolejowe. Sporadycznie rdestowce zasiedlały tereny zurbanizowane, takie jak składowiska, czy tereny przemysłowe, a także odłogi i nieużytki (rys. 2). Badania innych autorów prowadzone w różnych rejonach Polski prowadzą do zbliżonych konkluzji (Woźniak 2001; Chmura 2004; Urbisz 2004; Kompała-Bąba i wsp. 2005; Chmura i Sierka 2006; Rostański 2006; Wika i Gorczyca 2006). Podobne tendencje w warunkach Europy centralnej i zachodniej obserwowali inni badacze (Conolly 1977; Wittig 1981; Beerling i wsp. 1994; Kosmale 2000; Boehmer i wsp. 2001; Mandák i wsp. 2004).



Rys. 2. Stanowiska zasiedlane przez rdestowce
Fig. 2. Sites inhabited by the knotweeds

W Polsce rdestowce rozmnażają się przede wszystkim drogą wegetatywną, natomiast rola nasion w ich ekspansji jest niewielka (Bzdęga i wsp. 2017). Podobnie sytuacja wygląda w innych krajach europejskich (Child i Wade 1999; Shaw i Seiger 2002; CABI 2015, 2018). Pomimo wegetatywnego sposobu rozmnażania rdestowce bardzo szybko mogą opanować nowe tereny. Do powstania nowego stanowiska wystarczy nawet jedno-, dwucentymetrowy fragment kłącza, który w ciągu sezonu wegetacyjnego może osiągnąć długość 1,5 m (Bailey i wsp. 2009). W późniejszych latach kłącza rdestowców rozrastają się jeszcze intensywniej, średnio w tempie 5–7 m/rok, a pojedyncze z nich nawet do 20 m (Fuchs 1957). Szybki przyrost części podziemnej wiąże się również z intensywnym wzrostem pędu nadziemnego. Rdestowiec ostrokończysty może przyrastać w tempie 3–8 cm/dobę, natomiast rdestowiec sachaliński nawet do 15 cm (Marigo i Pautou 1998; Child i Wade 1999; Balogh 2008).

Badania własne wykazują, że na stanowiskach opianowanych przez rdestowce w 5. stopniu według skali Braun-Blanqueta, sumaryczna biomasa pędów i kłączy wytwarzana przez rośliny może nawet przekroczyć 100 t/ha. Dla rdestowca sachalińskiego świeża masa pędów nadziemnych wynosiła średnio 101,5 t/ha, natomiast masa kłączy – 129,3 t/ha. W przypadku rdestowca ostrokończystego było to odpowiednio 79,5 i 107,5 t/ha (tab. 2).

W pracach innych badaczy, opisujących produktywność biomasy przez rdestowce uprawiane na cele energetyczne, w doświadczeniach wykonanych w Czechach, na Słowacji,

w Wielkiej Brytanii i Niemczech, osiągnięto różnicowane rezultaty. Autorzy w tych opracowaniach podają suchą masę roślin, lecz przyjmując średni stosunek świeżej do suchej masy roślin jak 5 : 1 można dokonać przeliczenia według którego rdestowiec ostrokończysty wytwarzał pędy nadziemne o masie od 32,0 do 54,1 t/ha, natomiast biomasa kłączy wynosiła 73,35 t/ha (Brock 1994; Horn i Prach 1994; Eliáš 1998; Stražil i Kára 2010; Meerbeek i wsp. 2015). Rdestowiec sachaliński wytwarzał pędy nadziemne o masie od 60,0 do 150,0 t/ha, natomiast jego kłącza miały masę – 52,5 do 113,7 t/ha (El Bassam 2010). Mieszaniec obu gatunków – rdestowiec czeski charakteryzował się zbliżoną produktywnością biomasy, która dla pędów nadziemnych wynosiła 66,5–122,5 t/ha (Pude i Franken 2001; Stražil i Kára 2010).

Zwalczanie rdestowców / Control of knotweeds

Doświadczenia przeprowadzone w naturalnych siedliskach występowania rdestowców pozwalają stwierdzić, że najlepszy efekt w eliminowaniu tych gatunków można uzyskać stosując herbicyd zawierający mieszaninę trzech substancji czynnych: chlorypyralidu, fluoksypiru i trichlopyru. Zabieg tym środkiem zapewniał wysoką skuteczność zwalczania zarówno rdestowca sachalińskiego, jak i ostrokończystego, która po 8 tygodniach od aplikacji środka wynosiła od 87 do 98%. Najlepsze efekty obserwowano w przypadku użycia tego herbicydu w dawkach dzielonych oraz w wariacie, w którym

Tabela 2. Świeża masa rdestowców występujących na terenach odłogowanych (dane z 29 stanowisk z lat 2013–2016)
 Table 2. Fresh mass of the knotweeds occurring on fallow lands (data from 29 locations from the years 2013–2016)

Część rośliny Part of plant	Świeża masa – Fresh mass [t/ha]	
	rdestowiec sachaliński giant knotweed	rdestowiec ostrokończysty Japanese knotweed
Części nadziemne – Aboveground parts	101,5	79,5
Części podziemne – Underground parts	129,3	107,5

najpierw wykonano koszenie, a po 5–6 tygodniach stosowano herbicyd. W pierwszym przypadku rdestowce eliminowano w 95–98%, natomiast w drugim w 95%. Mieszanina chlopyralid + fluroksypyr + trichlopyr stosowana w pierwszym zabiegu w połączeniu z koszeniem rdestowców po 5–6 tygodniach zapewniała skuteczność zwalczania obu gatunków na poziomie 92%. Efekt chwastobójczy tych zabiegów był długotrwały, co wykazały analizy odrastania roślin. Po 3 miesiącach odrastało jedynie 2–3% roślin na powierzchniach, na których stosowano herbicyd w dawce dzielonej oraz 3–6% w przypadku łączenia zabiegów chemicznych i mechanicznych. Po upływie 5 miesięcy od wykonania zabiegów odchwaszczania było to odpowiednio 6% oraz 7–9%. Analiza statystyczna wykazała, że te warianty odchwaszczania działały istotnie skuteczniej niż inne z ocenianych. W przypadku jednokrotnego stosowania mieszaniny chlopyralid + fluroksypyr + trichlopyr odrastanie po 5 miesiącach było intensywniejsze i osiągnęło poziom 20% (tab. 3).

Pozostałe badane herbicydy działały mniej efektywnie, co zostało potwierdzone statystycznie. Glifosat najwyższą skuteczność działania (63–73% zniszczenia) osiągnął po 4 tygodniach od zastosowania. Później jego działanie zmniejszało się, by po 8 tygodniach osiągnąć poziom 33–66%, co wskazuje, że rdestowce rozpoczęły regenerację. Po 3 miesiącach odrosło 48–77% roślin, natomiast po 5 miesiącach – 92%. Słabszą podatność na działanie glifosatu wykazywał rdestowiec sachaliński. Również flazasulfuron stosowany samodzielnie działał bardzo słabo. Po 4 tygodniach jego skuteczność wynosiła zaledwie 26–32%, a następnie jeszcze spadała. Po 5 miesiącach obydwa gatunki rdestowca traktowane tym środkiem odrosły w 92%. Zastosowanie flazasulfuronu w mieszaninie z glifosatem (zabieg pojedynczy) istotnie poprawiło skuteczność w porównaniu do zabiegu samym flazasulfuronem, lecz działanie tej mieszaniny nadal było niewystarczające. Po 4 tygodniach rośliny obydwu gatunków były zniszczone w 57%, lecz później nastąpiła ich silna regeneracja, i po 5 miesiącach odrosły one w 90%. Połączenie zabiegów chemicznych polegających na użyciu mieszaniny flazasulfuron + glifosat i mechanicznych (koszenie) także powodowało istotny wzrost skuteczności, lecz mimo to odrastanie rdestowców po 5 miesiącach było nieakceptowalne i wynosiło 73–75%.

Dwukrotne użycie mieszaniny herbicydów zawierających flazasulfuron i glifosat zapewniało zwalczanie rdestowców na poziomie 85–88% (8 tygodni po zabiegu). Regeneracja i odrastanie roślin przebiegały wolniej, niż w przypadku innych wariantów stosowania tych substancji czynnych. Po 3 miesiącach odrosło 13% roślin, natomiast po 5 miesiącach – 27% (tab. 3).

Mechaniczne zwalczanie rdestowców, polegające na dwukrotnym koszeniu zapewniało końcową skuteczność zbliżoną do stosowania solo glifosatu lub flazasulfuronu. Ta metoda zapewniała początkowo wysoką skuteczność, wynoszącą po 4 tygodniach 78–80%. Później jednak rdestowce rozpoczęły regenerację i odrastanie. Po 3 miesiącach odrosło 67–78% roślin, a po 5 miesiącach – 93% (tab. 3).

Badania nad zwalczaniem rdestowca ostrokończystego prowadzone w Wielkiej Brytanii wykazały, że stosowanie środków zawierających glifosat lub imazapyr, a także połączenie aplikacji herbicydów z zabiegami koszenia jest mało skuteczne i nie zapobiega odrastaniu roślin (Kabat i wsp. 2006; Cygan 2018). Szacuje się, że w Wielkiej Brytanii rdestowiec ostrokończysty opanował powierzchnię 1200 km², a koszt jego zwalczania to 1,56 mld funtów (DEFRA 2003). W Belgii spośród kilku sprawdzonych metod najlepsze rezultaty zapewniało stosowanie zastrzyków z glifosatu, lecz również i ta metoda nie pozwalała na całkowite wyeliminowanie roślin z zajmowanych siedlisk (Delbart i wsp. 2012). Również w Czechach badano możliwość zwalczania rdestowców za pomocą glifosatu, jako jedynej substancji dopuszczonej do użycia na siedliskach tego gatunku. Podobnie, jak w innych krajach, rezultaty nie były w pełni zadowalające (Barták i wsp. 2010). W doświadczeniach wykonanych w Stanach Zjednoczonych badano skuteczność kilku substancji czynnych, takich jak 2,4-D, trichlopyr, imazapyr, glifosat oraz aminocyclopyrachlor w zwalczaniu rdestowca ostrokończystego. Otrzymane wyniki pokazały słabą skuteczność większości ocenianych wariantów. Za skuteczne uznano jedynie aminocyclopyrachlor w dawce 560 g s.cz./ha oraz glifosat – 4210 g s.cz./ha (Rudenko i Hulting 2010). Również przeciwko rdestowcowi sachalińskiemu za jedyne substancję czynną o akceptowalnej skuteczności uznano glifosat, który aplikowano w stężeniu 7–8% (Murray McHugh 2006).

Tabela 3. Skuteczność zniszczenia rdestowców sachalińskiego i ostrokończystego (średnia z 4 doświadczeń z lat 2013–2016)
 Table 3. Efficacy of giant knotweed and Japanese knotweed control (average from 4 trials from the years 2013–2016)

Substancja czynna (s.cz.) lub inna metoda zwalczania Active substance (a.s.) or another control method	Termin Term	Dawka s.cz. na hektar Dosage of a.s. per hectare	Zniszczenie – Control [%]				Odrastanie – Regrowth [%]			
			po 4 tygodniach after 4 weeks		po 8 tygodniach after 8 weeks		po 3 miesiącach after 3 months		po 5 miesiącach after 5 months	
			RS	RO	RS	RO	RS	RO	RS	RO
Glifosat – Glyphosate	A	2880	63	73	33	66	77	48	92	92
Chlopyralid + fluoksypyr + trichlopyr Clopyralid + fluroxypyr + triclopyr	A	400 + 300 + 200	93	95	96	87	6	14	20	20
Chlopyralid + fluoksypyr + trichlopyr Clopyralid + fluroxypyr + triclopyr Chlopyralid + fluoksypyr + trichlopyr Clopyralid + fluroxypyr + triclopyr	A B	300 + 225 + 150 200 + 150 + 100	96	90	98	95	2	3	6	6
Koszenie – Mowing	A	0								
Chlopyralid + fluoksypyr + trichlopyr Clopyralid + fluroxypyr + triclopyr	B	400 + 300 + 200	85	92	95	95	5	3	7	7
Chlopyralid + fluoksypyr + trichlopyr Clopyralid + fluroxypyr + triclopyr	A	400 + 300 + 200	93	96	92	92	6	6	9	9
Koszenie – Mowing	B	0								
Flazasulfuron – Flazasulfuron	A	50	26	32	5	20	97	87	92	92
Flazasulfuron + glifosat – Flazasulfuron + glyphosate	A	37,5 + 1080	57	57	43	60	83	73	90	90
Flazasulfuron + glifosat – Flazasulfuron + glyphosate Flazasulfuron + glifosat – Flazasulfuron + glyphosate	A B	37,5 + 1080 25 + 1080	80	77	85	88	13	13	27	27
Flazasulfuron + glifosat – Flazasulfuron + glyphosate Koszenie – Mowing	A B	50 + 1080 0	82	78	80	64	35	50	73	73
Koszenie – Mowing	A	0								
Flazasulfuron + glifosat – Flazasulfuron + glyphosate	B	50 + 1080	71	73	70	71	50	39	75	75
Koszenie – Mowing	A	0								
Koszenie – Mowing	B	0	78	80	56	58	78	67	93	93
NIR (0,05) – LSD (0.05)			12,3	10,1	9,7	12,3	11,9	13,5	16,7	17,3

Terminy: A – wiosną w fazie 4–6 liści, B – po 5–6 tygodniach – Terms: A – in the spring at 4–6 leaves growth stage, B – after 5–6 weeks

RS – rdestowiec sachaliński – giant knotweed

RO – rdestowiec ostrokończysty – Japanese knotweed

Wnioski / Conclusions

1. Na terenie Dolnego Śląska rdestowce najczęściej występują nad brzegami cieków wodnych, na siedliskach okrajowych oraz przydrożach. W następnej kolejności były to ogrody przydomowe i ich sąsiedztwo, tereny kolejowe, natomiast sporadycznie zasiedlane były place i składowiska, tereny przemysłowe, a także odłogi i nieużytki.
2. Masa, jaką wytwarzają rdestowce na powierzchni jednego hektara może przekraczać sto ton, zarówno w przypadku pędów nadziemnych, jak i kłaczy.
3. Rdestowiec sachaliński charakteryzował się większą produktywnością biomasy niż rdestowiec ostrokończysty.

4. Wysoką i długotrwałą skuteczność zwalczania rdestowców zapewniało zastosowanie mieszaniny trichlopyru, fluoksypyru i chlopyralidu.
5. Po aplikacji glifosatu, flazasulfuronu lub mieszaniny tych substancji rdestowce regenerowały się i odrastały.

Podziękowanie / Acknowledgements

Praca wykonana w ramach projektu nr 2011/03/B/NZ9/04763, pt. „Ograniczanie występowania roślin inwazyjnych z rodzajów *Solidago* i *Reynoutria* z wykorzystaniem biomasy do pozyskiwania biologicznie czynnych metabolitów”, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

Literatura / References

- Bailey J.P. 2003. Japanese Knotweed *s.l.* at home and abroad. p. 183–196. In: “Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions” (L. Child, J.H. Brock, K. Prach, P. Pyšek, P.M. Wade, W. Williamson, eds.). Backhuys, Leiden, The Netherlands, 457 pp.
- Bailey J.P., Conolly A.P. 2000. Prize-winners to pariahs – A history of Japanese Knotweed *s.l.* (Polygonaceae) in the British Isles. *Watsonia* 23: 93–110.
- Bailey J.P., Bímová K., Mandák B. 2009. Asexual spread versus sexual reproduction and evolution in Japanese Knotweed *s.l.* sets the stage for the “Battle of the Clones”. *Biological Invasions* 11 (5): 1189–1203. DOI: 10.1007/s10530-008-9381-4.
- Balogh L. 2008. Japanese, giant and bohemian knotweed. p. 13–33. In: “The Most Important Invasive Plants in Hungary” (Z. Botta-Dukát, L. Balogh, eds.). Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót, Hungary, 255 pp.
- Barták R., Konupková-Kalousová Š., Krupová B. 2010. Methods of Elimination of Invasive Knotweed Species (*Reynoutria* spp.). PROprint, Český Těšín, Czech Republic, 15 pp.
- Beerling D.J., Bailey J.P., Conolly A.P. 1994. *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene. Biological Flora of the British Isles. *Journal of Ecology* 82 (4): 959–979. DOI: 10.2307/2261459.
- Boehmer H.J., Heger T., Trepl L. 2001. Case Studies on Alien Species in Germany – *Robinia pseudoacacia*, *Fallopia japonica*, *Senecio inaequidens*, *Dreissena polymorpha*, *Ondatra zibethicus*, *Mustela vison*. Umweltbundesamt, Berlin: 77–89.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Springer, Wien, New York, 865 pp.
- Brock J.H. 1994. Technical note: Standing crop of *Reynoutria japonica* in the autumn of 1991 in the United Kingdom. *Preslia* 66: 337–343.
- Bzdęga K., Dajdok Z., Fojcik B., Nowak T., Pasierbiński A., Tokarska-Guzik B., Urbisz A. 2017. Inwazyjne gatunki z rodzaju rdestowiec *Reynoutria* spp. w Polsce – biologia, ekologia i metody zwalczania. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, 182 ss. ISBN 978-83-226-3078-5.
- CABI Commonwealth Agricultural Bureau International. 2015. Datasheet: *Fallopia sachalinensis*. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/107744#20067202348> [Accessed: 22.08.2018].
- CABI Commonwealth Agricultural Bureau International. 2018. Datasheet: *Fallopia japonica*. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/23878> [Accessed: 20.08.2018].
- Child L., Wade M. 1999. *Fallopia japonica* in the British Isles: The traits of an invasive species and implications for management. In: “Biological Invasions of Ecosystem by Pests and Beneficial Organisms” (E. Yano, K. Matsuo, M. Shiyomi, A. Andow, eds.). National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Japan: 200–210.
- Chmura D. 2004. Penetration and naturalisation of invasive alien plant species (neophytes) in woodlands of the Silesian Upland (southern Poland). *Nature Conservation* 60 (3): 3–11.
- Chmura D., Sierka E. 2006. The occurrence of invasive alien plant species in selected forest nature reserves in southern Poland as a conservation problem. *Nature Conservation* 62 (5): 3–11.
- Chmura D., Tokarska-Guzik B., Nowak T., Woźniak G., Bzdęga K., Koszela K., Gancarek M. 2015. The influence of invasive *Fallopia* taxa on resident plant species in two river valleys (southern Poland). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 84 (1): 23–33. DOI: 10.5586/asbp.2015.008.
- Conolly A.P. 1977. The distribution and history in the British Isles of some alien species of *Polygonum* and *Reynoutria*. *Watsonia* 11: 291–311.
- Cygan D. 2018. Preventing the Spread of Japanese knotweed (*Reynoutria japonica*). Best Management Practices. New Hampshire Department of Agriculture, Markets & Food, 15 pp.
- DEFRA. 2003. Review of non-native species policy. Report of the working group. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London, 90 pp.
- Delbart E., Mahy G., Weickmans B., Henriot F., Crémer S., Pieret N., Vanderhoeven S., Monty A. 2012. Can land managers control Japanese knotweed? Lessons from control tests in Belgium. *Environmental Management* 50 (6): 1089–1097. DOI: 10.1007/s00267-012-9945.
- El Bassam N. 2010. Handbook of Bioenergy Crops. A Complete Reference to Species, Development and Applications. Earthscan, London-Washington, 544 pp.
- Eliš P. 1998. Estimation of *Reynoutria japonica* Houtt. biomass in Slovakia. *Acta Horticulturae et Regioteuriae* 1: 3–4.
- Fuchs C. 1957. Sur le développement des structures de l'appareil souterrain du *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. *Bulletin de la Société Botanique de France* 104 (3–4): 141–147. DOI: 10.1080/00378941.1957.10835085.
- Hollingsworth M.L., Bailey J.P. 2000. Evidence for massive clonal growth in the invasive weed *Fallopia japonica* (Japanese Knotweed). *Botanical Journal of the Linnean Society* 133 (4): 463–472. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2000.tb01589.x.
- Horn P., Prach K. 1994. Aerial biomass of *Reynoutria japonica* and its comparison with that of native species. *Preslia* 66 (4): 345–348.
- Kabat T.J., Stewart G.B., Pullin A.S. 2006. Are Japanese knotweed (*Fallopia japonica*) control and eradication interventions effective? CEE review 05-015 (SR21). Collaboration for Environmental Evidence: 1–98.
- Kompała-Bąba A., Błońska A., Bąba W. 2005. The participation of *Reynoutria japonica* Houtt. in phytocoenoses growing in the Upper Silesian Industrial Region Thaiszia. *Journal of Botany* 15 (1): 233–248.
- Kosmale S. 2000. Einwanderung und Ausbreitung gebietsfremder Pflanzen – aus der Sicht des westsächsischen Erzgebirgsvorlandes – kritisch betrachtet. *Pulsatilla – Zeitschrift für Botanik und Naturschutz* 3: 23–29.
- 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 (1): 15–64.
- Marigo G., Pautou G. 1998. Phenology, growth and ecophysiological characteristics of *Fallopia sachalinensis*. *Journal of Vegetation Science* 9 (3): 379–386. DOI: 10.2307/3237102.
- Meerbeek K.V., Appels L., Dewil R., Calmeyn A., Lemmens P., Muys B., Hermly M. 2015. Biomass of invasive plant species as a potential feedstock for bioenergy production. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 9 (3): 273–282. DOI: 10.1002/bbb.1539.
- Murray McHugh J. 2006. A review of literature and field practices focused on the management and control of invasive knotweed (*Polygonum cuspidatum*, *P. sachalinense*, *P. polystachyum* and hybrids). The Nature Conservancy, Southern Lake Champlain Valley Program, West Haven, 32 pp.
- Pude R., Franken H. 2001. *Reynoutria bohemica* – eine Alternative zu *Miscanthus x giganteus*? *Reynoutria bohemica* – an alternative to *Miscanthus x giganteus*? *Die Bodenkultur* 52 (1): 19–27.

- Pyšek P., Prach K. 1993. Plant invasions and the role of riparian habitats: a comparison of four species alien to central Europe. *Journal of Biogeography* 20 (4): 413–420. DOI: 10.2307/2845589.
- Rostański A. 2006. Spontaniczne kształtowanie się pokrywy roślinnej na zwałowiskach po górnictwie węgla kamiennego. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, 230 ss.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 4.08.2004 r. (Dz. U. Nr 183, poz. 1890).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14.04.2005 r. (Dz. U. Nr 76, poz. 670).
- Rudenko M., Hulting A.G. 2010. Integration of chemical control with restoration techniques for management of *Fallopia japonica* populations. *Management of Biological Invasions* 1 (1): 37–49. DOI: 10.3391/mbi.2010.1.1.06.
- Shaw R.H., Seiger L.A. 2002. Japanese Knotweed. In: “Biological Control of Invasive Plants in the Eastern United States” (R. Van Driesche, S. Lyon, B. Blossey, M. Hoddle, R. Reardon, eds.). USDA Forest Service Publication: 159–166.
- Stražil Z., Kára J. 2010. Study of knotweed (*Reynoutria*) as possible phytomass resource for energy and industrial utilization. *Research in Agricultural Engineering* 56 (3): 85–91.
- Tokarska-Guzik B. 2005. The Establishment and Spread of Alien Plant Species (Kenophytes) in the Flora of Poland. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, 192 ss. ISBN 978-83-226-1485-3.
- Tokarska-Guzik B. 2009. Metody zwalczania roślin inwazyjnych obcego pochodzenia. s. 124–131. W: „Inwazyjne gatunki roślin ekosystemów mokradłowych Polski” (Z. Dajdok, P. Pawlaczyk, red.). Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin, 167 ss.
- Urbisz A. 2004. Konspekt flory roślin naczyniowych Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, 285 ss.
- Wika S., Gorczyca M. 2006. Local clusters of anthropophytes and their migration in “Murcki Forest” nature reserve (The Silesian Upland). *Biodiversity Research and Conservation* 3–4: 373–376.
- Wittig R. 1981. Untersuchungen zur Verbreitung einiger Neophyten im Fichtelgebirge. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Flora* 52: 71–81.
- Woźniak G. 2001. Invasive plants involved in primary succession on post-industrial areas Upper Silesia (Poland). In: “Plant Invasions: Species Ecology and Ecosystem Management” (G. Brundu, J. Brock, I. Camada, L. Child, M. Wade, eds.). Backhuys Publishing, Leiden, The Netherlands: 263–270.
- Zajac A., Zajac M. (red.). 2001. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce – Distribution Atlas of Vascular Plants in Poland. Pracownia Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 715 ss.