

Krzysztof Domaradzki

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

INWAZYJNE GATUNKI CHWASTÓW W ROLNICZEJ PRZESTRZENI PRODUKCYJNEJ WYZWANIEM DLA POLSKIEGO ROLNICTWA*

Słowa kluczowe: gatunki obce, rozprzestrzenianie, szkodliwość, zwalczanie

Wstęp

Od najdawniejszych czasów głównym czynnikiem sprzyjającym rozprzestrzenianiu się gatunków roślin i zwierząt był człowiek. Początkowo skala tego zjawiska była bardzo niewielka, a decydującą rolę odgrywali tu kupcy, którzy przy okazji podróży handlowych – z myślą o potencjalnym zysku – sprowadzali z dalekich krajów nowe nieznanne gatunki roślin i zwierząt. Wielkim przełomem był niewątpliwie okres od końca XV do początku XVII wieku, czyli czas wielkich odkryć geograficznych dokonanych przez żeglarzy europejskich. W tym czasie Portugalczyk Bartolomeu Dias opłynął Przylądek Dobrej Nadziei (1488 r.), Krzysztof Kolumb, będący w służbie hiszpańskiej, dotarł do archipelagu Antyli u wybrzeży kontynentu amerykańskiego (1492 r.), Portugalczyk Vasco da Gama odkrył drogę morską do Indii (1498 r.), jego rodak w służbie hiszpańskiej Ferdynand Magellan odbył w latach 1519–1522 wyprawę dookoła świata, a Holender Willem Janszoon dotarł w 1606 r. do Australii (Favenc 2006, Wójcik 2006).

Nowo odkryte łądy stały się nieograniczonym wręcz rezerwuarem do pozyskiwania wszelakich dóbr. Ich, częstokroć wręcz rabunkowa eksploatacja, zaowocowała niespotykanym wcześniej przepływem wszelkich dóbr i towarów pomiędzy Nowym a Starym Światem. Wśród transportowanych ładunków znajdowały się również nowe, nieznanne gatunki roślin, które sprowadzono z myślą o uprawie w nowym miejscu, choć pewnie częściej głównym motywem tych działań była chęć zysku, czy też po-

*Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.6.2. pt. „Monitorowanie uodparniania się agrofagów na środki ochrony roślin oraz tworzenie programów redukcji ryzyka” z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2024 r.

chwalenia się nowo odkrytymi cudami przyrody przed monarchami i arystokracją w Europie. W ten sposób na Stary Kontynent trafiły, m.in.: kukurydza, ziemniak, słonecznik, pomidor i tytoń, natomiast do Ameryki sprowadzono buraka cukrowego oraz nieznane tam wcześniej zboża, takie jak: pszenica, żyto, owies i jęczmień (Bonenberg 1988, Nowiński 1970).

W masie transportowanych produktów przeprowadzono przez ocean bardzo wiele nieplanowanych gatunków, głównie roślin. Najczęściej nasiona i diaspory odbywały podróż wraz z ziemią balastową statków, materiałem siewnym, paszą dla zwierząt, czy też materiałami używanymi do pakowania. Początkowo nowe niechciane gatunki, po przeniesieniu w nowe miejsce, nie sprawiały problemu i były niezauważane. Ich obecność zazwyczaj zauważano, gdy już się mocno rozprzestrzeniły i dobrze zadomowiły na znacznych obszarach (Kornaś 1996).

Trzeba podkreślić, że niektóre introdukowane obce gatunki roślin, jak kukurydza, pszenica, ryż, oraz zwierząt, jak drób, bydło i inne, są pożyteczne i obecnie zapewniają zaspokojenie ponad 98% światowych zasobów produktów żywnościowych (Pimentel i in. 2001).

Celem niniejszego opracowania jest zaprezentowanie problemu roślin inwazyjnych w rolniczej przestrzeni produkcyjnej, ze szczególnym uwzględnieniem ich występowania, szkodliwości i możliwości eliminacji.

Rośliny inwazyjne i ich negatywny wpływ na zasiedlane siedliska

Rośliny nazywane inwazyjnymi to gatunki o obcym dla danego terenu pochodzeniu, które zadomowiły się na nowym obszarze. Charakteryzują się one znaczną ekspansywnością oraz posiadają bardzo dużą zdolność do rozmnażania i dalszego rozprzestrzeniania się w nowych warunkach. Rośliny inwazyjne stanowią zagrożenie dla rodzimej bioróżnorodności zbiorowisk danego obszaru, konkurując z miejscowymi taksonami o niską ekologiczną, a ich ekspansywność może doprowadzić do całkowitego opanowania siedliska (Richardson i in. 2000, Pyšek i in. 2004).

Szybkie i skuteczne opanowywanie nowych obszarów i siedlisk przez gatunki inwazyjne jest możliwe dzięki kilku charakterystycznym cechom, które wykazują te taksony (Kornaś 1996, Faliński 2004, Heywood i Brunel 2008), tj.:

- bardzo wysoki współczynnik reprodukcji w ciągu sezonu wegetacyjnego i długa żywotność nasion lub łatwość rozmnażania wegetatywnego oraz proste i skuteczne rozprzestrzenianie się diaspor,
- szeroki zakres tolerancji na warunki klimatyczne i siedliskowe oraz duże zdolności przystosowawcze w tym zakresie,
- szybki wzrost pozwalający zagłuszyć i wypierać wolniej rosnące rośliny innych gatunków oraz wczesna dojrzałość do reprodukcji i stosunkowo krótki cykl życiowy,
- zdolność do krzyżowania się z innymi gatunkami, tworzenia hybryd, poliploidów i ekotypów,

- brak naturalnych ograniczeń i wrogów, sprzyjający gwałtownemu rozprzestrzenianiu.

Oczywiście nie każdy z gatunków inwazyjnych posiada wszystkie z powyżej wymienionych cech, lecz im więcej ich posiada, tym potencjalnie jest bardziej inwazyjny i stanowi większe zagrożenie.

Należy podkreślić, że nie każdy obcy gatunek, który pojawi się na nowym miejscu, poza typowym obszarem występowania, staje się inwazyjnym. Wytlumaczeniu tego zjawiska dobrze służy tzw. reguła dziesiątek (ang. *tens rule*). Mówi ona, że spośród dziesięciu gatunków introdukowanych świadomie lub przypadkowo na nowym obszarze tylko jeden może wymknąć się spod kontroli. Podobnie wśród dziesięciu takich „uciekierów” tylko jeden takson może podlegać procesowi naturalizacji, a z dziesięciu gatunków naturalizowanych najwyżej jeden można określić mianem inwazyjnego (Williamson i Fitter 1996). Jak zatem widać, zgodnie z tą regułą, najwyżej jeden na tysiąc introdukowanych gatunków może stwarzać problemy.

Od wspomnianej wyżej reguły istnieją pewne odstępstwa, które wynikają z wpływu na proces inwazji zarówno globalnych, jak i lokalnych czynników o charakterze zewnętrznym. Wśród najważniejszych czynników o charakterze globalnym można wymienić: zmiany klimatyczne oraz powszechną globalizację powodującą otwarcie granic państwowych i szybki rozwój szlaków komunikacyjnych. Nie mniej ważne są zewnętrzne czynniki lokalne, wśród których największą rolę odgrywają zaburzenia w bilansie wodnym i cyklu obiegu składników pokarmowych, modyfikacja lub degradacja siedlisk oraz fragmentacja ekosystemów i nieracjonalne stosowanie środków chemicznych, jak również porzucanie uprawy gruntów ornych (Hulme 2005).

Warto podkreślić, że proces opanowywania nowych siedlisk przez gatunki inwazyjne jest zjawiskiem długotrwałym i niedostrzeganym w życiu jednego pokolenia. Badania naukowe dowodzą, że w warunkach Europy może trwać on ok. 130–170 lat (Kowarik 1995). Proces ten odbywa się w trzech etapach. Pierwszym jest introdukcja, czyli przeniesienie materiału służącego rozmnażaniu danego gatunku (nasion lub części wegetatywnych) poza dotychczasowy obszar jego występowania. Etap ten kończy się wraz z powstaniem populacji osobników dorosłych. Kolejną fazą jest kolonizacja. W jej trakcie pierwotna populacja osiąga zdolność do namnażania się i powiększania obszaru swego występowania. Ostatnim etapem opanowywania nowych siedlisk jest naturalizacja. Dzieje się tak, gdy gatunek inwazyjny jest w stanie stworzyć nowe namnażające się populacje podlegające szerokiemu rozprzestrzenianiu się i przenikające do naturalnych zbiorowisk. Zazwyczaj dopiero w ostatnim etapie inwazji gatunek obcy zaczyna pojawiać się w świadomości społecznej jako problem lub zagrożenie (Groves 1986).

Należy zdawać sobie sprawę z tego, że pojawienie się nowych gatunków inwazyjnych w ekosystemach może wyrządzić poważne szkody. Dzięki wnikaniu i szybkiej dominacji w zbiorowiskach naturalnych i półnaturalnych, następuje zubożenie bioróżnorodności rodzimej flory i fauny. Gatunki inwazyjne na opanowanym terenie

spowalniają lub blokują procesy renaturalizacji i sukcesji wtórnej. Ich występowanie wpływa na ograniczanie funkcjonalności gruntów rolnych, nie tylko poprzez znaczące ograniczenie plonowania roślin uprawnych, ale również przez zarastanie brzegów rowów i koryt rzecznych oraz osłabienie funkcjonalności skrajów pól, co negatywnie oddziałuje na populacje zapylaczy i drapieżników polujących na szkodniki. Poza tym w wielu przypadkach gatunki inwazyjne mogą zmieniać właściwości gleb, poprzez akumulację toksycznych allelopatyn, zaburzać w nich obieg węgla i fosforu oraz zmieniać zawartość azotu azotanowego (Marshall 2004, Vandermeer i Perfecto 2007).

W skali Europy zdecydowana większość (ok. 80%) gatunków inwazyjnych została wprowadzona do lokalnych zbiorowisk roślinnych przez człowieka, w związku z jego działalnością rolniczą lub ogrodniczą. Były to zarówno dawne gatunki uprawne (rośliny rolnicze, warzywne, lecznicze lub ozdobne), jak i taksony zawleczone przypadkowo (Hulme 2007). Warto podkreślić, że rolnicza przestrzeń produkcyjna jest bardzo podatna na introdukcję obcych gatunków inwazyjnych. Wynika to z tego, iż przeważają w niej fitocenozy niestabilne, silnie zmienione przez człowieka, które są poddawane ciągłej presji (Hulme 2005, Tokarska-Guzik i in. 2011).

Gatunki inwazyjne w rolniczej przestrzeni produkcyjnej

Rolnicza przestrzeń produkcyjna to nie tylko pola uprawne, użytki zielone i plantacje wieloletnie, ale również nieużytki i odłogi, a także sąsiadujące z nimi zadrzewienia i zakrzaczenia śródpolne, drogi i przydroża oraz tereny wokół budynków mieszkalnych i gospodarskich. Prowadzona na tych obszarach intensywna działalność człowieka sprawia, że mogą one dość szybko stać się siedliskiem gatunków obcego pochodzenia (Kołaczkowska 2008). Znacznie trudniejsze do zasiedlenia gatunkami inwazyjnymi są siedliska naturalne, o znikomej ingerencji człowieka, gdzie proces ten może trwać nawet setki lat (Jackowiak 1999).

Według dostępnych danych w Polsce występują 3554 gatunki roślin naczyniowych, wśród których aż 1017 taksonów (28%) charakteryzuje się obcym pochodzeniem (Tokarska-Guzik 2005). Oczywiście wiele z nich przez wieki zdążyło się zadomowić na naszych polach lub w ich sąsiedztwie i obecnie często są postrzegane jako gatunki rodzime. Według Rutkowskiego (2022) w tej grupie można wymienić takie taksony, jak: ambrozja bylicolistna (*Ambrosia artemisifolia*), bieleń dziedzierzawa (*Datura stramonium*), chrzan pospolity (*Armoracia rusticana*), czyściec roczny (*Stachys annua*), łubin trwały (*Lupinus polyphyllus*), naparstnica purpurowa (*Digitalis purpurea*), nawłóć kanadyjska (*Solidago canadensis*), nawłóć późna (*Solidago gigantea*), przetacznik perski (*Veronica persica*), przymiotno białe (*Erigeron annuus*), przymiotno kanadyjskie (*Erigeron canadensis*), rudbekia naga (*Rudbeckia laciniata*), rumianek bezpromieniowy (*Chamomilla suaveolens*), słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus*), szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus*), tomka oścista (*Anthoxanthum aristatum*), uczepek amerykański (*Bidens frondosa*), żóltlica drobnokwiatowa (*Galinsoga*

parviflora), żóltlica owłosiona (*Galinsoga ciliata*) czy życica wielokwiatowa (*Lolium multiflorum*). Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów (2022) w sprawie listy inwazyjnych gatunków obcych zaliczono do nich: barszcz mantegazyjski (*Heracleum mantegazzianum*), barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi*) i niecierpek gruczołowaty (*Impatiens gradulifera*), czyli taksony stwarzające zagrożenie dla Unii Europejskiej, rozprzestrzenione na szeroką skalę. Wymienić trzeba również drugą grupę gatunków zawartych w powyższym rozporządzeniu, a mianowicie inwazyjne gatunki obce stwarzające zagrożenie dla Polski rozprzestrzenione na szeroką skalę, w skład której wchodzi: kolczurka klapowana (*Echinocystis lobata*), rdestowiec czeski (*Reynoutria × bohémica*), rdestowiec ostrokończysty (*Reynoutria japonica*) i rdestowiec sachaliński (*Reynoutria sachalinensis*). Zdecydowana większość z wymienionych powyżej taksonów również w innych krajach europejskich zaliczana jest do agresywnych gatunków inwazyjnych (Olaczek 1998, Kowarik 2002, Pyšek i in. 2002).

Wybrane gatunki inwazyjne – ich szkodliwość i problemy w zwalczaniu

W skali naszego kraju, spośród obcych gatunków inwazyjnych na polach uprawnych najbardziej daje się rolnikom we znaki zaśláz pospolity, natomiast w szeroko pojętej rolniczej przestrzeni produkcyjnej problemy sprawiają również nawłocie (późna i kanadyjska), rdestowce (głównie ostrokończysty i sachaliński) oraz barszcz Sosnowskiego.

Zaśláz pospolity (*Abutilon theophrasti* Medik.)

Zaśláz pospolity na szerszą skalę zaczął pojawiać się na polskich polach na początku XXI w., a na przestrzeni ostatnich dwóch dekad zasięg występowania tego gatunku wzrósł znacząco. Na Dolnym Śląsku i Opolszczyźnie notowany jest już w kilkudziesięciu lokalizacjach. Poza tym obszarem sygnały o występowaniu zaślazu dochodzą z Górnego Śląska, Wielkopolski, Małopolski, Ziemi Łódzkiej, Podkarpacia i Lubelszczyzny. Najczęściej występuje w roślinach jarych uprawianych w szerokich rzędach, takich jak: burak cukrowy, kukurydza i soja. Zdecydowanie rzadziej jest obserwowany na ścierniskach po zbożach i rzepaku oraz na odłogach (Domaradzki i in. 2008).

Szkodliwość zaślazu pospolitego wynika głównie z jego szybkiego wzrostu, dużej siły konkurencyjnej oraz bardzo wysokiej plenności (do kilkunastu tysięcy nasion z jednej rośliny) i długiej żywotności nasion w glebie. Największe problemy sprawia na plantacjach kukurydzy i buraka cukrowego. Jak wykazano doświadczalnie, wystąpienie 8 sztuk zaślazu na powierzchni metra kwadratowego powoduje redukcję plonu zarówno buraka, jak i kukurydzy o ok. 40% (tab. 1). Mniejsze zachwaszczenie również jest groźne, gdyż 2 rośliny $\cdot m^{-2}$ redukują plon buraka o 26,9%, a kukurydzy o 17,6%.

Tabela 1

Spadek plonu buraka cukrowego i kukurydzy pod wpływem zachwaszczenia zaślazurem pospolitym

Nasilenie zachwaszczenia (szt. · m ⁻²)	Spadek plonu (%)	
	burak cukrowy	kukurydza
1	8,2	4,2
2	26,9	17,6
4	35,1	29,8
8	40,6	39,9

Źródło: badania własne

Dużym problemem jest odchwaszczanie pól, na których rośnie zaślazar. Na podstawie badań szklarniowych i polowych wykonanych w IUNG-PIB we Wrocławiu można stwierdzić, że w uprawie kukurydzy zaślazar wykazuje dużą wrażliwość na herbicydy zawierające mezotrion oraz mieszaniny foramsulfuron + jodosulfuron z dodatkiem adjuwanta oraz terbutylazyna + mezotrion + S-metolachlor.

Zdecydowanie gorzej przedstawia się sytuacja na plantacjach buraka cukrowego, gdzie dużym utrudnieniem są bardzo późne wschody zaślazu, często rozciągnięte w czasie, co w praktyce oznacza, że może on pojawiać się, gdy na plantacji wykonano już wszystkie zaplanowane zabiegi herbicydowe. Ponadto w sprzyjających warunkach zaślazar rośnie bardzo dynamicznie, dlatego jego wrażliwość na środki chemiczne gwałtownie maleje. Najczęściej zdarza się, że zostaje zauważony dopiero, gdy rośliny pojawią się ponad łanem buraka, a wtedy na jakąkolwiek interwencję jest już za późno. Problemem jest również to, że wiele substancji czynnych stosowanych w uprawie buraka cukrowego nie wykazuje wystarczającej skuteczności w jego niszczeniu.

Doświadczenia prowadzone w IUNG-PIB we Wrocławiu nad sposobami chemicznego zwalczania tego gatunku chwastu w buraku dały niesatysfakcjonujące wyniki. Dobra skuteczność osiągnięta w warunkach szklarniowych nie przekładała się na wyniki w warunkach polowych (tab. 2). Ponadto w ostatnich latach wiele substancji aktywnych zarejestrowanych do stosowania w buraku cukrowym zostało wycofanych. Jedyne wyjście na polach zachwaszczonych zaślazurem jest uprawa buraków w technologii Conviso Smart. Polega ona na siewie jednej z odmian SMART, które są odporne na tienkarbazon metylu i odchwaszczaniu ich za pomocą herbicydu Conviso One, który zawiera tę substancję. Środek ten niszczy również zaślazar, lecz nie można go stosować w tradycyjnych odmianach buraka, gdyż są one na niego wrażliwe.

Tabela 2

Skuteczność zwalczania zaślazu pospolitego w warunkach szklarniowych i polowych w uprawie buraka cukrowego i kukurydzy

Stosowane substancje aktywne	Liczba zabiegów	Skuteczność zwalczania (%)	
		szklarnia	pole
Burak cukrowy			
Chlopyralid + triflusuifuron metylowy + adjuwant	1	85	10
Chlopyralid + triflusuifuron metylowy + adjuwant	2	88	70
Chlopyralid + triflusuifuron metylowy + etofumesat + fenmedifam + desmedifam + adjuwant	1	97	29
Chlopyralid + triflusuifuron metylowy + etofumesat + fenmedifam + desmedifam + adjuwant	2	98	56
Kukurydza			
Mezotrion	1	94	100
Foramsulfuron + jodosulfuron + adjuwant	1	96	94
Terbutylazyna + mezotrion + S-metolachlor	1	100	100

Źródło: badania własne

Rdestowiec sachaliński (*Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai i rdestowiec japoński (*Reynoutria japonica* Houtt.)

Rdestowce sachaliński i japoński trafiły do Polski na przełomie XIX i XX w., głównie jako rośliny ozdobne, ale również miododajne i w mniejszym stopniu paszowe. Jednak ich intensywna ekspansja miała miejsce dopiero pod koniec ubiegłego stulecia (Tokarska-Guzik 2005).

Ze względu na wyjątkową ekspansywność, rdestowce stanowią zagrożenie dla bioróżnorodności siedlisk naturalnych.

Szybko opanowują porastane przez nie obszary i czynią je praktycznie nieprzydatnymi do wykorzystania. Ich szkodliwość polega na blokowaniu procesów sukcesji wtórnej, zmianie właściwości chemicznych i fizycznych gleb oraz na degradacji funkcjonalnej zasiedlanych gruntów poprzez wytwarzanie dużej biomasy oraz hamowanie kiełkowania i rozwoju innych roślin dzięki wydzielanym do gleby allelopatynom (Tokarska-Guzik 2009, Chmura i in. 2015).

Badania własne autora pokazują bardzo wysoką produktywność świeżej masy przez rdestowce. Masa pędów nadziemnych rdestowca japońskiego to średnio 66,2 t·ha⁻¹, zaś pędów podziemnych 79,5 t·ha⁻¹. W przypadku rdestowca sachalińskiego jest to odpowiednio: 101,5 t·ha⁻¹ oraz 129,3 t·ha⁻¹ (tab. 3). Dla porównania średnie plony ziemniaka zbierane w Polsce to 30,8 t·ha⁻¹, a korzeni buraka cukrowego – 63,8 t·ha⁻¹ (Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2023).

Tabela 3

Produktywność świeżej masy rdestowców sachalińskiego i japońskiego

Rodzaj organu	Produktywność świeżej masy ($t \cdot ha^{-1}$)	
	rdestowiec sachaliński	rdestowiec japoński
Pędy nadziemne	101,5	66,2
Części podziemne	129,3	79,5

Źródło: badania własne

Poza silną konkurencyjną presją fizyczną na sąsiadujące w zbiorowisku rośliny gatunki inwazyjne – w tym rdestowce – wywierają swój negatywny wpływ również poprzez wydzielanie do gleby substancji o działaniu allelopatycznym. Substancje te mają za zadanie hamowanie wzrostu i rozwoju innych roślin. Działanie takie może utrudniać przywracanie terenów czasowo porośniętych przez rdestowce lub nawłocie do ponownego użytkowania rolniczego. Doświadczenia własne pokazują, że gleba ze stanowisk opanowanych przez rdestowce zawiera substancje hamujące wzrost nie tylko roślin testowych, jak ogórek czy gorczyca, ale również innych gatunków uprawy polowej. Pszenica ozima wysiana na glebie spod rdestowca japońskiego reagowała redukcją świeżej masy o 9,3%, a na podłożu spod rdestowca sachalińskiego aż o 36,6%. Dla roślin rzepaku ozimego wartości redukcji masy były jeszcze wyższe i wynosiły odpowiednio: 13,6% i 46,8% (tab. 4).

Tabela 4

Produktywność świeżej masy pszenicy ozimej i rzepaku ozimego w pierwszych 28 dniach rozwoju na glebie pobranej ze stanowisk spod rdestowców i ze stanowiska wolnego od roślin inwazyjnych

Obiekt	Produktywność świeżej masy (%)	
	pszenica ozima	rzepak ozimy
Gleba kontrolna*	100	100
Gleba spod rdestowca sachalińskiego	63,4	53,2
Gleba spod rdestowca japońskiego	90,7	86,4

*gleba ze stanowiska wolnego od roślin inwazyjnych

Źródło: badania własne

Rdestowce występujące w przestrzeni rolniczej są bardzo trudne do wyeliminowania. 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: chlopyralidu, fluroksypiry i trichlopyru. Zabieg tym środkiem zapewniał wysoką skuteczność zwalczania zarówno rdestowca sachalińskiego, jak i ostrokończego,

która wynosiła od 87 do 98%. Najlepsze efekty obserwowano w przypadku użycia tego herbicydu w dawkach dzielonych oraz w wariacie, w którym najpierw wykonano koszenie, a po 5–6 tygodniach stosowano herbicyd. Efekt chwastobójczy tych zabiegów był długotrwały, co wykazały analizy odrastania roślin. Po upływie 5 miesięcy od wykonania zabiegów odchwaszczania rdestowce odrastały jedynie w 6–9%. Pozostałe badane herbicydy działały krótkotrwanie i zdecydowanie mniej efektywnie. Po aplikacji glifosatu, flazasulfuronu lub mieszaniny tych substancji rdestowce regenerowały się i odrastały. Również mechaniczne zwalczanie rdestowców, polegające na dwukrotnym koszeniu, zapewniało wysoce niezadowolające efekty (tab. 5).

Tabela 5

Skuteczność zwalczania rdestowców sachalińskiego i ostrokończystego zabiegami mechanicznymi i chemicznymi

Substancja czynna (s.cz.) lub inna metoda zwalczania	Termin	Dawka s.cz. ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Rdestowiec sachaliński		Rdestowiec ostrokończysty	
			zniszczenie (%)	odrastanie (%)	zniszczenie (%)	odrastanie (%)
Glifosat	A	2880	33	98	66	92
Trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid	A	400 + 300 + 200	96	13	87	20
Trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid	(A) + (B)	(300 + 225 + 150) + (200 + 150 + 100)	98	5	95	6
(Koszenie) + (trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid)	(A) + (B)	(0) + (400 + 300 + 200)	95	7	95	7
(Trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid) + (koszenie)	(A) + (B)	(400 + 300 + 200) + (0)	92	7	92	9
Flazasulfuron	A	50	5	100	20	92
Flazasulfuron + glifosat	A	37,5 + 1080	43	95	60	90
Flazasulfuron + glifosat	(A) + (B)	(37,5 + 1080) + (25 + 1080)	85	33	88	27
(Flazasulfuron + glifosat) + (koszenie)	(A) + (B)	(50 + 1080) + (0)	80	50	64	73
(Koszenie) + (flazasulfuron + glifosat)	(A) + (B)	(0) + (50 + 1080)	70	78	71	75
2 × (koszenie)	(A) + (B)	(0) + (0)	56	93	58	93

Terminy: A – wiosną w fazie 4–6 liści, B – po 5–6 tygodniach

Zniszczenie oceniono po 8 tygodniach, a odrastanie roślin po 5 miesiącach

Źródło: badania własne

Nawłóć późna (*Solidago gigantea* Aiton)

Nawłóć późna naturalnie występuje na obszarze Stanów Zjednoczonych i południowej Kanady (Gleason i Cronquist 1991). Do Europy nawłóć sprowadzono jako roślinę ozdobną w XVIII w. (Weber 1998). Na terenie obecnej Polski pojawiła się w 1853 r. jako roślina ozdobna i była uprawiana w ogrodach przydomowych (Tokarska-Guzik 2003). Od lat 40. XX w. nawłóć późna zaczęła rozprzestrzeniać się na tereny ruderalne, nieużytki, odłogi, zarośla i w doliny rzeczne (Grime 2002). W ostatnich kilkunastu latach obserwuje się wnikanie nawłóci również na pola uprawne. Zaczyna się ona pojawiać w uprawach kukurydzy, buraka cukrowego i soi (Domaradzki i Bortniak 2023).

Swój sukces w opanowywaniu nowych terenów nawłóć późna zawdzięcza dużej tolerancji na warunki siedliskowe, intensywnemu wzrostowi, wytwarzaniu dużej liczby lekkich nasion, łatwości rozmnażania wegetatywnego, brakowi naturalnych wrogów (Guzikowa i Maycock 1993) oraz mechanizmom allelopatycznym (Baličević i in. 2015).

Nawłóć nie wytwarza tak dużo biomasy na jednostkę powierzchni jak rdestowce, lecz po 6–7 latach zaczyna całkowicie dominować w zbiorowisku roślinnym, zatrzymując dalszą sukcesję roślinności na opanowanym obszarze. Badania własne pokazują, że w siedliskach tych nawłóć późna wytwarza 7,72 t·ha⁻¹ pędów nadziemnych oraz 9,65 t·ha⁻¹ korzeni i kłączy (tab. 6).

Doświadczalnie wykazano, że podobnie jak w przypadku rdestowców gleba ze stanowisk opanowanych przez nawłóć zawiera substancje hamujące wzrost innych roślin. Pszenica ozima uprawiana na glebie pobranej spod nawłóci reagowała redukcją świeżej masy roślin o 29,9% w porównaniu z obiektem kontrolnym, natomiast w przypadku rzepaku ozimego wartość spadku masy roślin była jeszcze wyższa i wynosiła 43,8% (tab. 7).

W rolniczej przestrzeni produkcyjnej nawłóć późna najczęściej występuje na odłogach i nieużytkach, na przydrożach oraz w dolinach rzecznych i w pobliżu cieków wodnych. Zdecydowanie rzadziej pojawia się na siedliskach okrajkowych i miedzach. Z rolniczego punktu widzenia ważnym problemem jest szybka i skuteczna eliminacja uciążliwych chwastów występujących na gruntach odłogowanych, w tym nawłóci, tak aby można wznowić na nich produkcję.

Przeprowadzone badania własne pozwalają stwierdzić, że najlepsze efekty w eliminowaniu nawłóci późnej z odłogów można uzyskać, stosując herbicyd zawierający mieszaninę trzech substancji czynnych: trichlopyru, fluroksypyr i chlopyralidu. Zabieg tym środkiem zapewniał wysoką skuteczność zwalczania nawłóci późnej, wynoszącą 99%. Efekt chwastobójczy był długotrwały, co wykazały analizy odrastania roślin. Po 5 miesiącach odrastało jedynie 4% roślin. Mieszanina trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid stosowana w niższej dawce w połączeniu z koszeniem nawłóci zapewniała zbliżone efekty. Pozostałe badane herbicydy działały mniej efektywnie. Początkowo hamowały one wzrost i rozwój roślin nawłóci, które jednak po kilku

miesiącach się regenerowały i odrastały. Mechaniczne zwalczanie nawłoci późnej polegające na dwukrotnym koszeniu początkowo zapewniało wysoką skuteczność, później jednak nawłoc regenerowała się i odrastała (tab. 8).

Tabela 6

Produktywność świeżej masy nawłoci późnej

Rodzaj organu	Świeża masa (t·ha ⁻¹)
Pędy nadziemne	7,72
Części podziemne	9,65

Źródło: badania własne

Tabela 7

Produktywność świeżej masy pszenicy ozimej i rzepaku ozimego w pierwszych 28 dniach rozwoju, na glebie pobranej ze stanowisk spod nawłoci późnej i ze stanowiska wolnego od roślin inwazyjnych

Obiekt	Produktywność świeżej masy (%)	
	pszenica ozima	rzepak ozimy
Gleba kontrolna*	100	100
Gleba spod nawłoci późnej	70,1	56,2

*gleba ze stanowiska wolnego od roślin inwazyjnych

Źródło: badania własne

Tabela 8

Skuteczność zwalczania nawłoci późnej zabiegami mechanicznymi i chemicznymi

Substancja czynna (s.cz.) lub inna metoda zwalczania	Termin	Dawka s.cz. (g·ha ⁻¹)	Zniszczenie (%)	Odrastanie (%)
Glifosat	A	1800	77	56
MCPA + dikamba	A	750	75	36
Trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid	A	400 + 300 + 200	99	4
(Glifosat) + (koszenie)	(A) + (B)	(1260) + (0)	81	53
(Koszenie) + (glifosat)	(A) + (B)	(0) + (1260)	90	51
(MCPA + dikamba) + (koszenie)	(A) + (B)	(450 + 60) + (0)	81	68
(Koszenie) + (MCPA + dikamba)	(A) + (B)	(0) + (450 + 60)	88	26
(Trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid) + (koszenie)	(A) + (B)	(300 + 225+ 150) + (0)	96	6
(Koszenie) + (trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid)	(A) + (B)	(0) + (300 + 225+ 150)	98	8
2 × (koszenie)	(A) + (B)	(0) + (0)	58	57

Terminy: A – wiosną w fazie 8 liści, B – po 5–6 tygodniach

Zniszczenie oceniono po 8 tygodniach, a odrastanie roślin po 5 miesiącach

Źródło: badania własne

Barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi* Manden.)

Miejscami naturalnego występowania barszczu Sosnowskiego są rejon Kaukazu i północno-wschodnie tereny Anatolii w Turcji. Do Europy został sprowadzony jako roślina ozdobna ok. 1817 r. Od tamtej pory rozprzestrzenił się na rozległych obszarach środkowej i wschodniej części Europy, gdzie jest rośliną inwazyjną. Do Polski barszcz Sosnowskiego trafił w końcu lat 50. XX w., jako „dar narodu radzieckiego”, a kilka lat później rozpoczęto jego uprawę jako rośliny paszowej (Lutyńska 1980, Pasięka 1984). Olbrzymią zaletą tego gatunku miała być bardzo wysoka produktywność świeżej masy, wynosząca od 90 do 280 t·ha⁻¹, z możliwością wykorzystania na kiszonkę (Bochniarz i Bochniarz 1986). Po niedługim czasie uprawy zaniechano, lecz niestety barszcz Sosnowskiego zaczął w szybkim tempie rozprzestrzeniać się spontanicznie. Obecnie zaliczany jest do najgroźniejszych gatunków inwazyjnych w Polsce (Mikłaszewska i Pągowska 2007).

Szkodliwość tego gatunku można rozpatrywać w kilku aspektach. Pierwszym, niewątpliwie najważniejszym, jest wpływ na zdrowie człowieka. Barszcz Sosnowskiego zawiera w swym soku komórkowym oraz nasionach wiele substancji chemicznych, wśród których najniebezpieczniejsze dla ludzi i zwierząt są furanokumaryny. Ich kontakt ze skórą pod wpływem działania promieni ultrafioletowych obecnych w świetle słonecznym powoduje groźne oparzenia (Weryszko-Chmielewska i in. 2014). Kolejnym aspektem jest negatywny wpływ na rodzime składniki zbiorowisk roślinnych. Barszcz Sosnowskiego poprzez bujny wzrost i oddziaływania allelopatyczne powoduje przekształcanie naturalnych wielogatunkowych zbiorowisk w monokultury (Dajdok i Pawlaczyk 2009). Poza działaniem na rośliny sąsiadujące gatunki inwazyjne mogą również wywierać ujemny wpływ na zbiorowiska mikroorganizmów glebowych. Renčo i in. (2019) wykazali, że inwazja barszczu Sosnowskiego miała niekorzystny wpływ nie tylko na występującą w zbiorowisku roślinność, ale również na nicienie glebowe. Ekspansja tego gatunku spowodowała znaczące zmiany w składzie gatunkowym roślin, co w konsekwencji doprowadziło do modyfikacji zbiorowisk nicieni. Nie mniej ważnym aspektem jest ograniczenie funkcjonalności, atrakcyjności turystycznej i rekreacyjnej porastanych terenów. Oddziaływanie barszczu Sosnowskiego i innych obcych gatunków inwazyjnych może być zatem wielokierunkowe.

Skuteczne zwalczanie barszczu Sosnowskiego nie jest łatwe, a działania zaradcze należy prowadzić przez wiele lat. Gatunek ten nie posiada specjalnych mechanizmów sprzyjających rozsiewaniu nasion, dlatego większość z nich trafia do gleby w promieniu 4 metrów od rośliny matecznej. W najbliższym ich sąsiedztwie w wierzchniej warstwie gleby, na powierzchni jednego metra kwadratowego może znajdować się nawet do 12 000 nasion wykazujących żywotność, które mogą kiełkować przez wiele lat, dając początek kolejnym roślinom (Moravcova i in. 2007)

Koszenie jako metoda zwalczania barszczu Sosnowskiego jest mało efektywne. Spowalnia jego rozwój i pozwala na ograniczenie wytwarzania nasion, lecz nie powoduje całkowitego zniszczenia roślin, które dość szybko odrastają (Żurek 2002).

Stosowanie herbicydów przynosi lepsze efekty. Wyniki badań własnych wykazały, że stosowanie glifosatu jest mało skuteczne, gdyż po początkowej dość silnej reakcji rośliny zaczynają się regenerować i po upływie 5 miesięcy połowa z nich odrasta. Mieszanki trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid lub flazasulfuron + glifosaz zdecydowanie silniej działały na rośliny barszczu oraz w bardzo wysokim stopniu zapobiegały jego odrastaniu (tab. 9).

Tabela 9

Skuteczność zwalczania barszczu Sosnowskiego za pomocą herbicydów

Substancja czynna (s.cz.) lub inna metoda zwalczania	Termin	Dawka s.cz. (g·ha ⁻¹)	Zniszczenie (%)	Odrastanie (%)
Glifosaz	A	3600	83	50
Trichlopyr + fluroksypyr + chlopyralid	A	600 + 450 + 300	95	6
Flazasulfuron + glifosaz	A	50 + 1260	100	3

Terminy: A – wiosną w fazie 6–8 liści

Zniszczenie oceniono po 8 tygodniach, a odrastanie roślin po 5 miesiącach

Źródło: badania własne

Gatunki chwastów, które mogą stanowić potencjalne zagrożenie na naszych polach w najbliższej przyszłości

Skład gatunkowy zbiorowisk segetalnych ulega ciągłym przemianom pod wpływem różnych czynników. W ostatnich latach ważnym czynnikiem tych przeobrażeń są zmiany klimatu (Peters i in. 2014). Powodują one, że od kilku dekad obserwuje się wzrost znaczenia i nasilenia chwastów o wysokich wymaganiach termicznych (Gołębiowska i in. 2015) oraz wkraczanie do przestrzeni rolniczej nowych taksonów (Domaradzki i in. 2008). Wśród nich szczególną uwagę należy zwrócić na rośliny, które mają cechy inwazyjności, stanowią problem dla upraw w krajach ościennych, a także szybko zwiększają swój obszar występowania i znajdują się coraz bliżej granic naszego kraju lub już pojawiły się w Polsce w ostatnich latach.

Prawdopodobnie gatunkami, które jako pierwsze będą sprawiały problem polskim rolnikom już w niedalekiej przyszłości będą: sorgo aleppskie (*Sorghum halapense*), ambrozja bylicolistna (*Ambrosia artemisiifolia*) i słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus*). Taksony te są bardzo konkurencyjne i trudne do wyeliminowania, a od dawna sprawiają kłopoty w krajach Europy Południowej i Zachodniej (Sowa i Warcholińska 1994, Szczęśniak 2004).

W nieco dalszej perspektywie czasowej w Polsce mogą zacząć sprawiać problemy takie gatunki wykazujące cechy inwazyjności, jak: starzec nierównozębny (*Senecio inaequidens*), omanowiec wonny (*Dittrichia graveolens*), manieczka indyjska (*Eleusine indica*), partenium ambrozjowate (*Parthenium hysterophorus*), czy też włosówka kosmata (*Eriochloa villosa*). Taksony te w ostatnich latach znacząco zwiększyły swój

zasięg występowania w wielu krajach europejskich i coraz częściej są obserwowane w najbliższym sąsiedztwie Polski (Ryves i in. 1996, Ardelean i in. 2009, Solymosi 2010, Kocián 2016, Pliszko 2017, Nowak i Nowak 2018, Dítě i in. 2019, Kozłowska-Kozak i in. 2019, Follak i in. 2020).

Naukowcy analizujący modele uwzględniające zmiany klimatu podkreślają, że w przyszłości wiele krajów europejskich, również tych położonych bardziej na północ, jak Polska czy państwa nadbałtyckie, może zostać zasiedlonych przez nowe gatunki roślin obcego pochodzenia (Brunel i in. 2014).

Nie należy również lekceważyć potencjalnego zagrożenia gatunkami, które kilkanaście lat temu sprowadzono do Polski i uprawiano w celach energetycznych (Crosti 2010). Niestety przed rozpoczęciem ich uprawy nie dokonano analizy ryzyka inwazyjności, więc skala potencjalnych przyszłych zagrożeń ze strony tych taksonów jest nieznana.

Tabela 10

Gatunki roślin uprawiane na cele energetyczne w Polsce i ich potencjalny wpływ na siedliska

Gatunek	Zagrożenie inwazyjnością
Ślazowiec pensylwański	? → +
Wierzba wiciowa	–
Rdestowiec sachaliński	+
Miskant olbrzymi	? → +
Mozga trzciniowata	–
Słonecznik bulwiasty	+
Róża wielokwiatowa	–
Paulownia puszysta	? → +
Spartina preriowa	? → +

Wpływ danego gatunku na zasiedlane siedliska:

– brak negatywnego wpływu

+ wyraźny negatywny wpływ

? → + brak jednoznacznych danych, lecz istnieje ryzyko negatywnego wpływu

Źródło: opracowanie własne

Rośliny energetyczne były szeroko „lansowane” i uprawiane, lecz moda na ich wykorzystanie trwała jedynie kilka lat. Po zmianie spojrzenia w Unii Europejskiej na problem emisji CO₂, ich uprawa straciła na znaczeniu. Nie oznacza to, że gatunki te zniknęły bezpowrotnie z naszego kraju. W wielu miejscach można spotkać porzucone i zaniedbane plantacje takich roślin, które powoli zaczynają przenikać do nowych siedlisk. Takie samoistne i niekontrolowane rozprzestrzenianie się może wywołać w przyszłości niekorzystne skutki.

Podsumowanie

Ułatwienia w komunikacji międzynarodowej i otwartość granic w obrębie Unii Europejskiej sprawiają, że ekspansja obcych gatunków inwazyjnych staje się łatwiejsza. Nowe gatunki najczęściej przemieszczają się wraz z materiałem siewnym, ale również wraz z sadzonkami roślin rosnących w pojemnikach (Genovesi i Shine 2003).

Zawlezione obce gatunki inwazyjne negatywnie wpływają na rodzime składniki zbiorowisk roślinnych i mogą doprowadzić do całkowitego zniszczenia naturalnej równowagi ekologicznej siedlisk (Faliński 2004). Ich niepożądane występowanie wywołuje również wymierne straty ekonomiczne (Pimental i in. 2007, Kettunen i in. 2009).

Rolnicza przestrzeń produkcyjna, ze względu na działalność człowieka, jest narażona na ułatwione wnikanie obcych gatunków inwazyjnych (Kończakowska 2008). Dlatego w celu zminimalizowania tego niekorzystnego zjawiska bezwzględnie należy dokonywać oceny ryzyka przed każdorazowym wprowadzaniem do uprawy nowych dla danego obszaru gatunków (Crosti 2010). Należy również bezwzględnie przestrzegać obowiązującego w naszym kraju prawa dotyczącego inwazyjnych gatunków obcych.

Ważnym elementem w zapobieganiu rozprzestrzenianiu się i kolonizacji przez gatunki inwazyjne powinien być monitoring pozwalający na wczesne wykrywanie i szybką eliminację nowych stanowisk tych roślin. Nie wolno jednak zapominać o prowadzeniu działań mających na celu ograniczenie areалу już zajmowanego przez gatunki obce dla naszej flory. Można to zrealizować, wykorzystując metody mechaniczne, zabiegi chemiczne lub łącząc obydwa sposoby.

Zabiegi mechaniczne, takie jak: kilkukrotne koszenie, punktowe niszczenie roślin w początkowej fazie kolonizacji czy wycinanie kwiatostanów, mogą znacząco ograniczyć presję ze strony tych gatunków na opanowanym przez nie obszarze.

Należy podkreślić, że chemiczne zwalczanie gatunków inwazyjnych jest długotrwałe, a stosowanie glifosatu w wielu przypadkach nie jest w pełni skuteczne. Lepiej sprawdzają się mieszaniny kilku substancji aktywnych, takich jak: trichlopyr, fluoksypyr i chlopyralid, a także uzupełnienie ich stosowania koszeniem.

Ważne są również pewne działania o charakterze profilaktycznym. Dokładne czyszczenie materiału siewnego i maszyn rolniczych zapobiega przypadkowemu rozprzestrzenianiu się nasion. Ekspansję ogranicza również zmniejszenie powierzchni terenów mogących być potencjalnymi siedliskami dla gatunków inwazyjnych, takich jak obszary o naruszonej przez działania człowieka strukturze ekologicznej oraz grunty zdewastowane i porzucone.

W ograniczaniu ekspansji obcych gatunków inwazyjnych ważne jest także krzewienie wiedzy i odpowiednie kształtowanie świadomości społeczeństwa, wykazujące zagrożenie obcymi gatunkami inwazyjnymi dla agrofitycenozy i otaczających nas zbiorowisk naturalnych.

Literatura

1. Ardelean A., Karacsonyi K., Negrean G.: *Eriochloa villosa* – a new alien Gramineae species for Arad County (Romania). *Studia Universitatis Vasile Goldis, Seria Stiintele Vietii*, 2009, **19(2)**: 281-282.
2. Baličević R., Ravlić M., Živković T.: Allelopathic effect of invasive species Giantgoldenrod (*Solidago gigantea* Ait.) on crops and weeds. *Herbologia*, 2015, **15(1)**: 19-29.
3. Bochniarz M., Bochniarz J.: Barszcz Sosnowskiego – nowa wysokopienne roślina pastewna. *Postępy Nauk Rolniczych*, 1986, **6**: 23-31.
4. Bonenberg K.: Rośliny użyteczne człowiekowi. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa 1988, ss. 159.
5. Brunel S., Panetta D., Fried G., Kriticos D., Prasad R., Lansink A.O., Shabbir A., Yaacoby T.: Preventing a new invasive alien plant from entering and spreading in the Euro-Mediterranean region: the case study of *Parthenium hysterophorus*. *EPP0 Bulletin*, 2014, **44(3)**: 479-489. DOI: 10.1111/epp.12169
6. Chmura D., Tokarska-Guzik B., Nowak T., Woźniak G., Bzdęga K., Koszela K., Gancarek M.: The influence of invasive *Fallopia* taxa on resident plant species in two river valleys (southern Poland). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 2015, **84(1)**: 23-33. DOI: 10.5586/asbp.2015.008.
7. Crosti R.: Inwazyjność upraw przeznaczonych na produkcję biopaliw i potencjalne szkody wyrządzane naturalnym siedliskom i gatunkom rodzimym. Raport Stałego Komitetu UE, 2010, ss. 31.
8. Dajdok Z., Pawlaczek P. (red.): Inwazyjne gatunki ekosystemów mokradłowych Polski. Wyd. Klubu Przyrodników, Świebodzin 2009, ss. 167.
9. Dítě Z., Dítě D., Feráková V.: *Eleusine indica* (L.) Gaertn., new species of the adventive flora of Slovakia. *Thaiszia – Journal of Botany*, 2019, **29(1)**: 77-84. DOI: 10.33542/TJB2019-1-06
10. Domaradzki K., Snopczyński T., Jezierska-Domaradzka A.: Zaślaz pospolity (*Abutilon theophrasti* Medik.), nowy groźny chwast upraw polowych – charakterystyka występowanie i możliwości zwalczania. *Progress in Plant Protection*, 2008, **48(2)**: 567-574.
11. Domaradzki K., Bortniak M.: Zmiany w zbiorowiskach chwastów segetalnych wybranych roślin uprawnych na przestrzeni ostatnich 50 lat oraz prognozy na przyszłość. *Progress in Plant Protection*, 2023, **63(4)**: 191-204. DOI: 10.14199/ppp-2023-020
12. Faliński J.B.: Inwazje w świecie roślin: mechanizmy, zagrożenia, projekt badań. *Phytocoenosis* 10 (N. S.), *Seminarium Geobotanicum*, 2004, **16**: 3-31.
13. Favenc E.: The History of Australian Exploration from 1788 to 1888. *Echo Library*, 2006, p. 2-4.
14. Follak S., Follak S., Schwarz M., Essl F.: First record of *Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth in Austria and notes on its distribution and agricultural impact in Central Europe. *BioInvasions Records*, 2020, **9(1)**: 8-16. DOI: 10.3391/bir.2020.9.1.02
15. Genovesi P., Shine C.: European Strategy on Invasive Alien Species. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Standing Committee, Strasbourg 2003, pp. 68.
16. Gleason H.A., Cronquist A.: Manual of vascular plants of Northeastern US and adjacent Canada. New York Botanical Garden, New York, 1991, pp. 910.
17. Gołębiewska H., Snopczyński T., Domaradzki K., Rola H.: Zmiany w zachwaszczeniu kukurydzy w południowo-zachodnim rejonie Polski w latach 1963–2013. *Progress in Plant Protection* 2015, **55(3)**: 327-339. DOI: 10.14199/ppp-2015-057
18. Grime J.P.: Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. 2nd Edition, Wiley, 2002, pp. 456. ISBN 978-0-470-85040-4.
19. Groves R.H.: Invasion of mediterranean ecosystems by weeds. In: Resilience in Mediterranean-Type Ecosystem, B. Dell, A.J.M. Hopkins, B.B. Lamont (eds). Junk, Dordrecht, 1986, pp. 68.

20. Guzikowa M., Maycock P.F.: Badania porównawcze biologii i ekologii północno-amerykańskich ekspansywnych gatunków nawłoci [*Solidago* ssp.]. Wiadomości Botaniczne, 1993, **37(3-4)**: 221-223.
21. Heywood V., Brunel S.: Kodeks postępowania w zakresie ogrodnictwa i inwazyjnych roślin obcych (Code of conduct on horticulture and invasive alien plants). Publikacje Rady Europy, Przyroda i Środowisko, 2008, 155, pp. 52.
22. Hulme P.E.: Nursery crime: agriculture as victim and perpetrator in the spread of invasive species. Crop Science and Technology, British Crop Protection Council, 2005. pp. 733-740.
23. Hulme P.E.: Biological invasions in Europe: drivers, pressures, states, impacts and responses. Environmental Science and Technology, 2007, **25**: 56-80.
24. Jacak B.: Modele ekspansji roślin synantropijnych i transgenicznych. Phytocoenosis 11, Seminarium Geobotanicum, 1999, **6**: 4-16.
25. Kettunen M., Genovesi P., Gollasch S., Pagad S., Starfinger U., Ten Brink P., Shine C.: Technical support to EU strategy on invasive species (IAS) – Assessment of the impact of IAS in Europe and the EU (Final draft report for the European Commission). Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium, 2009, pp. 131.
26. Kocián P.: The first records of *Senecio inaequidens* along motorways in Poland and Slovakia. Acta Musei Silesiae Scientiae Naturales, 2016, **65(2)**: 129-133. DOI: 10.1515/cszma-2016-0016
27. Kolačková E.: Inwazje gatunków obcych roślin – problem naukowy i praktyczny. Przegląd Geograficzny, 2008, **80(1)**: 55-73.
28. Kornáš J.: Pięć wieków wymiany flor synantropijnych między Starym i Nowym Światem. Wiadomości Botaniczne, 1996, **40(1)**: 11-19.
29. Kowarik I.: Time lags in biological invasions with regard to the success and failure of alien species. In: Plant invasions – general aspects and special problems, P. Pyšek, K. Prach, M. Rejmánek, P.M. Wade (eds). SPB Academic Publishing, Amsterdam, 1995, pp. 15-38.
30. Kowarik I.: Biologische Invasionen in Deutschland: zur Rolle nichteinheimischer Pflanzen. In: Biologische Invasionen. Herausforderung zum Handeln? I. Kowarik, U. Starfinger (eds). Neobiota, 2002, **1**: 5-24.
31. Kozłowska-Kozak K., Kozak M., Pliszko A.: Fast spread of *Dittrichia graveolens* (Asteraceae) in south-western Poland. Botanica, 2019, **25(1)**: 84-88.
32. Lutyńska M.: Badania nad aklimatyzacją i wykorzystaniem barszczu Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi* Manden) jako rośliny pastewnej. Biuletyn IHAR, 1980, **139**: 1-37.
33. Marshall E.J.: Agricultural landscapes. Journal Crop Improvement, 2004, **12(1-2)**: 365-404.
34. Moravcová L., Gudžinská Z., Pyšek P., Pergl J., Perglová I.: Seed ecology of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*, two invasive species with different distributions in Europe. Ecology and Management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*); (red. P. Pyšek, M.J.W. Cock, W. Nentwig and H.P. Ravn). CAB International, 2007, pp. 157-169. https://www.ibot.cas.cz/invasions/pdf/Moravcova%20et%20al_Seed%20ecology%20Heracleum%20mantegazzianum%20&%20sosnowskyi_in%20Pysek%20et%20al2007.pdf [15.05.2024]
35. Miklaszewska K., Pągowska E.: Problem roślinnych gatunków inwazyjnych w Polsce. Progress in Plant Protection, 2007, **47(1)**: 84-87.
36. Nowak S., Nowak A.: Starzec wąskolistny *Senecio inaequidens* D.C. w pasie autostrady koło Brzegu na Śląsku Opolskim. Fragmenta Naturae, 2018, **51**: 69-78.
37. Nowiński M.: Dzieje upraw i roślin uprawnych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa 1970, ss. 387.
38. Olacze R.: The synanthropization of plant cover in the protected areas as a scientific and conservation problem. In: Synanthropization of plant cover in new Polish research, J.B. Faliński, W. Adamowski, B. Jackowiak (eds). Phytocoenosis 10 (N.S.), Supplementum Cartographiae Geobotanicae 1998, **9**: 275-279.

39. P a s i e k a E.: Wyniki badań nad *Heracleum sosnowskyi*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 1984, **257**: 257-271.
40. P e t e r s K., B r e i t s a m e t e r L., G e r o w i t t B.: Impact of climate change on weeds in agriculture: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2014, **34(4)**: 707-721. DOI: 10.1007/s13593-014-0245-2
41. P i m e n t e l D., M c N a i r S., J a n e c k a J., W i g h t m a n J., S i m m o n d s C., O ' C o n n e l l C., W o n g E., R u s s e l L., Z e r n J., A q u i n o T., T s o m o n d o T.: Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2001, **84**: 1-20.
42. P i m e n t a l D., P i m e n t a l M., W i l s o n A.: Plant, animal, and microbe invasive species in the United States and world. In: *Biological Invasions*, W. Nentwig (ed.), *Ecological Studies*, Springer-Verlag, 2007, **193**: 315-330.
43. P l i s z k o A.: A new record of *Senecio inaequidens* (Asteraceae) in Poland. *Acta Musei Silesiae Scientiae Naturales*, 2017, **66(2)**: 177-180. DOI: 10.1515/cszma-2017-0022
44. P y š e k P., S á d l o J., M a n d á k B.: Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia*, 2002, **74**: 97-186.
45. P y š e k P., R i c h a r d s o n D. M., R e j m á n e k M., W e b s t e r G. L., W i l l i a m s o n M., K i r s c h n e r J.: Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 2004, **53(1)**: 131-143.
46. R e n ě o M., K o r n o b i s F. W., D o m a r a d z k i K., J a k u b s k a - B u s s e A., J u r o v á J., H o m o l o v á Z.: How does an invasive *Heracleum sosnowskyi* affect soil nematode communities in natural conditions? *Nematology*, 2019, **21(1)**: 71-89. DOI 10.1163/15685411-00003196
47. R i c h a r d s o n D. M., P y š e k P., R e j m á n e k M., B a r b o u r M. G., P a n e t t a F. D., W e s t C. J.: Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 2000, **6**: 93-107.
48. Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2023. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa 2023, ss. 431.
49. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 grudnia 2022 r. w sprawie listy inwazyjnych gatunków obcych stwarzających zagrożenie dla Unii i listy inwazyjnych gatunków obcych stwarzających zagrożenie dla Polski, działań zaradczych oraz środków mających na celu przywrócenie naturalnego stanu ekosystemów. Dz.Ust. poz. 2649.
50. R u t k o w s k i L.: Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2022, ss. 816.
51. R y v e s T. B., C l e m e n t E. J., F o s t e r M. C.: Alien grasses of the British Isles. *Botanical Society of the British Isles*, London 1996, pp. 181.
52. S o l y m o s i P.: New adventive grass weeds in the Hungarian flora. *Növényvédelem*, 2010, **46(3)**: 117-120.
53. S o w a R., W a r c h o l i Ń s k a U.: The list of American flowering plant species established in Poland (kenophytes). *Thaiszia – Journal of Botany*, Košice, 1994, **4**: 197-210.
54. S z c z e ś n i a k E.: *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae) in Wrocław (Lower Silesia, Poland). *Acta Botanica Silesiaca*, 2004, **1**: 157-159.
55. T o k a r s k a - G u z i k B.: 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. Pyšek, P.M. Wade, M. Williamson (eds). Backhuys Publishers, Leiden 2003, pp. 147-167.
56. T o k a r s k a - G u z i k B.: The establishment and spread of alien plant species (kenophytes) in the flora of Poland. *Prace Nauk. Uniw. Śląskiego*, Katowice 2005, 2372, pp. 192.
57. T o k a r s k a - G u z i k B.: Metody zwalczania roślin inwazyjnych obcego pochodzenia. W: *Inwazyjne gatunki roślin ekosystemów mokradłowych Polski*, Z. Dajdok, P. Pawlacyk (red.). Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin 2009, ss. 124-131.

-
58. Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zając M., Urbisz A., Danielewicz W.: Identyfikacja i kategoryzacja roślin obcego pochodzenia jako podstawa działań praktycznych. *Acta Botanica Silesiaca*, 2011, **6**: 23-53.
 59. Vandermeer J., Perfecto I.: The agricultural matrix and the future paradigm for conservation. *Conservation Biology*, 2007, **21**: 274-277.
 60. Weber E.: The dynamics of plant invasions: a case study of three exotic goldenrod species (*Solidago* L.) in Europe. *Journal of Biogeography*, 1998, **25(1)**: 147-154. DOI: 10.1046/j.1365-2699.1998.251119.x.
 61. Weryszko-Chmielewska E., Chwil M., Wesołowski M., Tietze M., Matysik-Woźniak A.: Rośliny wywołujące fotodermatozy. *Alergoprofil*, 2014, **10(4)**: 22-26.
 62. Williams M., Fitter A.: The varying success of invaders. *Ecology*, 1996, **77**: 1661-1666.
 63. Wójcik Z.: Historia powszechna. Wiek XVI–XVII. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2006, ss. 652.
 64. Żurek H.: Metoda i technika zwalczania barszczu Sosnowskiego. Wyd. IMUZ, Falenty 2002, ss. 20.
-

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Krzysztof Domaradzki
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli
IUNG-PIB
ul. Orzechowa 61
50-540 Wrocław
tel. 81 47 86 873
e-mail: k.domaradzki@iung.wroclaw.pl

AUTOR

Krzysztof Domaradzki

ORCID

0000-0002-3137-1467