

SPECYFIKA GRUPY NAJPOSPOLITSZYCH GATUNKÓW WE FLORZE SILNIE SKAŻONYCH ODCINKÓW TOROWISK KOLEJOWYCH W PÓLNO-CNO-WSCHODNIEJ POLSCE (MAZURY I PODLASIE)

Barbara Sudnik-Wójcikowska, Halina Galera, Małgorzata Suska-Malawska,
Tomasz Staszewski, Bogusław Wilkomirski

Sudnik-Wójcikowska B., Galera H., Suska-Malawska M., Staszewski T., Wilkomirski B., 2014: Specyfika grupy najpospolitszych gatunków we florze wybranych silnie skażonych odcinków torowisk kolejowych w północno-wschodniej Polsce (Mazury i Podlasie) *Specificity of the most common species in the flora of extremely contaminated sections of the railway tracks in north-eastern Poland (Warmian–Masurian and Podlasie Provinces)*. Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Vol. 15, s. 59–73.

Zarys treści: Przedmiot badań stanowiły analizy flory najbardziej skażonych siedlisk w obrębie międzytorzy na dworcach i stacjach kolejowych w północno-wschodniej Polsce (Mazury: Olsztyn Główny, Ełk, Nidzica; Podlasie: Białystok, Sokółka, Hajnówka i Kuźnica Białostocka). Sporządzono listę gatunków występujących na 27 stanowiskach, o powierzchni 20 m² każde. Szczegółowej analizie poddano grupę 20 gatunków o największej (>50%) frekwencji. Specyfika tej grupy na tle całości badanej flory polegała na większym udziale terofitów (zwłaszcza obcego pochodzenia) oraz roślin o wyższych wymaganiach względem światła i związanych z podłożem o pH bliskim obojętnemu.

Słowa kluczowe: flora synantropijna, tereny kolejowe, siedliska skrajne.

Key words: *synanthropic flora, railway area, extremely contaminated habitats.*

Barbara Sudnik-Wójcikowska, Halina Galera, Instytut Botaniki, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, 00-478 Warszawa, Al. Ujazdowskie 4, e-mail: barbara.sudnik@uw.edu.pl, h.galera@uw.edu.pl

Małgorzata Suska-Malawska, Instytut Botaniki, CENT, Uniwersytet Warszawski, 02-096 Warszawa, Miecznikowa 1, e-mail: malma@biol.uw.edu.pl

Tomasz Staszewski, Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, 40-844 Katowice, Kossutha 6, e-mail: stasz@ietu.katowice.pl

Bogusław Wilkomirski, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, 25-406 Kielce, Świętokrzyska 15, oraz Instytut Botaniki, CENT, Uniwersytet Warszawski, 02-096 Warszawa, Miecznikowa 1, e-mail: bowi@biol.uw.edu.pl.

1. Wprowadzenie

Rozwój transportu kolejowego w Europie rozpoczął się w 1825 r., gdy G. Stephenson uruchomił linię kolei publicznej łączącą Stockton z Darlington. W 1830 r. została otwarta pierwsza linia trakcji wyłącznie parowej, łącząca Liverpool i Manchester. Początki kolejnictwa

na ziemiach polskich sięgają roku 1842, w którym uruchomiono połączenie kolejowe między Wrocławiem a Oławą. W 1848 r. oddano do użytku linię kolei warszawsko-wiedeńskiej.

Na przykładzie Warszawy można wykazać, że tereny kolejowe jako obiekt badań florystycznych zainteresowały badaczy już wkrótce po wytyczeniu i urucho-

mieniu pierwszych linii kolejowych, jak wspomniana kolej warszawsko-wiedeńska, kolej petersburska (od 1862), kolej terespolska (od 1866). Doniesienia o interesujących znaleziskach florystycznych wzdłuż warszawskich torowisk pojawiają się już w latach 70.–80. XIX wieku (np. Łapczyński 1882; Cybulski 1897), podobnie w innych krajach europejskich (np. Kreutzpointner 1876; Holler 1883; Dürer 1886).

Od drugiej połowy XX w. intensywna eksploracja florystyczna na terenach kolejowych prowadzona była w wielu krajach europejskich w sposób bardziej usystematyzowany, a badania obejmowały nierzadko duże powierzchnie. Większe miasta, w których szata roślinna terenów kolejowych była przedmiotem badań, to np. Budapeszt, Sztokholm, Tallin, Ryga, Dublin, Lienz, Trento, Berlin, Rostock, Halberstadt, Rostock, Wittenberga i Magdeburg. Przeglądy literatury z zakresu „florystyki ferrowiatycznej” znaleźć można m.in. w pracy Mühlentacha (1979), a także Wiłkomirskiego i in. (2012) i w licznych opracowaniach Brandesa. Jedną z nowszych prac tego autora (Brandes 2008) zawiera zestawienie bibliografii szaty roślinnej dworców europejskich za lata 1841–2005 i liczy blisko 300 pozycji. Badania inwentaryzacyjne szaty roślinnej terenów kolejowych prowadzono też w obu Amerykach. Do klasycznych opracowań tego typu należą prace Mühlentacha (1979, 1983).

W Polsce także, zwłaszcza w drugiej połowie XX w., pojawiło się wiele prac inwentaryzacyjnych dotyczących szaty roślinnej terenów kolejowych – zarówno flory (np. Kornaś i in. 1959; Latowski 1977; Sendek 1973; Ćwikliński 1974; Maciejczak 1988), jak i roślinności (np. Ćwikliński 1974; Czapplewska 1981; Wrzesień, Świąt 2006). Wyniki okazały się interesujące, dostarczyły m.in. wiedzy na temat tempa przenikania i tras wędrówek gatunków obcego pochodzenia, zwłaszcza kenofitów i efemerofitów (liniowe migracje ferrowiatyczne). Materiały te były szeroko wykorzystywane w opracowaniach książkowych o ogólnopolskim zasięgu (Zajac, Zajac 2001; Tokarska-Guzik 2005; Urbisz 2011).

Badania o charakterze problemowym lub syntetycznym podejmowali liczni autorzy na całym świecie, m.in. problem istnienia tzw. specjalistów kolejowych (np. Golicyn 1947; Kornaś i in. 1959; Zajac, Zajac 1969; Brandes 1983, 1993, 2005); zagadnienia sukcesji na opuszczonych torowiskach (m.in. Suominen 1972; Kowarik, Langer 1994; Galera i in. 2013b). Wpływ czynnych torowisk (korytarze ekologiczne) na tereny sąsiednie analizowali np.: Jehlik 1986; Brandes, Oppermann 1995; Tikka i in. 2001; Chen i in. 2003; Hansen, Clevenger 2005).

Po 180 latach istnienia kolei torowiska, a zwłaszcza

dworce, nadal mogą stanowić „mikrocentra” rozprzestrzeniania się obcych gatunków, choć nowe technologie, konteneryzacja przewozów i masowe stosowanie herbicydów zapewne nieco ograniczyły ten proces. W badaniach ostatnich lat szczególnie interesujące wydają się zagadnienia florystyczne w zderzeniu z danymi z zakresu toksykologii siedlisk kolejowych (np. Liu i in. 2009; Galera i in. 2009; Malawska, Wiłkomirski 1999, 2001; Wiłkomirski i in. 2011).

Celem niniejszej pracy jest określenie składu florystycznego odcinków torowisk najsilniej skażonych oraz – na tym tle – charakterystyka grupy gatunków występujących szczególnie często w tych skrajnie trudnych warunkach. Zbierane równolegle szczegółowe dane o toksyczności podłoża pozwolą w przyszłości na sprecyzowanie zależności między skażeniem a pokrywą roślinną.

2. Materiał i metody

Badania florystyczne na torowiskach były prowadzone dwukrotnie w latach 2011–2012 na dworcach kolejowych (stacjach) na Mazurach i Podlasiu. Do badań wybrano 27 odcinków międzytorzy o powierzchni 20 m² każdy. Stanowiska badawcze były zlokalizowane w otoczeniu ruderalnym, w 7 miejscowościach: Mazury – Olsztyn Główny, Elk, Nidzica oraz Podlasie – Białystok, Sokółka, Hajnówka i Kuźnica Białostocka (szczegółowa lokalizacja – zob. tab. 1). Zostały wytypowane te fragmenty torowisk, na których, zgodnie z relacją pracowników kolei, skażenie terenu miało być największe. Dla potwierdzenia poziomu zanieczyszczeń pobrano próby i przeprowadzono szczegółowe badania podłoża. Analiza tych parametrów, w konfrontacji z listą gatunków, będzie tematem odrębnego opracowania.

Zestawiono pełną listę florystyczną, podając kody stanowisk, skąd były notowane rośliny, oraz uzupełniono dane o gatunkach, takie jak: forma życiowa (klasyfikacja Raunkiaera, 1934, dane wg Rothmalera i in. 2005), status w klasyfikacji geograficzno-historycznej Kornasia (1981) określony na podstawie opracowań różnych autorów (Zajac 1979; Mirek i in. 2002; Zajac i in. 1998, 2009a, 2009b; Tokarska-Guzik 2005; Tokarska-Guzik i in. 2011, 2012; Urbisz 2011). Podano także ogólną frekwencję oraz obfitość występowania na poszczególnych stanowiskach, określoną w 3-stopniowej skali: 1 – występowanie sporadyczne (1–2 osobniki), 2 – kilka–kilkanaście osobników, 3 – obfite występowanie na całym stanowisku.

Z puli gatunków wybrano grupę o frekwencji powyżej 50% (czyli występujących co najmniej na 14 stanowiskach). Dla całości flory i dla grupy gatunków o największej frekwencji porównano i przedyskutowa-

no spektra wybranych parametrów (część z nich można rozpatrywać jako tzw. cechy funkcjonalne).

Tab. 1. Lokalizacja badanych stanowisk
Tab. 1. Locality of the study sites

Miejscowość (stacja kolejowa) <i>Railway station</i>	Kod stanowiska <i>Code</i>	Koordynaty/ <i>Coordinate</i>	
		długość geograficzna <i>longitude</i>	szerokość geograficzna <i>latitude</i>
Olsztyn	On1	N 53°47'05.77"	E 20°29'40.86"
	On2	N 53°47'24.81"	E 20°31'18.58"
	On3	N 53°47'27.97"	E 20°31'29.05"
	On4	N 53°47'27.88"	E 20°31'28.91"
Nidzica	Nd1	N 53°21'53.17"	E 20°24'48.56"
	Nd2	N 53°21'50.49"	E 20°24'49.41"
	Nd3	N 53°21'20.05"	E 20°24'49.21"
	Nd4	N 53°21'24.61"	E 20°24'49.35"
Ełk	Ek1	N 53°49'51.73"	E 22°21'31.62"
	Ek2	N 53°49'47.72"	E 22°21'31.92"
	Ek3	N 53°49'35.26"	E 22°21'45.71"
	Ek4	N 53°49'24.52"	E 22°21'53.22"
Białystok	Bs1	N 53°08'03.34"	E 23°08'14.78"
	Bs2	N 53°08'05.33"	E 23°08'14.88"
	Bs3	N 53°08'09.10"	E 23°08'21.30"
	Bs4	N 53°07'26.15"	E 23°07'09.44"
	Bs5	N 53°07'28.85"	E 23°07'26.13"
Hajnówka	Ha1	N 52°43'54.01"	E 23°35'06.04"
	Ha2	N 52°43'51.06"	E 23°35'07.41"
	Ha3	N 52°37'36.0"	E 23°39'17.0"
Sokółka	Sk1	N 53°24'08.68"	E 23°30'03.46"
	Sk2	N 53°24'08.36"	E 23°30'05.21"
	Sk3	N 53°24'09.13"	E 23°30'04.70"
	Sk4	N 53°24'07.12"	E 23°29'56.15"
	Sk5	N 53°24'12.44"	E 23°30'38.65"
Kuźnica Białostocka	Kz1	N 53°31'16.83"	E 23°38'52.14"
	Kz2	N 53°31'11.49"	E 23°38'49.19"

Przeanalizowano w ten sposób udział określonych form życiowych, zwłaszcza terofitów i fanerofitów, a także grup w klasyfikacji geograficzno-historycznej. Wśród synantropijnych gatunków rodzimych (apofitów) zwrócono uwagę na ich pochodzenie ze zbiorowisk naturalnych (leśne, murawowe i z siedlisk wilgotnych). Na potrzeby tych analiz potraktowano łącznie wszystkie grupy gatunków obcych – antropofitów (wyróżniając wśród nich jedynie grupę nowszych przybyszów, czyli

kenofitów).

Dodatkowo dla całości flory i dla grupy gatunków o największej frekwencji rozpatrzono spektrum wartości wybranych ekologicznych liczb wskaźnikowych Ellenberga (za Rothmalerem i in. 2005), biorąc pod uwagę zwłaszcza liczbę wskaźnikową światła (L), temperatury (T), reakcji (R) i żyzności (azotu – N).

Tab. 2. Wykaz gatunków stwierdzonych na badanym terenie (taksony o najwyższej frekwencji oznaczone pogrubioną czcionką). Obfitość występowania na stanowiskach (oznaczenia stanowisk zgodne z tab. 1): 1 – występowanie nieliczne (1–10 osobników), 2 – występowanie dość liczne (11–50 osobników), 3 – występowanie liczne (>50 osobników); Frekw. – liczba stanowisk, na których stwierdzono gatunek; Forma – forma życiowa: C – chamefit, G – geofit, H – hemikryptofit, P – fanerofit, T – terofit; Status – status w geograficzno-historycznej klasyfikacji Kornasia (1981): Ap – apofit, Ae – apofit efemeryczny, Ar – archeofit, Ep – epekofit, Ag – agriofit, Ef – efemerofit, Eg – ergazjofit. Inne skróty (ad ryc. 1 i 2): 1 – gatunki leśne, m – gatunki murawowe, w – gatunki z siedlisk wilgotnych, rodz. – rodzime

Tab. 2. List of recorded species (taxa with high frequency are marked in bold). Abundance of species at the particular sites (see Tab. 1 for codes of sites): 1 – several individuals (1–10), 2 – not numerous individuals (11–50), 3 – numerous individuals (>50); Frekw. – number of sites where species was recorded; Forma – life form: C – chamaephyte, G – geophyte, H – hemicryptophyte, P – phanerophyte, T – therophyte; Status – status in the geographical-historical classification of plants (Kornas 1981): Ap – apophyte, Ae – ephemeral apophyte, Ep – archaeophyte, Ar – archaeophyte, Ag – agriophyte, Eg – ergasiophyte. Other abbreviations (ad Figs 1 and 2): 1 – forest species, m – species of grasslands, w – species of humid habitats, rodz. – native

Nazwa gatunku Species	Obfitość występowania na stanowiskach: Abundance of species at the particular sites																				Frekwencja Frequency	Forma Life form	Status w regionie Status							
	On1	On2	On3	On4	Nd1	Nd2	Nd3	Nd4	Ek1	Ek2	Ek3	Ek4	Bs1	Bs2	Bs3	Bs4	Bs5	Ha1	Ha2	Ha3				Sk1	Sk2	Sk3	Sk4	Sk5	Kz1	Kz2
Acer negundo L.	2	1	1	1					1		1		2	2	1	1	1				1	1	2	2	2			16	P	Ag
<i>Acer platanoides L.</i>	2	2					1	1	1	1	1		1	1					2					1			10	P	Ap	
<i>Acer pseudoplatanus L.</i>																			2								1	P	Ap	
<i>Acer saccharinum L.</i>															1				1								2	P	Eg	
<i>Achillea millefolium L.</i>													2	1	1	1							2	2	2	2	9	H	Ap	
<i>Acinos arvensis (Lam.) Dandy</i>									2	1	2												1		2	6	C T	Ap		
<i>Aethusa cynapium L.</i>	1																									1	T	Ar		
<i>Agropyron repens (L.) P.Beauv.</i>												2			1											3	G	Ap		
<i>Agrostis capillaris L.</i>										1															1	2	H	Ap		
<i>Agrostis gigantea Roth</i>													2													1	H	Ap		
<i>Amaranthus albus L.</i>	1																									1	T	Ep		
<i>Amaranthus retroflexus L.</i>	1								1																	2	T	Ep		

<i>Centaurea stoebe</i> L.																			1			4	H	Ap
<i>Cerastium arvense</i> L.																						3	C	Ap
<i>Cerastium holosteoides</i> Fr. em. Hyl.																						5	C	Ap
<i>Cerastium semidecandrum</i> L.																						12	T	Ap
<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) Lange																						1	T	
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.																						1	H	Ap
<i>Chenopodium album</i> L.	2																					1	T	Ap
<i>Chenopodium strictum</i> Roth																						1	T	Ep
<i>Cichorium intybus</i> L.																						5	H	Ar
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	G	Ap
<i>Convolvulus arvensis</i> L.																						1	G	Ap
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	19	T	Ep
<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P.B.																						1	H	Ap
<i>Crepis tectorum</i> L.																						3	TH	Ap
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	H	Ap
<i>Daucus carota</i> L.																						9	H	Ap
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	1	1																				3	T	Ar
<i>Echium vulgare</i> L.																						12	H	Ap
<i>Epilobium adnatum</i> Griseb.	2	1	1																			5	H	Ap
<i>Epilobium hirsutum</i> L.																						3	H	Ap
<i>Epilobium obscurum</i> Schreb.																						2	H	Ap
<i>Epilobium</i> sp.	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	H	Ap
<i>Equisetum arvense</i> L.																						7	G	Ap
<i>Eragrostis minor</i> Host																						3	T	Ep
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	T	Ag
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.																						1	T	Ar
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.																						2	H	Ap
<i>Euphorbia esula</i> L.																						3	H	Ap
<i>Euphorbia pepulus</i> L.	2																					1	T	Ar

<i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) Mill.																			2	1	H	Ac	
<i>Ranunculus acris</i> L.										1										1	H	Ap	
<i>Rhamnus catharticus</i> L.											1									1	P	Ap	
<i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser														1						1	T	Ap	
<i>Rorippa × armoracioides</i> (Tausch) Fuss						1														1	H	Ap	
<i>Rosa canina</i> L.														1						2	P	Ap	
<i>Rubus caesius</i> L.		1									2									3	P	Ap	
<i>Rubus idaeus</i> L.						1														1	P	Ap	
<i>Rumex acetosa</i> L.									1											2	H	Ap	
<i>Rumex acetosella</i> L.						1														1	G	Ap	
<i>Rumex confertus</i> Willd.							1													1	H	Ep	
<i>Rumex crispus</i> L.		1				1														2	H	Ap	
<i>Rumex thyrsiflorus</i> Fin-gerh.	1					1	1				1			2	2					1	H	Ep?	
<i>Salix caprea</i> L.	1																			1	P	Ap	
<i>Salix</i> sp.	1																			1	P	Ap	
<i>Sambucus nigra</i> L.						1														2	P	Ap?	
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.																				1	H	Ep?	
<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.																				1	H	Ap	
<i>Sedum acre</i> L.	2	2	1	2	1				2				1	2						12	C	Ap	
Senecio vernalis Waldst. et Kit.	2	2	2	3	2	1	1	1			1	2	2	2	2	1				15	T	Ep	
<i>Senecio vulgaris</i> L.	2	2	2	3	2	2	2			1				1						11	T	Ar	
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Be-auv.			1	1	1	1	2													6	T	Ar	
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Gareke					1	2														1	5	H	Ap
<i>Sisymbrium altissimum</i> L.																		1			T	Ep	
<i>Sisymbrium loeselii</i> L.							1													3	H	Ep	
<i>Solanum dulcamara</i> L.																				1	P	Ap	
<i>Solidago canadensis</i> L.	2	2	3							1	2									5	H	Ag	
<i>Solidago gigantea</i> Aiton					2			2	1	1										1	H	Ag	
<i>Sonchus arvensis</i> L.					1					1										4	G	Ap	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1		1		1	1	2													7	T	Ar	
<i>Sorbus aucuparia</i> L. em. Hedl.																				1	P	Ap	
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	1						1	1	2			1	2							1	H	Ap	

3. Analiza i dyskusja wyników

a) Całość flory badanych torowisk

Na 27 badanych, najsilniej skażonych odcinkach torowisk, stwierdzono łącznie 192 taksony roślin naczyniowych (tab. 2). Dominują gatunki rodzime (67% badanej flory), natomiast wśród gatunków obcych – trwale zadomowionych jest 31%, z tego nowsi przybysze (kenofity) stanowią nieco ponad połowę (i jednocześnie 17% całości flory). Warto dodać, że we florze Polski antropofity to około 30% (Tokarska-Guzik i in. 2012).

Na badanych torowiskach przeważają byliny (hemikryptofity, geofity, chamefity). Stanowią one łącznie 57% flory (dla porównania: ich udział we florze Polski wynosi 67%; Pawłowska, 1972). Największe różnice zaznaczają się w udziale terofitów – gatunków typowych dla siedlisk niestabilnych, stale naruszanych. We florze Polski stanowią one 22%, w badanej florze – aż 32%. Wśród terofitów przeważają gatunki obcego pochodzenia.

We florze Polski i badanego terenu podobny jest udział drzew i krzewów, czyli fanerofitów (odpowiednio 11 i 10%). Pojawianie się fanerofitów na torach nie ma jednak wyraźniejszej konsekwencji – jest oczywiste, że drzewa i krzewy stwierdzane były wyłącznie w stadium siewek lub młodych, nieustannie uszkodzanych osobników. Ich występowanie stanowi odzwierciedlenie deszczu diaspor fanerofitów z najbliższego sąsiedztwa – z siedlisk antropogenicznych. Warto jednak podkreślić, że gatunków fanerofitów obcego pochodzenia jest na torowiskach stosunkowo niewiele – wśród 19 odnotowanych drzew i krzewów, do obcych należą: *Acer negundo*, *A. saccharinum*, *Malus domestica* i *Prunus cerasifera*.

Powyższe wyniki są zgodne ze stwierdzoną przez nas wcześniej prawidłowością, że struktura flory zależy od intensywności użytkowania torowisk (Galera 2013a, 2013b). Udział terofitów i obcych gatunków we florze

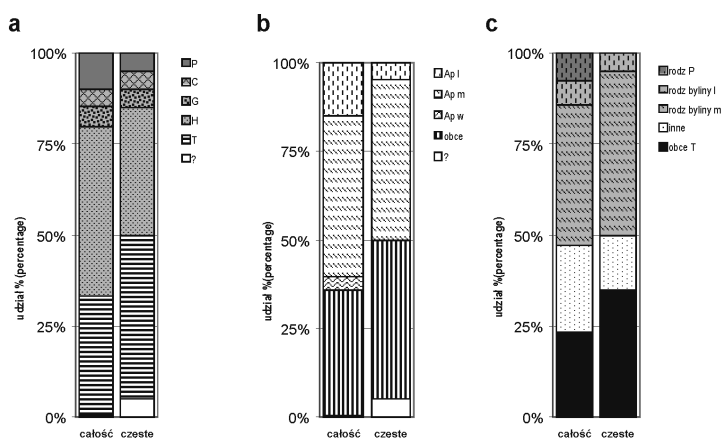
czynnych torowisk (także tych najsilniej skażonych, badanych w ramach niniejszej pracy) jest wyraźnie wyższy w porównaniu z florą torowisk wyłączonych w eksploatacji, zwłaszcza nieużytkowanych od ponad 10 lat (Galera i in. 2011).

Porównanie z innymi typami siedlisk skrajnie zmienionych antropogenicznie (np. z florą torowisk tramwajowych i poziomych zewnętrznych powierzchni budynku Pałacu Kultury i Nauki w Warszawie (por. Sudnik-Wójcikowska, Galera 2005) wykazało, że udział gatunków rocznych jest zbliżony (większy w przypadku torowisk tramwajowych). Udział roślin obcych również jest podobny, choć nieco mniejszy w przypadku terenów kolejowych.

b) Gatunki o najwyższej frekwencji na tle całości flory badanych torowisk

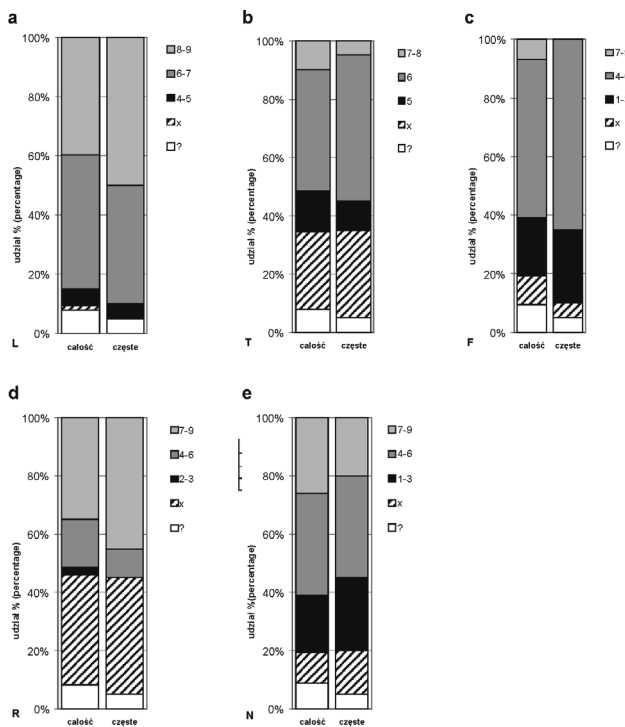
Na szczególną uwagę zasługuje grupa gatunków występujących szczególnie często na siedliskach najsilniej skażonych. Z frekwencją powyżej 50% występowało na badanych powierzchniach 20 taksonów (ich nazwy w tab. 2 wyróżniono pogrubioną czcionką). Z porównania spektrów wybranych parametrów tej grupy gatunków i całości flory badanych torowisk (ryc. 1 i 2) wynikają charakterystyczne różnice. Warto zwrócić uwagę na niektóre z nich.

- 1) Wśród gatunków występujących z największą frekwencją duży udział mają terofity (udział ten sięga 45%, podczas gdy dla całej flory jest on bliski 35%, por. ryc. 1a). Wzrost ten odbywa się kosztem udziału fanerofitów i hemikryptofitów.
- 2) Analiza puli gatunków rodzimych pod względem pochodzenia z różnych typów siedlisk pozwala stwierdzić wyraźną przewagę roślin ze zbiorowisk murawowych (zarówno w całej florze, jak i wśród gatunków najczęstszych, por. ryc. 1b). Wśród gatunków o naj-



Ryc. 1. Spektrum całości flory badanych torowisk i spektrum flory gatunków roślin spotykanych tam najczęściej, z uwzględnieniem: a) form życiowych; b) pochodzenia i c) „wskaźnika stopnia przekształcenia flory”. Objasnienia skrótów – zob. tab. 2

Fig. 1. Spectrum of the total flora of the investigated area (left) and spectrum of the flora of the most common species (right) with regard to: a) life forms; b) origin of species; c) “indicator of flora modification”. Abbreviations – see Tab. 2



Ryc. 2. Spektrum całości flory badanych torowisk i spektrum flory roślin spotykanych najczęściej, z uwzględnieniem: ekologicznych liczb wskaźnikowych Ellenberga: a) liczby wskaźnikowej światła L; b) liczby wskaźnikowej temperatury T; c) liczby wskaźnikowej wilgotności podłoża F; d) liczby wskaźnikowej reakcji (na pH podłoża) R i e) liczby wskaźnikowej azotu N (trofii)

Fig. 2. Spectrum of the total flora of the investigated area (left) and spectrum of the flora of the most common species (right) with regard to ecological indicators values: a) light L; b) temperature T; c) soil moisture F; d) soil acidity R; e) nitrogen N (trophy)

większej frekwencji nie ma roślin związanych z siedliskami wilgotnymi. Mniejszy jest też udział roślin leśnych w porównaniu z całością flory, co na tego typu siedliskach wydaje się oczywiste.

3) Różnice dotyczą także udziału antropofitów: gatunki obce w puli roślin o największej frekwencji mają większy udział (45%) w porównaniu ze spektrum całości flory (33%).

Uzyskane wyniki potwierdzają, że dobrym wskaźnikiem stopnia przekształcenia flory (jej „zsynantropizowania”) jest udział obcych terofitów, czyli antropofitów o krótkim cyklu życiowym (ryc. 1c). Wskazują na to także nasze wcześniejsze obserwacje dotyczące terenów kolejowych (Galera i in. 2011, 2013a).

Analiza spektrum liczby wskaźnikowej światła L wykazała duży udział roślin wybitnie światłolubnych

(L = 8–9). W całej flory udział tych gatunków wynosił 40%, zaś w puli gatunków najczęstszych aż 50% (ryc. 2a). Wśród gatunków najczęstszych całkowicie brak roślin związanych z siedliskami wilgotnymi. Zaznacza się natomiast udział gatunków o umiarkowanych wymaganiach co do wilgotności (F = 4–6) i gatunków sucholubnych (F = 1–3, por. ryc. 2c). Wyraźne różnice dotyczą także tzw. liczby reakcji (zależności od pH podłoża) R (ryc. 2d). Wśród roślin najpospolitszych większy jest udział gatunków siedlisk o zasadowym odczynie podłoża (R = 7–9). Nieco słabiej zaznacza się zróżnicowanie w przypadku liczby wskaźnikowej azotu (żywności N). Wśród gatunków najczęstszych mniejszy jest udział roślin podłoża przenawożonego, a rośnie udział gatunków o szerokiej amplitudzie względem tego czynnika, w pewnym sensie „obojętnych” na żywność podłoża (ryc. 2e). Zaskakujący jest fakt, że w przypadku liczby wskaźnikowej temperatury T różnice są mniej wyraźne i niejednoznaczne (ryc. 2b).

Ekologiczne liczby wskaźnikowe były już wykorzystywane w odniesieniu do flory różnych typów siedlisk w obrębie terenów kolejowych (np. nasypy kolejowe: Kryszak i in. 2006). Autorzy zaobserwowali zbliżone tendencje.

4. Podsumowanie i wnioski

Rośliny osiedlające się na torowiskach kolejowych muszą „zmierzyć się” ze specyficznymi, skrajnie trudnymi warunkami, które charakteryzuje deficyt wody, stałe oddziaływania mechaniczne, stały lub okresowy dopływ substancji toksycznych (herbicydy, substancje ropopochodne, sole metali ciężkich). Warunki te w sposób zasadniczy kształtowały pulę gatunków zdolnych przetrwać na torowiskach. Interesująca jest zatem grupa roślin, które częściej niż inne zasiedlają te skrajnie niegościnne siedliska.

Wstępna analiza, uwzględniająca tylko wyniki badań florystycznych (szczegółowa analiza danych siedliskowych – w toku), pozwoliła scharakteryzować grupę „najbardziej wytrzymałych” synantropów kolejowych. Jest to zbiorowisko gatunków o podwyższonym udziale terofitów, zwłaszcza obcego pochodzenia. Zaledwie połowę z nich stanowią gatunki rodzime, wśród których bardzo wyraźnie dominują rośliny murawowe.

Oceniając wymagania siedliskowe grupy gatunków szczególnie często notowanych na torowiskach, należy podkreślić, że są to rośliny światłolubne, preferujące podłoże raczej o odczynie obojętnym lub zasadowym i niewymagające dużej żywności.

Badania finansowane z grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr 305 052240.

5. Literatura

- Brandes D., 1983:** *Flora und Vegetation der Bahnhöfe Mitteleuropas*. Phytocoenologia, 11: 31-115.
- Brandes D., 1993:** *Eisenbahnanlagen als Untersuchungsgegenstand der Geobotanik*. Tuexenia, 13: 415-444.
- Brandes D., 2005:** *Kormophytendiversität innerstädtischer Eisenbahnanlagen*. Tuexenia, 25: 269-284.
- Brandes D., 2008:** *Bibliographie zur Eisenbahnvegetation (Bibliography on railway vegetation)*. Technische Universität Carolo-Wilhelmina, Universitätsbibliothek, Braunschweig [Accessed 17 October 2013 from: <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00021885>].
- Brandes D., Oppermann F., 1995:** *Straßen, Kanäle und Bahnanlagen als lineare Strukturen in der Landschaft sowie deren Bedeutung für die Vegetation*. Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft, 7: 89-110.
- Chen H., Li S., Zhang Y., 2003:** *Impact of road construction on vegetation alongside Quinghai-Xizang highway and railway*. Chinese Geographical Science, 13 (4): 340-346.
- Ćwikliński E., 1974:** *Flora i zbiorowiska roślinne terenów kolejowych województwa szczecińskiego*. Rozprawy Akademii Rolniczej w Szczecinie, 40: 1-149.
- Cybulski H., 1897:** *Spis roślin rzadkich lub zupełnie dotąd nie obserwowanych w kraju zebranych w okolicach Warszawy w 1986 r.* Wszechświat, 16: 76-77.
- Czaplewska J., 1981:** *Zbiorowiska roślinne terenów kolejowych na odcinku Toruń-Włocławek (Pflanzengesellschaften der Bahngelände auf der Strecke Toruń-Włocławek)*. Studia Societatis Scientiarum Torunensis, 11 (3), Sectio D (Botanica): 97-132.
- Dürer M., 1886:** *Über die Verbreitung von Eragrostis minor durch die Eisenbahn*. Deutsche Botanische Monatsschrift, 4: 190.
- Galera H., Sudnik-Wójcikowska B., Wierzbicka M., Jarzyna I., Wilkomirski B., 2014:** *Structure of the flora of railway areas under various anthropogenic pressure*. Polish Botanical Journal, 59(1). [DOI 10.2478/pbj-2014-0001].
- Galera H., Sudnik-Wójcikowska B., Wierzbicka M., Wilkomirski B., 2011:** *Encroachment of forest species into operating and abandoned railway areas in north-eastern Poland*. Plant Biosystems, 145 (1): 23-36 [DOI 10.1080/11263504.2010.522803].
- Galera H., Sudnik-Wójcikowska B., Wierzbicka M., Wilkomirski B., 2012:** *Directions of changes in the flora structure in the abandoned railway areas*. Ecological Questions, 16: 29-39.
- Galera H., Sudnik-Wójcikowska B., Ziętek D., Wierzbicka M., Wilkomirski B., 2009:** *Biogeochemical correlation between habitat conditions and plant encroachment into abandoned railway lines in north-east Poland*. W: Environmental changes and sustainability of biogeochemical cycling, 19. International Symposium on Environmental Biochemistry, 14-18 September 2009, Hamburg: 36.
- Golicyn S.W., 1947:** *O "zheleznodorozhnykh" rastieniyakh*. Sovetskaya Botanika, Akademia Nauk SSSR, 15 (5): 297-299.
- Hansen M.J., Clevenger A.P., 2005:** *The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors*. Biological Conservation, 125: 249-259.
- Holler A., 1883:** *Die Eisenbahn als Verbreitungsmittel von Pflanzen, beleuchtet an der Flora von Augsburg*. Flora, 68: 197-205.
- Jehlik V., 1986:** *The vegetation of railways in Northern Bohemia (Eastern Part)*. Vegetace ČSSR, A 14. Akademia, Prague, ss. 366.
- Kornas J., 1981:** *Oddziaływanie człowieka na florę: mechanizmy i konsekwencje*. Wiadomości Botaniczne 23(3): 165-182.
- Kornaś J., Leśniowska I., Skrzywanek A., 1959:** *Observations on the flora of railway areas and freight stations in Cracow*. Fragmenta Floristica et Geobotanica, 5 (2): 199-216.
- Kowarik I., Langer A., 1994:** *Vegetation einer Berliner Eisenbahnfläche (Schöneberger Südgelände) im vierten Jahrzehnt der Sukzession*. Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin und Brandenburg, 127: 5-43.
- Kreuzpointner J.B., 1876:** *Notizen zur Flora Münchens*. Flora, 59: 77-80.
- Kryszak A., Kryszak J., Czemko M., Kalbarczyk M., 2006:** *Roślinność nasypów wybranych szlaków kolejowych*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, 545, Rolnictwo 88: 157-164.
- Latowski K., 1977:** *Materiały florystyczne z dworców kolejowych Wielkopolski*. Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, B 30: 163-176.
- Liu H., Chen L.P., Ai Y-W., Yiang X., Yu Y-H., Zuo B., Fu G-Y., 2009:** *Heavy metal contamination in soil alongside mountain railway in Sichuan, China*. Environmental Monitoring and Assessment, 152: 25-33.

- Łapczyński K., 1882:** *O roślinności jawnokwiatowej okolic Warszawy*. Pamiętnik Fizyograficzny, 2 (3): 327-347.
- Maciejczak B., 1988:** *Flora synantropijna Kielc, Skarżyska-Kamiennej i Starachowic*. Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce, ss. 162.
- Malawska M., Wilkomirski B., 1999:** *An analysis of polychlorinated biphenyls (PCBs) content in soil and plant leaves (Taraxacum officinale) in the area of the railway junction Ilawa Główna*. Toxicological and Environmental Chemistry, 70: 509–515.
- Malawska M., Wilkomirski B., 2001:** *An analysis of soil and plant (Taraxacum officinale) contamination with heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the area of the railway junction Ilawa Główna, Poland*. Water, Air and Soil Pollution, 127: 339–349.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M., 2002:** *Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. Krytyczna lista roślin kwiatowych i paprotników Polski*. W: Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Mühlenbach V., 1979:** *Contributions to the synanthropic (adventive) flora of the railroads in St. Louis, Missouri, U.S.A.* Annals of the Missouri Botanical Garden, 66 (1): 1-108.
- Mühlenbach V., 1983:** *Supplement to the contributions to the synanthropic (adventive) flora of the railroads in St. Louis, Missouri, U.S.A.* Annals of the Missouri Botanical Garden, 70 (1): 170-178.
- Pawłowska S., 1972:** *Charakterystyka statystyczna i elementy flory polskiej*. W: Szafer W., Zarzycki K. Szata roślinna Polski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, s. 128-208.
- Raunkiaer C., 1934:** *The life-forms of plants and statistical plant geography*. University Press, Oxford.
- Rothmaler W., Jäger E.J., Werner K. (Eds.), 2005:** *Exkursionsflora von Deutschland*. Band 4. Gefäßpflanzen: Kritischer Band. Spektrum Akademischer Verlag, Elsevier, München.
- Sendek A., 1973:** *Flora synantropijna terenów kolejowych węzła kluczbersko-oleskiego*. Rocznik Muzeum Górnośląskiego w Bytomiu, Przyroda 6: 3-174.
- Sudnik-Wójcikowska B., Galera H., 2005:** *Floristic differences in some anthropogenic habitats in Warsaw*. Annales Botanici Fennici, 42: 185-193.
- Suominen J., 1969:** *The plant cover of Finnish railway embankments and the ecology of their species*. Annales Botanici Fennici, 6 (3): 183-235.
- Tikka P. M., Högmänder H., Koski P.S., 2001:** *Road and railway verges serve as dispersal corridors for grassland plants*. Landscape Ecology, 16: 659-666.
- Tokarska-Guzik B., 2005:** *The establishment and spread of alien plant species (kenophytes) in the flora of Poland*. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zając M., Urbisz A., Danielewicz W., 2011:** *Identyfikacja i kategoryzacja roślin obcego pochodzenia jako podstawa działań praktycznych*. W: Kącki Z., Stefańska-Krzaczek E. (red.): Synantropizacja w dobie zmian różnorodności biologicznej, Acta Botanica Silesiaca 6: 23-53.
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zając A., Zając M., Urbisz A., Danielewicz W., Holdyński C., 2012:** *Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych*. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Urbisz A., 2011:** *Occurrence of temporarily-introduced alien plant species (ephemerophytes) in Poland – scale and assessment of the phenomenon*. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, ss. 200.
- Wilkomirski B., Galera H., Sudnik-Wójcikowska B., Staszewski T., Malawska M., 2012:** *Railway Tracks – Habitat Conditions, Contamination, Floristic Settlement – a Review*. Environment and Natural Resources Research, 2 (1): 86-95.
- Wilkomirski B., Sudnik-Wójcikowska B., Galera H., Wierzbicka M., Malawska M., 2011:** *Railway transportation as a serious source of organic and inorganic pollution*. Water, Air and Soil Pollution, 218: 333-345. DOI 10.1007/s11270-010-0645-0.
- Wrzesień M., Świąc F., 2006:** *Flora i zbiorowiska roślin naczyniowych terenów kolejowych zachodniej części Wyżyny Lubelskiej*. Wydawnictwo Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- Zając A., 1979:** *Pochodzenie archeofitów występujących w Polsce*. Rozprawy Habilitacyjne UJ 29: 5-219.
- Zając A., Zając M. (red.), 2001:** *Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce (ATPOL)*. Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Zając A., Zając M., Tokarska-Guzik B., 1998:** *Kenophytes in the flora of Poland: list, status and origin*. Phytocoenosis 10, Supplementum Cartographiae Geobotanicae 9: 107-116.
- Zając E.U., Zając A., 1969:** *Flora synantropijna linii kolejowej Czechowice-Zebrzydowice*. Fragmenta Floristica et Geobotanica 15 (3): 271-282.
- Zając M., Zając A., 2009a:** *Elementy geograficzne rodzimej flory Polski*. Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.

Zajac M., Zajac A., Tokarska-Guzik B., 2009b:
Extinct and endangered archaeophytes and the dynamics of their diversity in Poland. Biodiversity Research and Conservation, 13: 17-24.

SPECIFICITY OF THE MOST COMMON
SPECIES IN THE FLORA OF EXTREMELY
CONTAMINATED SECTIONS OF THE RAILWAY
TRACKS IN NORTH-EASTERN POLAND
(WARMIAN-MASURIAN AND PODLASIE
PROVINCES)

Summary

In the present study the flora of the most contaminated habitats located between the rails (rail gauge) on stations in north-eastern Poland (Warmian-Masurian Province: Olsztyn Główny, Elk, Nidzica; Podlasie Province: Białystok, Sokółka, Hajnówka and Kuźnica Białostocka) was analysed. A floristic list was established for 27 sites covering an area of 20 m². The group of 20 most frequent species (frequency >50%) was analysed in greater detail. Compared with the total flora investigated, the above group of species was characterized by a larger proportion of therophytes (especially of alien origin) and species with higher light requirements and associated with habitats with pH near neutral.