

Received: 14.03.2018 / Accepted: 27.06.2018

## Occurrence and the possibility of late goldenrod (*Solidago gigantea* Aiton) control

## Występowanie oraz możliwość zwalczania nawłoci późnej (*Solidago gigantea* Aiton)

Krzysztof Domaradzki<sup>1\*</sup>, Anna Jezierska-Domaradzka<sup>2</sup>, Marek Badowski<sup>1</sup>, Adam Matkowski<sup>2</sup>

### Summary

Late goldenrod (*Solidago gigantea* Aiton) was brought to Europe from North America. It is an invasive weed species which acclimatizes and displaces native species in Poland quite well. Currently late goldenrod occurs commonly throughout Poland. It grows mainly on fallow lands and in ruderal habitats. Recently late goldenrod has been found in farmlands. In the years 2013–2016 the places of late goldenrod appearing, a productivity of fresh mass through plants, and possibility of its control on fallow lands were determined. Three herbicides and mechanical mowing were applied to control weeds in the trials. The efficacy of weed control was evaluated 2, 4, 6 and 8 weeks after each treatment. Regrowth of plants was analyzed after 3, 4 and 5 months. The best effect of late goldenrod control was observed after application of trichlopyr + fluroxypyr + clopyralid mixtures. The other examined herbicides showed weaker effect.

**Key words:** *Solidago gigantea*; herbicide; weed control; fallow lands

### Streszczenie

Nawłoc późna (*Solidago gigantea* Aiton) pochodzi z Ameryki Północnej i została zawleczona do Europy. Jest gatunkiem inwazyjnym, który doskonale zaaklimatyzował się w Polsce i wypiera gatunki rodzime. Obecnie nawłoc późna występuje pospolicie na terenie całej Polski. Gatunek ten rośnie głównie na odłogach i miejscach ruderalnych. Nowymi siedliskami opanowanymi przez nawłoc późną są pola uprawne. W latach 2013–2016 wykonano obserwacje miejsc występowania nawłoci późnej, określono produktywność świeżej masy przez rośliny oraz oceniono możliwość jej zwalczania na terenach odłogowanych. W doświadczeniach wykorzystano 3 herbicydy oraz mechaniczne koszenie roślin. Skuteczność zwalczania oceniono 2, 4, 6 i 8 tygodni po zabiegu. Odrastanie analizowano po 3, 4 i 5 miesiącach. Najlepsze rezultaty obserwowane były po zastosowaniu mieszaniny trichlopyr + fluroksypyr + clopyralid. Pozostałe z badanych herbicydów działały słabiej.

**Słowa kluczowe:** *Solidago gigantea*; herbicydy; zwalczanie; odłogi

<sup>1</sup>Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
Orzechowa 61, 50-540 Wrocław

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

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

## Wstęp / Introduction

Nawłoc późna (*Solidago gigantea* Aiton) w stanie naturalnym występuje na obszarze Stanów Zjednoczonych i południowej Kanady (Gleason i Cronquist 1991), a do Europy została sprowadzona jako roślina ozdobna w XVIII wieku. Pierwszym krajem, do którego trafiła była Wielka Brytania, a miejscem introdukcji był Królewski Ogród Botaniczny w Londynie. Miało to miejsce w roku 1758 (Weber 1998). Początkowo nawłoc późna rozprzestrzeniała się na terenie Wysp Brytyjskich. Jednak po niespełna stu latach rozpoczęła się ekspansja tego gatunku na kontynent europejski. W pierwszej połowie XIX wieku nawłoc późną zaobserwowano we Francji, natomiast pół wieku później gatunek ten występował już w Niemczech, Szwajcarii i Austrii, by pod koniec XIX wieku pojawić się również w Europie centralnej. W tym czasie szybkość rozprzestrzeniania się nawłoci późnej wynosiła około 910 km<sup>2</sup> w ciągu roku (Weber i Jakobs 2005). Na teren obecnej Polski gatunek ten trafił w 1853 roku, jako roślina ozdobna uprawiana w ogrodach przydomowych (Tokarska-Guzik 2003). Po kilkudziesięciu latach uprawy, poczynając od lat 40. XX wieku, nawłoc późna rozpoczęła rozprzestrzenianie się na tereny ruderalne, zarośla i w doliny rzeczne (Grime 2002).

Nawłoc późna jest gatunkiem inwazyjnym, który doskonale zaaklimatyzował się w warunkach Polski i wywiera silną negatywną presję na taksony rodzime, powodując ich wypieranie z fitocenoz. Szybka ekspansja nawłoci powoduje, że rośnie ona w zwartych łanach, zajmując coraz większe powierzchnie gruntów nieużytkowanych rolniczo i zagraża roślinności rodzimej, eliminując ją z ekosystemów (Guzikowa i Maycock 1986). Swój sukces w opanowywaniu nowych terenów gatunek ten zawdzięcza dużej tolerancji na warunki siedliskowe, intensywnemu wzrostowi, wytwarzaniu dużej ilości lekkich nasion, łatwości rozmnażania wegetatywnego, brakowi naturalnych wrogów (Guzikowa i Maycock 1993) oraz mechanizmom allelopatycznym (Baličević i wsp. 2015).

Po ponad stu pięćdziesięcioletniej obecności na terenie naszego kraju nawłoc późna występuje w różnym nasileniu praktycznie na całym jego obszarze (Zajac i Zajac 2001). W ostatnich latach obserwuje się ten gatunek na miedzach, w zakrzaczeniach śródpolnych i na odłogach oraz w innych siedliskach antropogenicznych (Szymura i Wolski 2006).

Celem przeprowadzonych badań było określenie miejsc występowania nawłoci późnej, ocena zasobów biomasy tego gatunku na terenach odłogowanych oraz sprawdzenie możliwości jego zwalczania na odłogach, wraz z analizą odrastania roślin po wykonanych zabiegach ochrony.

W ramach hipotezy badawczej założono, że nawłoc późna poza terenami nieprzydatnymi rolniczo zasiedla również grunty odłogowane powodując ich degradację funkcjonalną poprzez wytwarzanie dużej biomasy, co może utrudnić ich przywrócenie do uprawy, niemniej jednak istnieją metody

pozwalające skutecznie ograniczyć występowanie tego gatunku w celu ponownego wykorzystania tych gruntów.

## Materiały i metody / Materials and methods

W latach 2013–2016 wykonano obserwacje występowania nawłoci późnej w różnych siedliskach Dolnego Śląska, określono zależność pomiędzy stopniem nasilenia występowania tego gatunku a świeżą masą wytwarzaną przez rośliny, a także przeprowadzono 4 doświadczenia, w których oceniono możliwość zwalczania nawłoci późnej na terenach odłogowanych.

W celu określenia stanowisk najbardziej zagrożonych ekspansją nawłoci późnej wykonano obserwacje pozwalające stwierdzić, jakie siedliska najczęściej zasiedla ten gatunek. Aby uporządkować otrzymane wyniki, miejsca występowania podzielono na: odłogi i nieużytki, przydroża, miedze śródpolne, tereny okrajkowe, doliny rzeczne i okolice cieków, łąki, pola uprawne, ogrody przydomowe i przychacia oraz tereny zurbanizowane.

Ocenę naturalnych zasobów występowania nawłoci późnej wykonano na odłogowanych polach w okolicach Wrocławia, w różnym stopniu opanowanych przez ten gatunek. W tym celu określono zależność pomiędzy poszczególnymi stopniami ilościowości w skali Braun-Blanqueta (Braun-Blanquet 1964) a świeżą masą części nadziemnych i podziemnych nawłoci. Do analiz wytypowano stanowiska, na których nawłoc późna osiągała 3., 4. i 5. stopień ilościowości, tzn. że gatunek ten pokrywa odpowiednio 25–50%, 50–75% i 75–100% całej badanej powierzchni. Analizy wykonano na 37 stanowiskach. Materiał roślinny pobierano w fazie kwitnienia z powierzchni 1 m<sup>2</sup>, a następnie ważono w stanie świeżym. W każdej lokalizacji wykonano po 5 powtórzeń. Otrzymane zależności posłużyły do oszacowania naturalnych zasobów nawłoci z 1 ha powierzchni odłogu w zależności od nasilenia jej występowania.

Doświadczenia, w których badano możliwość zwalczania nawłoci późnej na terenach odłogowanych wykonano metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 25 m<sup>2</sup>. Zlokalizowane były na terenach kilkuletnich odłogów, na glebach należących do gleb pługowych klasy V. W ramach badań oceniano różne sposoby ograniczania wzrostu i rozwoju nawłoci późnej, polegające na stosowaniu zabiegów chemicznych, mechanicznych oraz połączeniu obydwu tych metod.

W badaniach wykorzystano trzy herbicydy, stosowane samodzielnie 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 8 liści nawłoci późnej. Zabiegi wykonano za pomocą opryskiwacza plecakowego Gloria, ze stałym ciśnieniem 0,25 MPa i wydatkiem cieczy użytkowej 250 l/ha.

Tabela 1. Charakterystyka badanych herbicydów  
Table 1. Characteristic of tested herbicides

Substancja czynna Active substances	Zawartość substancji czynnej Content of active substance	Dawka herbicydu na hektar Dosage of herbicide per hectare
Glifosat Glyphosate	360 g/l	3 l – and 5 l
MCPA + dikamba MCPA + dicamba	300 g/l + 40 g/l	1,5 l – and 2,5 l
Trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid Trichlopyr + fluoxypyr + clopyralid	100 g/l + 75 g/l + 50 g/l	4 l – and 3 l

Skuteczność badanych metod odchwaszczania oceniono po 2, 4, 6 i 8 tygodniach od ich zastosowania. Odrastanie roślin nawłoci analizowano jesienią po upływie 3, 4 i 5 miesięcy od odchwaszczania. W obydwu przypadkach wykorzystano szacunkową metodę oceny. Jako minimalny, wymagany 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.

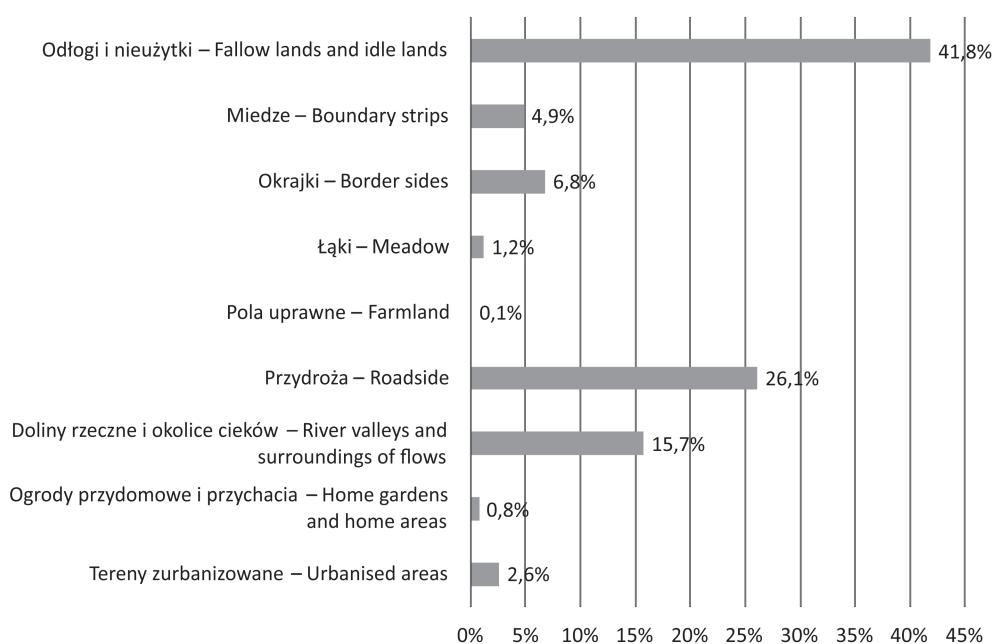
W statystycznym opracowaniu wyników użyto metody analizy wariancji dla doświadczeń w układzie losowanych bloków. Istotność różnic testowano wykorzystując półprzedział ufności Tukey'a, a najmniejszą istotną różnicę podano dla poziomu ufności wynoszącego 0,05. Obliczenia wykonane zostały za pomocą programu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

## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

### Występowanie nawłoci późnej i jej zasoby / Occurrence of late goldenrod and its sources

Nawłoc późna występuje praktycznie na terenie całego kraju. Nasilenie jej stanowisk jest jednak zróżnicowane. Najliczniej jest spotykana w Polsce południowej, południowo-wschodniej i na środkowym wschodzie. Na zachodzie kraju stanowiska tego gatunku są obserwowane mniej licznie, a w północno-wschodniej części Polski ten gatunek nawłoci występuje jedynie sporadycznie (Zajac i Zajac 2001; Korniak i wsp. 2012).

Przeprowadzone na Dolnym Śląsku obserwacje własne wykazały, że stanowiska nawłoci późnej są podobnie liczne, jak nawłoci kanadyjskiej. Żaden z gatunków nie osiągnął przewagi, a zdarzało się, że obydwa występowały wspólnie.



Rys. 1. Stanowiska zasiedlane przez nawłoc późną  
Fig. 1. Site settled by the late goldenrod

Do podobnych wniosków doszli również Szymura i Szymura (2011). Odmienne wnioski podaje Tokarska-Guzik (2003, 2005), która na podstawie wcześniejszych badań zauważyła w południowo-zachodniej Polsce przewagę nawłoci późnej.

Analizując stanowiska zasiedlane przez nawłoc późną można stwierdzić, że na terenie Dolnego Śląska najczęściej występuje ona na odłogach i nieużytkach (w 41,8%), na przydrożach (w 26,1%) oraz w dolinach rzecznych i w pobliżu cieków wodnych (w 15,7%). Rzadziej pojawia się na siedliskach okrajowych (6,8%) i miedzach (4,9%), co wynika z ich specyfiki, jako terenów przejściowych pomiędzy innymi rodzajami siedlisk. Sporadycznie nawłoc późna zasiedla tereny zurbanizowane, takie jak składowiska czy tereny przemysłowe. Rzadko wchodzi w skład runi łąkowej oraz sporadycznie jest wykorzystywana jako roślina ozdobna (rys. 1). Badania innych autorów prowadzone na terenie województwa dolnośląskiego pokazują, że nawłoc późna najczęściej występowała na nieużytkach, przydrożach i w pobliżu cieków wodnych. Stanowiska te zajmowały łącznie 71% wszystkich terenów, na których stwierdzono ten gatunek (Szymura i Szymura 2011). Podobne prawidłowości w warunkach Europy centralnej i zachodniej obserwowali inni badacze (Jacobs i wsp. 2004; Weber i Jakobs 2005).

Obserwacje własne wykazały, że do nowych siedlisk opanowanych przez nawłoc późną na terenie Dolnego Śląska można zaliczyć pola uprawne (rys. 1), na których w zdecydowanej większości przypadków chwast ten obserwowano w uprawie kukurydzy. Nawłoc na polach uprawnych występowała wprawdzie bardzo rzadko, gdyż stanowią one zaledwie 0,1% wszystkich siedlisk zajmowanych przez ten gatunek, lecz wcześniej na Dolnym Śląsku nie były one wykazywane przez innych badaczy (Rola i Rola 2010; Szymura i Szymura 2011). W literaturze można natomiast znaleźć doniesienia o sporadycznym występowaniu nawłoci późnej w zbiorowiskach segetalnych w innych rejonach kraju. Wnikanie tego gatunku na pola uprawne było obserwowane na Pogórzu Cieszyńskim (Chwastek 2008), na Pomorzu Środkowym (Sobisz i Parzych 2012) oraz w Małopolsce (Pużyńska i wsp. 2012). W Europie Zachodniej, na terenie Szwajcarii nawłoc na polach uprawnych obserwował Bohren (2011). Biorąc pod uwagę szeroki zakres tolerancji w odniesieniu do warunków środowiska oraz bardzo duże zdolności przystosowawcze nawłoci można oczekiwać, że w przyszłości może ona występować w uprawach z większą częstotliwością (Ashton i Mitchell 1989). Sytuacja taka miała miejsce w przypadku bylicy pospolitej (*Artemisia vulgaris*), która była typowym chwastem ruderalnym, lecz zadomowiła się na polach uprawnych (Gołębiowska 2014).

Nowe tereny są kolonizowane przez nawłoc późną drogą rozmnożenia generatywnego. Choć jedna roślina może wytworzyć do 19 000 niełupek, to tylko z nielicznych nasion kiełkują nowe rośliny (Voser-Huber 1983; Weber i Jakobs 2005). W pierwszych latach odłogowania zagrożenie

nawłocią jest małe, gdyż występuje ona w niewielkim nasileniu, jednak wraz z upływem czasu gatunek ten szybko rozszerza swą kolonizację (Skrzyczyńska i Stachowicz 2012). Na gruntach długoletnio odłogowanych nawłoc rozmnaża się głównie wegetatywnie, stale powiększając swoją liczebność. Na opanowanej powierzchni może znajdować się nawet do 167 pędów nawłoci późnej na powierzchni metra kwadratowego, a populacja w szybkim czasie może powiększyć swój zasięg z kilku metrów kwadratowych do 5 hektarów (Jacobs i wsp. 2004).

Analizując zasiedlenie kilkuletnich odłogów nawłocią późną, na podstawie informacji uzyskanych od właścicieli pól stwierdzono, że przekroczenie progu 25% pokrycia gleby przez rośliny tego gatunku następowało zazwyczaj już w trzecim roku odłogowania. Połowa powierzchni odłogu zostawała zasiedlona przez nawłoc po minimum 4 latach, a najwyższy stopień ilościowości nawłoci osiągała po upływie co najmniej 6 lat (tab. 2). Pokrewny gatunek – nawłoc kanadyjska – 3. stopień ilościowości, tzn. pokrycie gleby w zakresie 25–50% uzyskuje już po 3–4 latach kolonizacji nowego obszaru, natomiast najwyższy – 5. czyli 75–100% pokrycia – po 6–8 latach (Skrajna i wsp. 2012).

Masa, jaką wytwarza nawłoc późna na powierzchni 1 ha odłogu, jest wyraźnie zróżnicowana w zależności od czasu odłogowania i stopnia pokrycia gleby przez badany gatunek. W 3–4 roku kolonizacji nawłoc późna osiąga 3. stopień ilościowości i wytwarza 1,12 t/ha pędów nadziemnych oraz 3,07 t/ha korzeni i kłączy. Kolejny stopień ilościowości obserwuje się na odłogach 4–6 letnich. Biomasa części nadziemnych osiąga wtedy 1,90 t/ha, natomiast podziemnych 5,06 t/ha. Maksymalne zagęszczenie roślin, odpowiadające 5. stopniowi ilościowości, nawłoc późna osiąga na terenach odłogowanych powyżej 6 lat. W miejscach tych biomasa pędów nadziemnych roślin wynosi średnio 3,55 t/ha, natomiast kłączy i korzeni 9,55 t/ha. Analiza statystyczna wykazała, że każdy wzrost ilościowości powodował istotne zwiększenie masy części nadziemnych nawłoci, natomiast w przypadku części podziemnych tylko nawłoc w najwyższym – 5. stopniu ilościowości – wytwarzała istotnie więcej biomasy w porównaniu do niższych stopni (tab. 2).

### Zwalczanie nawłoci późnej / Late goldenrod control

W Polsce powierzchnia odłogów systematycznie maleje. W roku 2000 tereny te zajmowały powierzchnię aż 790,4 tys. ha, by po 10 latach spaść do poziomu 498,4 tys. ha (Rocznik 2010). Obecnie jest ich nieco ponad 165 tys. ha (Rocznik 2017). Nasilenie tego zjawiska nastąpiło zwłaszcza po roku 2004, czyli po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej. Związane jest to głównie z dopłatami bezpośrednimi dla rolników prowadzących produkcję rolniczą na gruntach ornych. Tendencja ta pokazuje, że w skali kraju istnieje duże zainteresowanie przywracaniem terenów odłogowanych do produkcji rolnej. Dlatego ważnym problemem jest szybka



Tabela 2. Świeża masa nawłoci późnej występującej na terenach odłogowanych w zależności od intensywności występowania (dane z 37 stanowisk, IUNG – PIB 2013–2016)

Table 2. Fresh mass of the giant goldenrod on fallow lands depending on intensity of appearing (data from 37 research points, IUNG – PIB 2013–2016)

Lata odłogowania Years of fallow land	Stopień ilościowości Degree of quantitativeness	Świeża masa – Fresh mass [t/ha]	
		części nadziemne overground parts	części podziemne underground parts
3–4	3	1,12 a	3,07 a
4–6	4	1,90 b	5,06 a
6–8	5	3,55 c	9,65 b
NIR (0,05) – LSD (0.05)		0,731	2,092

W kolumnie świeża masa [t/ha] dane oznaczone tą samą literą należą do grupy jednorodnej i nie różnią się istotnie statystycznie pomiędzy sobą  
In the column fresh mass [t/ha] data denoted with the same letter belong to the homogeneous group and do not differ significantly between themselves

i skuteczna eliminacja uciążliwych chwastów występujących na tych obszarach, tak aby można wznowić produkcję roślinną. Bez wątplenia do takich gatunków problematycznych należy nawłóć późna.

Przeprowadzone badania pozwalają stwierdzić, że najlepsze efekty w eliminowaniu tego gatunku z odłogów można uzyskać stosując herbicyd zawierający mieszaninę trzech substancji czynnych: trichlopyru, fluroksypiru i chlopyralidu. Zabieg tym środkiem zapewniał wysoką skuteczność zwalczania nawłoci późnej. Po 4 tygodniach od aplikacji wynosiła ona już 98%, a po 8 tygodniach – 99%. Mieszanina trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid stosowana w niższej dawce w połączeniu z koszeniem nawłoci zapewniała zbliżone efekty. W wariancie, w którym najpierw stosowano herbicyd, a po 5–6 tygodniach wykonano koszenie nawłóć późna została wyeliminowana w 96%, natomiast gdy kolejność zabiegów była odwrotna – w 98%. Efekt chwastobójczy był długotrwały, co wykazały analizy odrastania roślin. Po 3 miesiącach odrastało jedynie 4% roślin na powierzchniach, na których stosowano sam herbicyd, natomiast w przypadku zabiegów łączonych – 5–6%. Po upływie 5 miesięcy od odchwaszczania było to odpowiednio 4% oraz 6–8%. Analiza statystyczna wykazała, że te warianty odchwaszczania działały istotnie skuteczniej niż inne z ocenianych (tab. 3).

Pozostałe badane herbicydy działały mniej efektywnie, co zostało potwierdzone statystycznie. Glifosat aplikowany solo maksimum swego działania (86% zniszczenia) osiągnął po 4 tygodniach od zastosowania. Później jego działanie zmniejszało się, by po 8 tygodniach osiągnąć poziom 77%, co wskazuje, że nawłóć późna rozpoczęła regenerację. Po 3 miesiącach odrosło 37% roślin, natomiast po 5 miesiącach – 56%. Połączenie glifosatu z koszeniem nie miało większego wpływu na skuteczność zwalczania nawłoci. Co prawda w ocenach wykonanych po 8 tygodniach od ostatniego zabiegu skuteczność eliminowania nawłoci dla wariantu koszenie + glifosat wynosiła 90%, a dla zabie-

gu glifosatem z późniejszym koszeniem – 81%, jednak odrastanie roślin po 5 miesiącach było zbliżone i wynosiło 51–53% (tab. 3). Herbicyd zawierający dwie substancje czynne: MCPA i dikambę, również charakteryzował się najlepszą skutecznością (88%) po upływie 4 tygodni, a następnie następował jej spadek, świadczący o regeneracji roślin. Po 8 tygodniach zniszczenie wynosiło 75%. Oceny odrastania potwierdziły tę tendencję. Po 3 miesiącach odrosło 28% roślin, a po 5 miesiącach – 36%. W przypadku tego herbicydu i jego stosowania w połączeniu z koszeniem dla końcowej skuteczności ważna była kolejność zabiegów. O ile w początkowym okresie nie obserwowano znaczących różnic, gdyż po 8 tygodniach nawłóć późna niszczona była w 81–88%, to odrastanie roślin była zróżnicowane. W wariancie, w którym najpierw wykonano koszenie, a po 5–6 tygodniach aplikowano herbicyd, analiza po 5 miesiącach wykazała 26% odrastanie roślin, natomiast gdy kolejność zabiegów była odwrotna – odrosło aż 68% (tab. 3).

Mechaniczne zwalczanie nawłoci późnej, polegające na dwukrotnym koszeniu zapewniało skuteczność zbliżoną do niektórych wariantów, gdy stosowano herbicydy, lub ich połączenie z koszeniem. Ta metoda zapewniała początkowo wysoką skuteczność, przekraczającą w pierwszych 4 tygodniach 80%. Później jednak nawłóć regenerowała się i odrastała. Po 3 miesiącach odrosło 53% roślin, a po 5 miesiącach – 57% (tab. 3).

Badania prowadzone w warunkach Polski pokazują, że występujące w naszym kraju inwazyjne gatunki nawłoci należą do chwastów trudnych do wyeliminowania z gruntów odłogowanych, nawet przez herbicydy nieselektywne (Domaradzki i Badowski 2012; Rzymowska i wsp. 2015). Ponadto stwarzają również spory problem na terenach objętych różnymi formami ochrony lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie (Otręba i Michalska-Hejduk 2014; Krzysztofiak i Krzysztofiak 2015). Badania prowadzone na terenach nieużytkowanych rolniczo

Tabela 3. Skuteczność zniszczenia nawłoci późnej po zabiegu odchwaszczania (średnia z 4 doświadczeń, IUNG – PIB 2013–2016)  
Table 3. Efficacy of giant goldenrod control after weed control treatment (average from 4 trials, IUNG – PIB 2013–2016)

Substancja czynna (s.cz.) lub inna metoda zwalczania Active substances (a.s.) or another control method	Termin Term	Dawka s.cz. na hektar Dosage of a.s. per hectare	Zniszczenie Control [%]				Odrastanie Regrowing [%]			
			po 2 tygodniach after 2 weeks	po 4 tygodniach after 4 weeks	po 6 tygodniach after 6 weeks	po 8 tygodniach after 8 weeks	3 miesiące 3 months	4 miesiące 4 months	5 miesięcy 5 months	
Glifosat – Glyphosate	A	1800	70	86	83	77	37	56	56	
MCPA + dikamba – MCPA + dicamba	A	750 + 100	75	88	86	75	28	32	36	
Trichlopyr + fluoksypyr + chlopyralid Trichlopyr + fluroxypyr + clopyralid	A	400 + 300 + 200	96	98	99	99	4	4	4	
(Glifosat) + (koszenie) (Glyphosate) + (mowing)	(A) + (B)	(1260) + (0)	52	88	89	81	37	52	53	
(Koszenie) + (glifosat) (Mowing) + (glyphosate)	(A) + (B)	(0) + (1260)	81	48	76	90	27	45	51	
(MCPA + dikamba) + (koszenie) (MCPA + dicamba) + (mowing)	(A) + (B)	(450 + 60) + (0)	66	88	90	81	49	60	68	
(Koszenie) + (MCPA + dikamba) (Mowing) + (MCPA + dicamba)	(A) + (B)	(0) + (450 + 60)	80	55	89	88	16	23	26	
(Trichlopyr + fluoksypyr + chlopyralid) + (koszenie) (Trichlopyr + fluroxypyr + clopyralid) + (mowing)	(A) + (B)	(300 + 225 + 150) + (0)	86	91	93	96	5	5	6	
(Koszenie) + (trichlopyr + fluoksypyr + chlopyralid) (Mowing) + (trichlopyr + fluroxypyr + clopyralid)	(A) + (B)	(0) + (300 + 225 + 150)	98	93	94	98	6	7	8	
2 x (koszenie) – 2 x (mowing)	(A) + (B)	(0) + (0)	83	82	66	58	53	55	57	
NIR (0,05) – LSD (0.05)			7,9	9,4	6,8	9,8	12,9	11,5	13,6	

Terminy: A – wiosną w fazie 8 liści, B – po 5–6 tygodniach  
Terms: A – in the spring in 8 leaves growth stage, B – after 5–6 weeks

w Chinach wykazały, że gatunki z rodzaju *Solidago* opowiadają coraz większe powierzchnie i są zagrożeniem dla zbiorowisk naturalnych (Mei i wsp. 2006). Wyniki tych badań dały impuls do opracowania chemicznych metod ograniczania występowania różnych gatunków nawłoci na terenach nieużytkowanych rolniczo. W badaniach uwzględniono szeroki wachlarz herbicydów, spośród których najlepsze efekty zapewniały metsulfuron metylu, sulfometuron metylu, imazapyr, flazasulfuron i chlorsulfuron – osiągając 97–100% skuteczności. Również w warunkach chińskich obserwowano odrastanie roślin po zastosowaniu niektórych herbicydów. Miało to miejsce po aplikacji środków zawierających glifosat, fluoksypyr, MCPA, bentazon i oksyfluorfen (Guohui i wsp. 2005; Yuan 2008).

## Wnioski / Conclusions

1. Na terenie Dolnego Śląska nawłoc późna występowała najczęściej na odłogach i nieużytkach, na przydrożach oraz w dolinach rzecznych i w pobliżu cieków wodnych.

Rzadziej pojawiała się na siedliskach okrajkowych i międzykach, a sporadycznie na terenach zurbanizowanych, łąkach i w ogrodach przydomowych. Nowym siedliskiem dla tego gatunku były pola uprawne.

2. Masa, jaką wytwarzała nawłoc późna na odłogach była wyraźnie zróżnicowana w zależności od czasu odłogowania i stopnia pokrycia gleby przez badany gatunek.
3. Wysoką i długotrwałą skuteczność zwalczania nawłoci późnej zapewniało zastosowanie mieszaniny trichlopyru, fluoksypyru i chlopyralidu.
4. Po aplikacji glifosatu lub mieszaniny MCPA + dikamba rośliny nawłoci szybko 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

- Ashton P.J., Mitchell D.S. 1989. Aquatic plants: Patterns and model of invasion, attributes of invading species, and assessment of control program. p. 111–154. In: “Biological Invasions. A Global Perspective” (J.A. Drake, H.A. Mooney, F. Di Castri, R.H. Groves, F.J. Kruger, M. Rejmánek, M. Williamson, eds.). John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 525 pp.
- Baličević R., Ravlić R., Živković T. 2015. Allelopathic effect of invasive species giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.) on crops and weeds. *Herbologia* 15 (1): 19–29. DOI: 10.5644/Herb.15.1.03.
- Bohren Ch. 2011. Exotic weed contamination in Swiss agriculture and the non-agriculture environment. *Agronomy for Sustainable Development* 31 (2): 319–327. DOI: 10.1051/agro/2010017.
- Braun-Blanquet J. 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer, Wien, New York, 865 pp.
- Chwastek E. 2008. *Zbiorowiska segetalne Pogórza Cieszyńskiego*. Praca doktorska. Uniwersytet Śląski, Katowice, 141 ss.
- Domaradzki K., Badowski M. 2012. Możliwość chemicznego ograniczania występowania *Solidago gigantea* Aiton na terenach odłogowanych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo C*, 584: 17–24.
- Gleason H.A., Cronquist A. 1991. *Manual of Vascular Plants of Northeastern US and Adjacent Canada*. New York Botanical Garden, New York, 910 pp.
- Gołębiowska H. 2014. Effects of the penetration of *Artemisia vulgaris* L. into maize crops as a result of the use of reduced tillage. *Acta Agrobotanica* 67 (2): 109–116. DOI: 10.5586/aa.2014.01.
- Grime J.P. 2002. *Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties*. 2nd Edition, Wiley, 456 pp. ISBN 978-0-470-85040-4.
- Guohui S., Hongmei Y., Liqiu G., Zhenguan Q., Yansong A. 2005. Distribution and infestation of *Solidago canadensis* L. in Shanghai suburbs and its chemical control. *Shanghai Nongye Xuebao* 21 (2): 1–4.
- Guzikowa M., Maycock P.F. 1986. The invasion and expansion of three North American species of goldenrod (*Solidago canadensis* L. sensu lato, *S. gigantea* Ait. and *S. graminifolia* (L.) Salisb.) in Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 55 (3): 367–384.
- Guzikowa M., Maycock P.F. 1993. Comparative investigation of biology and ecology of some northamerican expansive goldenrod (*Solidago* spp.). *Wiadomości Botaniczne* 37 (3/4): 221–223.
- Jacobs G., Weber E., Edwards P.J. 2004. Introduced plants of the invasive *Solidago gigantea* (Asteraceae) are larger and grow denser than conspecifics in the native range. *Diversity and Distributions* 10 (1): 11–19. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2004.00052.x.
- Korniak T., Holdyński Cz., Wąsowicz K., Święczkowska J. 2012. Amerykańskie gatunki z rodzaju *Solidago* w północno-wschodniej Polsce. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo C*, 584: 81–88.
- Krzysztofiak L., Krzysztofiak A. (red.). 2015. *Zwalczanie inwazyjnych gatunków roślin obcego pochodzenia – dobre i złe doświadczenia*. Wyd. Stowarzyszenie „Człowiek i Przyroda”, Krzywe, 303 ss. ISBN 978-83-60115-01-5.
- Mei D., Jianzhong L., Wenju Z., Jiakuan C., Bo L. 2006. Canada goldenrod (*Solidago canadensis*): An invasive alien weed rapidly spreading in China. *Acta Phytotaxonomica Sinica* 44 (1): 72–85.
- Otręba A., Michalska-Hejduk D. 2014. Inwazyjne gatunki roślin w Kampinoskim Parku Narodowym i w jego sąsiedztwie. *Wyd. Kampinoski Park Narodowy, Izabelin*, 120 ss. ISBN 978-83-7585-248-6.
- Pużyńska K., Stokłosa A., Stupnicka-Rodzinkiewicz E. 2012. Wpływ warunków ekologicznych na występowanie *Solidago* sp. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo C*, 584: 89–98.
- Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2010. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 389 ss.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2017. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 911 ss.
- Rola J., Rola H. 2010. *Solidago* spp. biowskaźnikiem występowania odłogów na gruntach rolnych. [*Solidago* spp. as bioindicator of fallow occurrence on arable area]. *Fragmenta Agronomica* 27 (3): 122–131.
- 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).
- Rzymowska Z., Skrzyczyńska J., Wyrzykowska M. 2015. Ocena skuteczności wybranych herbicydów do zwalczania *Solidago canadensis* L. [Assessment of selected herbicides applied to suppress *Solidago canadensis* L.]. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlecu, Seria Rolnictwo*, 2 (2): 15–24.
- Skrajna T., Ługowska M., Pawlonka Z. 2012. Wybrane cechy morfologiczne i biologia *Solidago canadensis* L. na odłogach środkowej części Niziny Południowopodlaskiej. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo CI*, 585: 69–78.
- Skrzyczyńska J., Stachowicz P. 2012. *Solidago* L. w zbiorowiskach odłogów Podlaskiego Przełomu Bugu. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo CI*, 585: 79–92.
- Sobisz Z., Parzych A., 2012. Udział *Solidago gigantea* Aiton w zbiorowiskach roślinnych wybranych biotopów śródpolnych Pomorza Środkowego. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo C*, 584: 113–128.
- Szymura M., Szymura T.H. 2011. Rozmieszczenie nawłoci (*Solidago* spp.) na obszarze Dolnego Śląska oraz ich wpływ na różnorodność biologiczną zasiedlanych fitocenoz. [Distribution of goldenrods (*Solidago* spp.) in Lower Silesia and their impact on biodiversity of invaded vegetation]. W: „Synantropizacja w dobie zmian różnorodności biologicznej” (Z. Kącki, E. Stefańska-Krzaczek E., red.). *Acta Botanica Silesiaca* 6: 195–212.
- Szymura M., Wolski K. 2006. Zmiany krajobrazu pod wpływem ekspansywnych bylin północnoamerykańskich z rodzaju *Solidago* L. [Landscape transformation in the influence of expansive North Americans perennial from *Solidago* L. genus]. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 16: 451–460.
- Tokarska-Guzik B. 2003. The expansion of some alien plant species (neophytes) in Poland. In: “Plant invasions: ecological threats and management solutions” (L.E. Child, J.H. Brock, G. Brundu, K. Prach, P. Pysék, P.M. Wade, M. Williamson, eds.). Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands: 147–167.
- 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 83-226-1485-3.
- Yuan G. 2008. Study on the control of *Solidago canadensis* by spraying metsulfuron-methyl. *Journal of Anhui Agricultural Sciences* 32: 14188–14189.
- Voser-Huber M.L. 1983. *Studien an eingebürgerten Arten der Gattung Solidago L.* Phd Thesis Dissertation Botany 68, 97 pp.
- Weber E. 1998. The dynamics of plant invasions: a case study of three exotic goldenrod species (*Solidago* L.) in Europe. *Journal of Biogeography* 25 (1): 147–154. DOI: 10.1046/j.1365-2699.1998.251119.x.
- Weber E., Jakobs G. 2005. Biological flora of central Europe: *Solidago gigantea* Aiton. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 200 (2): 109–118. DOI: 10.1016/j.flora.2004.09.001.
- 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*, 716 ss.