

Rozwój skupień inwazyjnego słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* sensu lato) i ich wpływ na roślinność siedlisk antropogenicznych

The development of invasive Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* sensu lato) stands and their impact on the vegetation of anthropogenic habitats

LUDWIK ŻOŁNIERZ, IZABELA KŁOCEK, DANIEL PRUCHNIEWICZ

L. Żołnierz, I. Kłócek, D. Pruchniewicz, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Botaniki i Ekologii Roślin, Pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław; e-mail: ludwik.zolnierz@up.wroc.pl

ABSTRACT: Along a 4.8 km long stretch of the ecological corridor of the Ślęza river, 175 patches dominated by *Helianthus tuberosus* s.l. were found. Among them, about two-thirds are not bigger than 4 m², but many of the other patches cover areas of several hundred square meters to about 1300 m². The effect of the *H. tuberosus* stands on the vegetation of anthropogenic habitats was studied at two sites: one post-agricultural and one post-industrial. At both sites, a system of transects with study plots was laid out. The transects began outside of the *H. tuberosus* stands (stage A) and penetrated their inside comprising three distinguished stages (B to D) of increasingly higher and denser thickets of sunflower. No significant differences between habitats were found. At both sites, there was a strong decrease in the number and biomass of co-occurring species only in the older stages (C and D) of thicket development, but not at the edges (B), where short *H. tuberosus* individuals strongly compete with other species.

KEY WORDS: *Helianthus tuberosus*, invasion, vegetation, anthropogenic habitats, river corridor

Wstęp

Słonecznik bulwiasty (topinambur) *Helianthus tuberosus* należy do dużej grupy północnoamerykańskich kenofitów zdomowionych w Europie. Gatunek

ŻOŁNIERZ L., KŁOCEK I., PRUCHNIEWICZ D. 2011. Rozwój skupień inwazyjnego słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* sensu lato) i ich wpływ na roślinność siedlisk antropogenicznych. W: KĄCKI Z., STEFAŃSKA-KRZĄCZEK E. (red.), Synantropizacja w dobie zmian różnorodności biologicznej. – *Acta Botanica Silesiaca* 6: 213–227.

został sprowadzony do Francji w pierwszych latach XVII w., a jego ekspansja przybrała na sile w drugiej połowie XX w. (Balogh 2008). Obecnie należy do kenofitów najbardziej rozpowszechnionych na naszym kontynencie (Lambdon i in. 2008). Głównymi szlakami migracji słonecznika bulwiastego są korytarze ekologiczne dolin rzecznych (m.in. Balogh 2008; Bzdęga i in. 2009). Gatunek wnika zarówno do zbiorowisk roślinnych naturalnych siedlisk łęgowych, jak i rozprzestrzenia się na siedliskach antropogenicznych – ruderalnych oraz, rzadziej, segetalnych (Walter i in. 2005; Balogh 2008; Bzdęga i in. 2009).

Oddziaływanie słonecznika bulwiastego na ekosystemy objęte jego inwazją ma charakter zbliżony do wpływu gatunków z rodzaju *Reynoutria*. Ekspansywny słonecznik zaburza przebieg sukcesji, tworzy gęste skupienia wypierając inne gatunki (Walter i in. 2005), stwarza zagrożenia dla różnorodności biologicznej, m.in. obszarów chronionych oraz krajobrazu (Tokarska-Guzik 2005). Może również powodować erozję brzegów rzek (Kowarik 2002). W badaniach Hejdy i in. (2009), którzy porównywali siłę wpływu 13 gatunków inwazyjnych na czeskie zbiorowiska roślinne słonecznik bulwiasty zajął siódmą pozycję pod względem oddziaływania na bogactwo gatunkowe za gatunkami z rodzaju *Reynoutria*, *Heracleum mantegazzianum*, *Rumex alpinus* i *Aster novi-belgii*.

Celami badań było: 1) określenie skali inwazji *Helianthus tuberosus* na terenie wybranego odcinka korytarza ekologicznego rzeki Ślęzy w południowej części Wrocławia oraz 2) poznanie wpływu rozwijających się skupień tego gatunku na roślinność dwóch wybranych siedlisk antropogenicznych o różnej genezie.

1. Materiał i metody

1.1. Teren badań

Badania prowadzono w korytarzu ekologicznym Ślęzy w południowej części Wrocławia od granicy miasta (51° 04,10' N; 16° 59,50' E) do Lasku Oporowskiego (51° 02,30' N; 16° 58,00' E) w pasie o długości 4,8 km i zmiennej szerokości dochodzącej do 280 m od koryta rzeki. Szerokość tę po obu stronach rzeki określała przestrzeń pozbawiona istotnych barier krajobrazowych (zadrzewienia, zabudowania itp.). Całkowita powierzchnia terenu badań wynosi 1,2 km². Teren ten jest niemal zupełnie pozbawiony płatów zbiorowisk nawiązujących do roślinności potencjalnej. We wcześniejszych latach w większej części użytkowany był rolniczo, zaś obecnie zdominowany jest przez zbiorowiska ruderalne, które rozwinęły się na powierzchniach odłogowanych w okresie od kilku do ok. trzydziestu lat. Ruderalizacji części siedlisk sprzyjały prowadzone w latach osiemdziesiątych rozległe prace ziemne związane z budową magistrali ściekowej.

1.2. Badania terenowe

Pierwszy etap badań terenowych wykonano we wrześniu 2010 r. Przeprowadzono wówczas inwentaryzację i skartowano odnalezione skupienia słonecznika bulwiastego.

Do szczegółowych badań wybrano dwa obiekty z rozległymi skupieniami słonecznika bulwiastego położone na lewym brzegu Ślęzy w sąsiedztwie osiedla Klecina. Pierwszy obiekt znajduje się na terenach porolnych 470 m poniżej Mostu Klecińskiego (51° 04,10' N; 16° 59,10' E), drugi 160 m powyżej mostu na terenach przemysłowych po nieistniejącej od roku 1997 cukrowni „Klecina” (51° 03,80' N; 16° 59,20' E). Siedlisko przemysłowe nieco ponad dziesięć lat temu zostało silnie zaburzone w wyniku mechanicznego wyrównywania terenu. Na obu obiektach, tj. na terenie porolnym i przemysłowym do badań wybrano największe skupienia słonecznika bulwiastego. Wyznaczono systemy transektów zaczynających się bezpośrednio poza konturem skupień (stadium A – bez osobników *H. tuberosus*) i wnikających do ich wnętrza poprzez wyróżnione trzy stadia (B, C i D) odznaczające się rosnącym zagęszczeniem i wysokością słonecznika. W stadium B pojawiają się stosunkowo nieliczne jeszcze, rozproszone i niskie osobniki słonecznika silnie konkurujące z towarzyszącymi im gatunkami. W stadium C słonecznik już silnie dominuje i wyraźnie przewyższa współwystępujące z nim gatunki. Stadium D obejmuje części skupień odznaczające się najsilniejszą dominacją słonecznika. Jego osobniki rosną w pełnym zwarcu i osiągają wysokość przekraczającą dwa metry. Nieliczne gatunki towarzyszące tworzą tam znacznie mniejszą biomasę w porównaniu z wcześniejszymi stadiami. Wzdłuż transektów w wyróżnionych stadiach wyznaczono powierzchnie badawcze o wymiarach 1x1 m. Na każdej z nich wykonano zdjęcie fitosocjologiczne. W centralnej części każdej powierzchni badawczej wyznaczono kwadrat o boku 0,4 m. Pobrano z niego biomasę nadziemną gatunków towarzyszących, policzono osobniki słonecznika w celu określenia ich zagęszczenia i zmierzono wśród nich osobnika odpowiadającego medianie wysokości. Wyznaczono 12 transektów na siedlisku porolnym i 9 na przemysłowym. Niektóre transekty nie obejmowały pełnego zakresu stadiów rozwoju skupień. W części słabiej rozwiniętych i zróżnicowanych skupień nie występowało stadium D. Stadium to wystąpiło w czterech transektach na siedlisku porolnym i w siedmiu na przemysłowym.

Celem drugiego etapu badań, realizowanego w 2011 r., było porównanie dynamiki wzrostu słonecznika w kolejnych stadiach rozwojowych jego skupień w ciągu sezonu wegetacyjnego. Badania przeprowadzono w wyznaczonych stadiach B–D rozległego skupienia słonecznika bulwiastego na siedlisku porolnym (51° 04,16' N; 16° 59,14' E).

W poszczególnych stadiach wyznaczano transekty, wzdłuż których w regularnych odstępach 1,2 m umieszczano kwadraty 33x33 cm ($n=30$), na których mierzono osobnika odpowiadającego medianie wysokości. Pomiary przeprowadzono 5 i 20 maja, a później do września 25 dnia każdego miesiąca. W sierpniu i wrześniu w stadiach C i D ograniczono liczbę powtórzeń do 20 z powodu wylegnięcia słoneczników na części ich powierzchni.

Próby biomasy suszono do uzyskania stałej masy w suszarce z wymuszonym obiegiem powietrza w temperaturze 80°C.

1.3. Analiza danych

Przynależność gatunków do klas roślinności określano wg Matuszkiewicza (2008), a ich typy strategii ekologicznych wg Grime'a zaczerpnięto z bazy BIOFLOR (Klotz i in. 2002). Wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera obliczano z użyciem pakietu MVSP (Kovach Computing Services 2004) wg formuły: $H' = -\sum (p_i \ln p_i)$, gdzie p_i jest miarą udziału gatunku i wyrażoną jego pokryciem.

Analizy statystyczne prowadzono z zastosowaniem pakietu Statistica v. 9.1. (StatSoft Inc. 2010). Normalność rozkładu zmiennych badano testem W Shapiro-Wilka, a jednorodność wariancji testem Levene'a. Zastosowano metody nieparametryczne: analizę wariancji Kruskala-Wallisa i test korelacji rang Spearmana.

2. Wyniki

W toku przeprowadzonej inwentaryzacji odnaleziono i skartowano rozmieszczenie 175 skupień słonecznika, z których ok. 2/3 nie przekracza powierzchni 4 m². Najrozleglejsze skupienia mają charakter wysokich i gęstych zarośli o powierzchniach od kilkuset do ok. 1300 m². Ich największa koncentracja występuje na lewym brzegu Ślezy w rejonie osiedla Klecina na siedliskach porolnych i poprzemysłowych wybranych do badań szczegółowych.

Roślinność obu tych obiektów ma zbliżony charakter – są to zbiorowiska siedlisk ruderalnych o strukturze przynależności syntaksonomicznej gatunków zestawionej w tab. 1. W obu wypadkach stwierdzono tę samą sekwencję i bardzo zbliżone wielkości udziałów najliczniej reprezentowanych klas roślinności, z dominacją *Artemisietea vulgaris*. W roślinności obu obiektów poza słonecznikiem, tak pod względem częstości występowania, jak i pokrycia dominuje *Elymus repens*. Do gatunków o najwyższych częstościach występowania na siedlisku porolnym należą ponadto: *Cirsium arvense*, *Equisetum arvense*, *Artemisia vulgaris* i *Convolvulus arvensis*; zaś na poprzemysłowym: *Eriogon annuus*, *Potentilla reptans*, *Medicago sativa* i *Tanacetum vulgare*.

Tabela 1. Udział gatunków reprezentujących klasy roślinności stwierdzone na badanych siedliskach

Table 1. The percentage of species belonging to vegetation classes found in the studied habitats

	Porolne/ Post-agricultural habitat	Poprzemysłowe/ Post-industrial habitat
Liczba powierzchni badawczych/ Number of plots	40	34
Łączna liczba gatunków w zdjęciach/ Total species number	48	41
Udziały gatunków należących do klas (%)/ Participation of species from various classes		
<i>Artemisietea vulgaris</i>	47	46
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	28	26
<i>Stellarietea mediae</i>	11	8
<i>Agropyretea intermedio-repentis</i>	7	5
<i>Epilobietea angustifolii</i>	-	5
Inne/ Others	9	10

Wyniki analizy udziałów gatunków reprezentujących strategie ekologiczne wyróżnione przez Grime'a (1974, 1977) zawarto w tab. 2. Na obu obiektach największy udział ma strategia konkurencyjności, a mniejszy warianty pośrednie z dominacją konkurencyjności. W stadiach C i D zanikają warianty CS i R. W żadnym ze stadiów nie stwierdzono znaczącego udziału gatunków o strategii odporności na zaburzenia (R), w ogóle nie wystąpiły gatunki reprezentujące strategię tolerancji stresu (S).

Tabela 2. Udział gatunków reprezentujących poszczególne typy strategii ekologicznych wg Grime'a w roślinności kolejnych stadiów wyróżnionych na badanych siedliskach

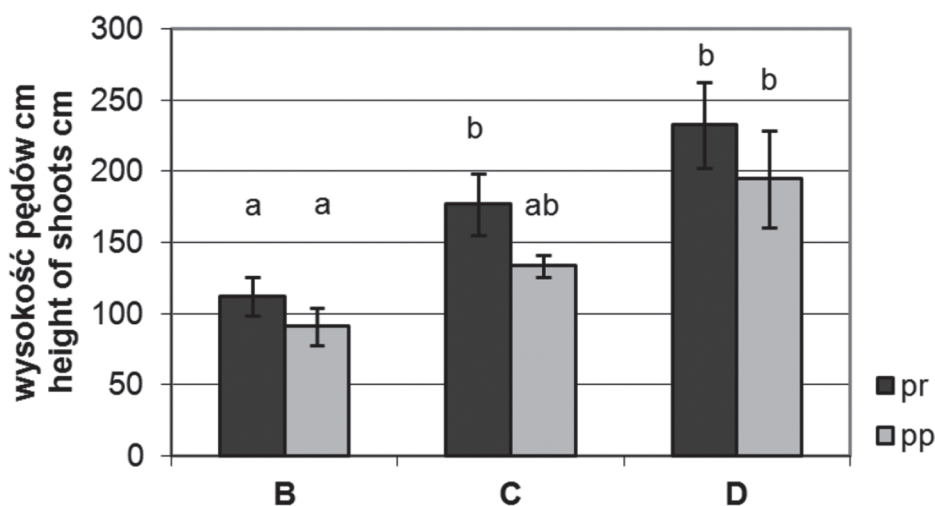
Table 2. The percentage of species representing various Grime's strategy types in the vegetation of consecutive stages (A–D) on the studied habitats

Stadia/ Stages	Siedliska/ Habitats	Typy strategii/ Types of strategies				
		C	CSR	CS	CR	R
A	pr	58	12	6	18	6
	pp	49	29	4	11	7
B	pr	52	12	6	24	6
	pp	49	32	3	10	6
C	pr	61	4	-	26	9
	pp	55	27	-	18	-
D	pr	86	-	-	14	-
	pp	58	25	-	17	-

Objaśnienia: pr – siedlisko porolne, pp – siedlisko przemysłowe

Explanations: pr – post-agricultural habitat, pp – post-industrial habitat

Średnie wysokości osobników odpowiadających medianie tego parametru dla powierzchni badawczych zawierają się w przedziale od ok. 1 m w najmłodszym stadium B, po ok. 2 m stadium D (ryc. 1). Najwyższe osobniki zmierzone w tych najsilniej rozwiniętych i zapewne najstarszych częściach skupień na siedlisku przemysłowym osiągały bez mała 3 m. Zagęszczające się i coraz wyższe skupienia słonecznika powodują spadek liczby gatunków towarzyszących i obniżenie wartości współczynnika różnorodności Shannona-Wienera (ryc. 2). Wpływ ten zaznacza się jednak dopiero wewnątrz skupień, a szczególnie silny jest w stadium D. Nie wystąpiły istotne różnice pomiędzy badanymi siedliskami – na obu w odpowiadających sobie stadiach stwierdzono niemal identyczne wartości badanych parametrów.



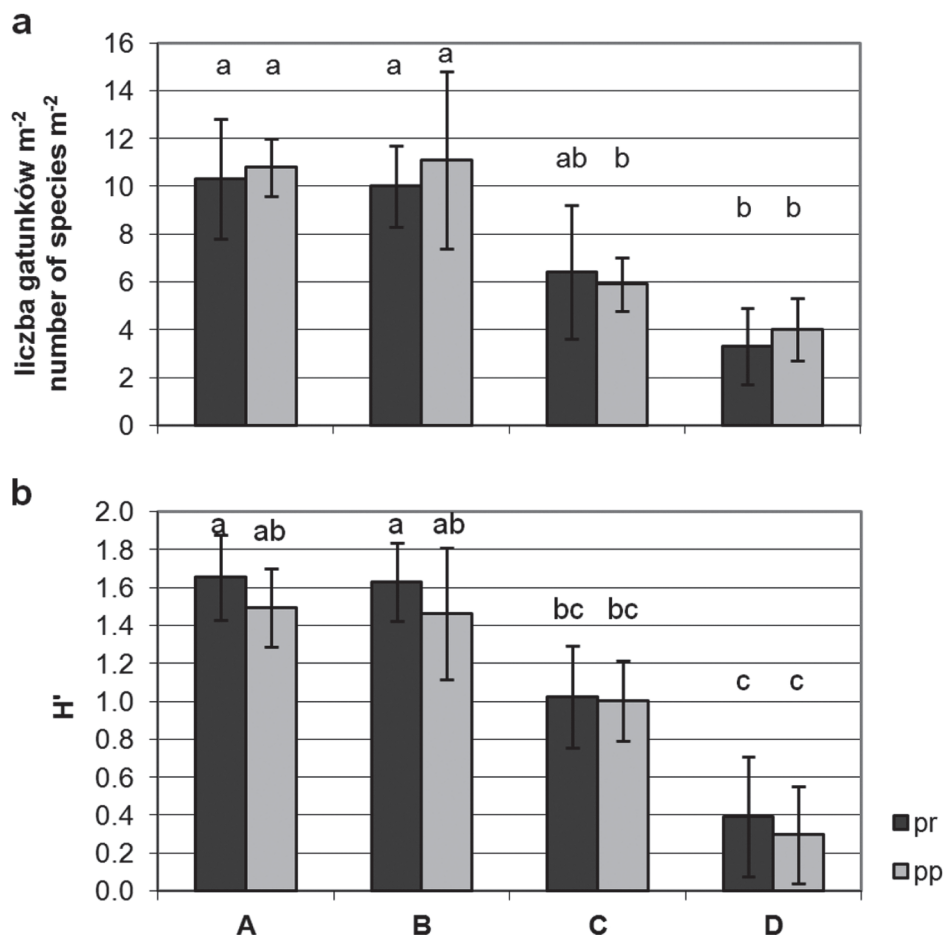
Ryc. 1. Wysokość osobników *Helianthus tuberosus* w kolejnych stadiach rozwoju jego skupień (B–D) na badanych siedliskach

Objaśnienia: pr – siedlisko porolne, pp – siedlisko przemysłowe. Zaznaczono średnie i zakresy SD. Słupki oznaczone tą samą literą wskazują na brak różnic przy $p < 0,05$ po analizie wariancji Kruskala-Wallisa.

Fig. 1. The height of *Helianthus tuberosus* shoots in the following stages (B–D) of the development of its stands in the studied habitats

Explanations: pr – post-agricultural site; pp – post-industrial site. Means $\pm$ SD are shown. Bars sharing the same letter do not differ at $p < 0.05$ after the Kruskal-Wallis analysis of variance by ranks.

Na rycinach 3–4 przedstawiono wpływ zagęszczenia i wysokości osobników słonecznika na liczbę i biomę gatunków z nim współwystępujących. Połączono tu wyniki uzyskane w stadiach B–D na obu obiektach. W porównaniu z zagęszczeniem osobników słonecznika silniejszy ujemny wpływ zarówno na liczbę, jak i łączną biomasę gatunków – konkurentów wywiera jego wysokość.

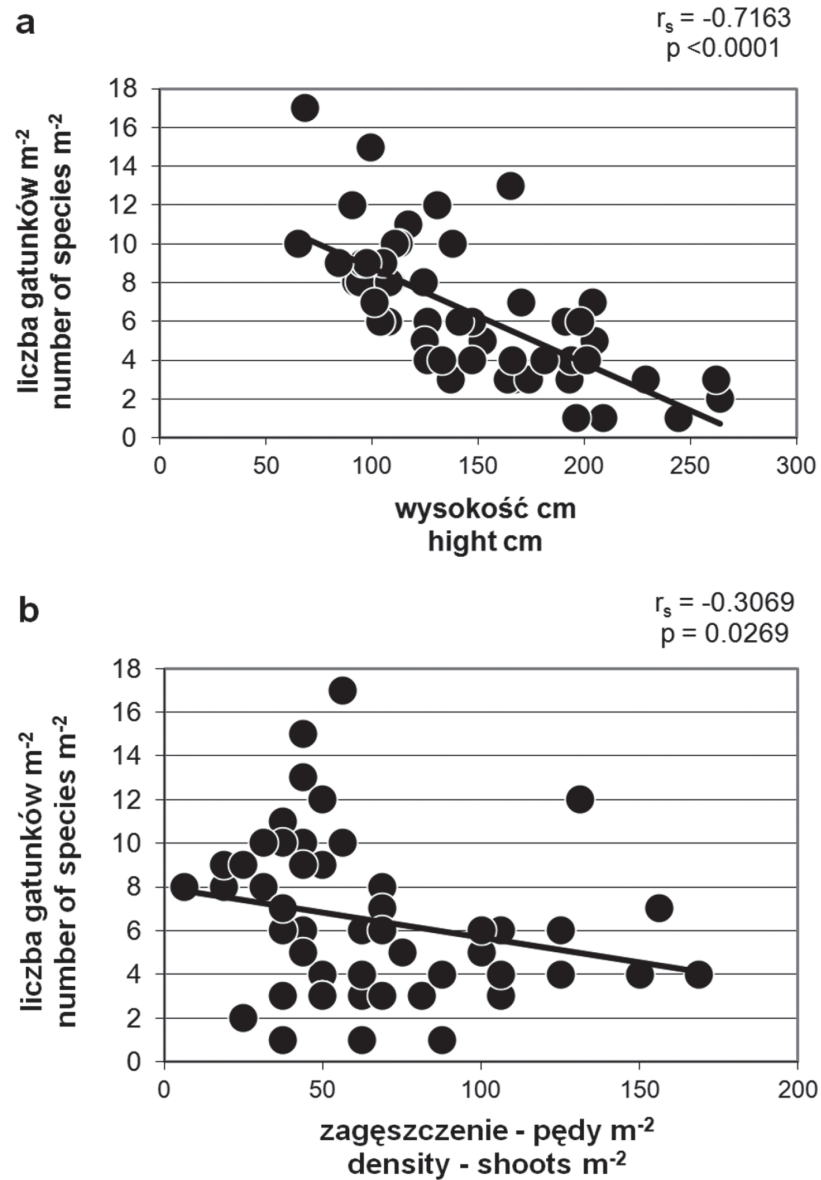


Ryc. 2. Liczba gatunków towarzyszących (a) i wartości współczynnika różnorodności Shannona-Wienera H' (b) dla powierzchni badawczych (1m^2) w badanych stadiach rozwoju skupień *Helianthus tuberosus*

Objaśnienia: pr – siedlisko porolne; pp – siedlisko przemysłowe. Zaznaczono średnie i zakresy SD. Słupki oznaczone tą samą literą wskazują na brak różnic przy $p < 0,05$ po analizie wariancji Kruskala-Wallis.

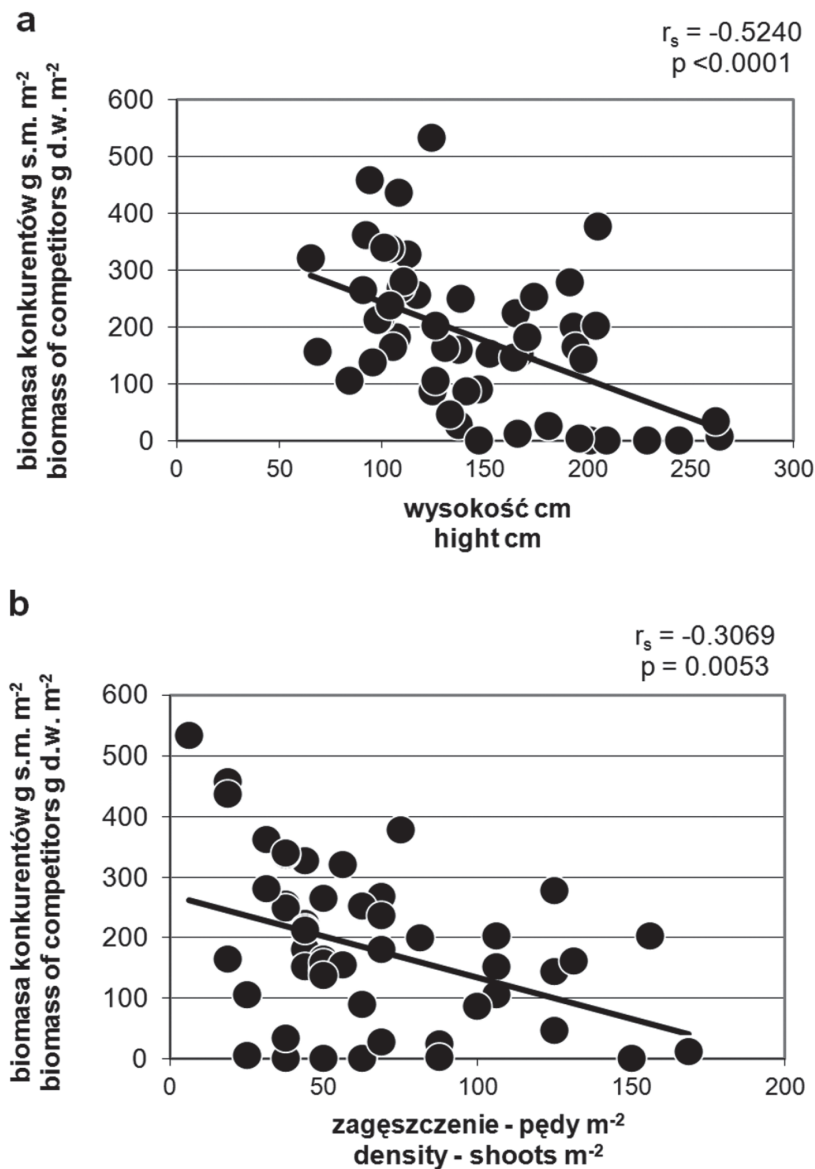
Fig. 2. The number of co-occurring species (a) and values of Shannon-Wiener H' diversity index (b) for vegetation of the study plots (1m^2) in the following stages (B–D) of the development of *Helianthus tuberosus* stands in the examined habitats

Explanations: pr – post-agricultural site; pp – post-industrial site. Means $\pm$ SD are shown. Bars sharing the same letter do not differ at $p < 0.05$ after the Kruskal–Wallis analysis of variance by ranks.



Ryc. 3. Wpływ wysokości pędów *Helianthus tuberosus* (a) i ich zagęszczenia (b) na liczbę gatunków współwystępujących na powierzchniach badawczych.
Objaśnienia: r_s – współczynnik korelacji Spearmana, połączono dane ze stadiów B–D obu siedlisk.

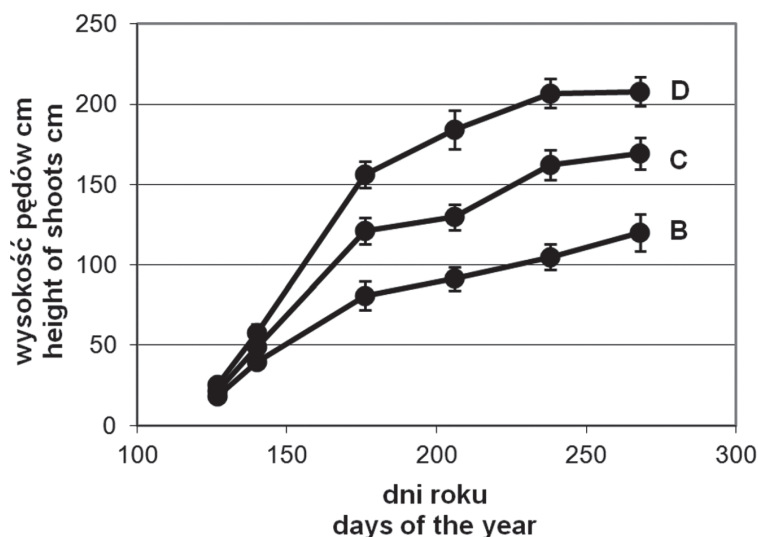
Fig. 3. The effect of *Helianthus tuberosus* shoot height (a) and density (b) on the number of species co-occurring on the study plots
Explanations: r_s – Spearman correlation coefficient, data obtained on both sites in stages B–D were all merged.



Ryc. 4. Wpływ wysokości pędów *Helianthus tuberosus* (a) i ich zagęszczenia (b) na biomasę gatunków współwystępujących na powierzchniach badawczych
Objaśnienia: r_s – współczynnik korelacji Spearmana, połączono dane ze stadiów B–D obu siedlisk.

Fig. 4. The effect of *Helianthus tuberosus* shoot height (a) and density (b) on the dry weight of species co-occurring on the study plots
Explanations: r_s – Spearman correlation coefficient, data obtained on both sites in stages B–D were all merged.

W drugim etapie badań analizowano dynamikę wzrostu i rozwoju słonecznika bulwiastego w obrębie wyróżnionych stadiów jego skupienia na terenie siedliska porolnego. Nowe pędy we wszystkich stadiach pojawiły się w ostatnim tygodniu kwietnia. Tempo wzrostu słonecznika (ryc. 5) jest najwyższe w czerwcu, potem ulega osłabieniu i wreszcie wyhamowaniu w sierpniu, kiedy osobniki stadiów D i C przechodzą do fazy generatywnej. Różnice w tempie wzrostu pomiędzy osobnikami kolejnych stadiów rozwojowych skupienia utrzymują się przez cały jego okres. W ostatniej dekadzie września widoczne są wyraźne różnice w zaawansowaniu rozwoju osobników: w fazie kwitnienia znajduje się wówczas 80% osobników stadium D i 59% C, a tylko 21% B. W tym ostatnim 60% osobników nie ma wtedy jeszcze zawiązanych pąków kwiatostanowych, co w wypadku stadiów C i D dotyczy odpowiednio 30 i 5% osobników.



Ryc. 5. Zmiany wysokości pędów *Helianthus tuberosus* w stadiach B–D na siedlisku porolnym

Objaśnienia: Pomiary prowadzono 5 i 20 maja 2011r. (127 i 140 dzień roku) i następnie do września 25 dnia każdego miesiąca (176–268 dzień roku).

Fig. 5. The changes of height of shoots of *Helianthus tuberosus* in stages B–D on the post-agricultural site

Explanations: Measurements were carried out on the 5th and 20th of May 2011 (the 127th and 140th day of the year) and then on the 25th day of each month until September (the 176th to 268th day of the year).

3. Dyskusja

Amerykańskie gatunki z rodzaju *Helianthus* są szeroko rozpowszechnione w Europie, a dotyczy to również gatunków wieloletnich. Řehořek (1997) podaje, że na obszarze kontynentu występuje 10 wieloletnich gatunków słonecznika, w tym dwa mieszańce. Kilka z tych gatunków w krajach środkowej części Europy wykazuje zdolność do „ucieczki” z upraw i przenikania do miejscowych flor (m.in.: Pyšek i in. 2002; Balogh 2008). Bzdęga i in. (2009) jako gatunki trwale zadomowione we florze Polski wymieniają: *Helianthus tuberosus*, *H. decapetalus* L., *H. xlaetiflorus* Pers. (*H. pauciflorus* x *H. tuberosus*).

Duża naturalna zmienność amerykańskich gatunków z rodzaju *Helianthus* pogłębiona przez prace hodowlane jest powodem trudności w ich identyfikacji (Balogh 2008; Bzdęga i in. 2009). Balogh (ibid.) na podstawie źródeł literaturowych i własnych badań przedstawił szczegółową analizę różnic morfologicznych pomiędzy trwałymi gatunkami słoneczników „uciekającymi” z upraw na Węgrzech. Do taksonów tych zaliczył: *Helianthus tuberosus* sensu lato (dziko rosnące formy słonecznika bulwiastego oraz *H. decapetalus*), *Helianthus tuberosus* sensu stricto (odmiany uprawne), *H. xlaetiflorus* i *H. pauciflorus*. Rośliny badane w niniejszej pracy odznaczają się cechami opisującymi *Helianthus tuberosus* s.l. wg Balogha (ibid.). Do głównych cech odróżniających ten takson od pozostałych należą: wąskie, wrzecionowatego kształtu bulwy (u *H. tuberosus* sensu stricto znacznie większe, przeważnie kulistawe, u *H. xlaetiflorus* i *H. pauciflorus* występują rozdęcia końcowych odcinków rozłogów, brak bulwy); liście szorstkie po górnej stronie, przylegająco owłosione po dolnej (obustronnie szorstkie u *H. xlaetiflorus* i *H. pauciflorus*); listki okrywy koszyczka tej samej długości, lancetowate, czarniawe bądź ciemnozielone, zewnętrzne odstające (u *H. xlaetiflorus* i *H. pauciflorus* różnej długości, jajowate lub eliptyczne, zewnętrzne przylegające). Zmienność kształtów bulw u *H. tuberosus* występuje również w jego naturalnym zasięgu w Kanadzie – od kulistych u roślin w uprawie, przez wrzecionowate u słoneczników zachwaszczających pola soi do podługowatych u występujących w nadrzecznych zbiorowiskach roślinnych (Swanton i in. 1992).

Podkreśla się, że wśród słoneczników „uciekających” z upraw tylko *Helianthus tuberosus* jest zdolny do silnej ekspansji i tym samym inwazyjności (Řehořek 1997; Pyšek i in. 2002; Fehér 2007; Balogh 2008; Filep i in. 2010). Gatunek ten rozprzestrzenia się przede wszystkim wzdłuż biegu rzek preferując siedliska zaburzone pod wpływem działań człowieka, a także łągowe i inne okresowo zalewane (Protopopova, Shevera 1998; Pyšek i in. 2002; Walter i in. 2005; Balogh 2008; Bzdęga i in. 2009; Hulina 2010). Badane w tej pracy siedliska odznaczają się wysokim odczynem (pH 7,5–7,9), stosunkowo niskimi zawartościami azotu ogólnego (0,08–0,14%) i przeciętnymi koncentracjami pozostałych

makroelementów (L. Żołnierz, D. Pruchniewicz, mat. npbl.). Według Balogha (2008) *Helianthus tuberosus* preferuje gleby słabo zasadowe i nie ma wysokich wymagań co do zasobności w azot, mimo że przeważnie występuje na żyznych siedliskach.

W procesie opanowywania nowych terenów biorą udział zarówno diaspory generatywne, jak i wegetatywne. Niełupki słonecznika pozbawione są aparatu lotnego, dlatego ograniczone znaczenie w ich rozsiewaniu ma anemochoria, a większy udział przypada zwierzętom, a zwłaszcza ptakom. Duże znaczenie przypisuje się znaczeniu wody jako wektora rozprzestrzeniania owoców i propagul wegetatywnych (Tokarska-Guzik 2005; Balogh 2008; Bzdęga i in. 2009). Na terenie badanym w niniejszej pracy od roku 1977 nie było wylewów Ślęzy, dlatego należy sądzić, że liczba 175 odnalezionych skupień słonecznika jest wynikiem działania zwierząt jako wektorów rozprzestrzeniania tego gatunku.

Zbiorowiska ruderalne są łatwo dostępne dla nowych ekspansywnych gatunków, w tym inwazyjnych neofitów (Matuszkiewicz 2008). Na badanym terenie oprócz słonecznika bulwiastego bujnie rosną nawłocie *Solidago canadensis* i *S. gigantea*, kilkanaście skupień ma *Reynoutria japonica*, a w ostatnich latach obserwuje się pierwsze pojawy *Heracleum sosnowskyi* i *Echinocystis lobata*. Na siedlisku przemysłowym stosunkowo częste są drzewiaste gatunki inwazyjne – *Robinia pseudoacacia* i *Acer negundo*. Zbiorowiska porastające obydwa badane w niniejszej pracy siedliska wykazują niemal identyczny udział gatunków dwóch najliczniej reprezentowanych klas: *Artemisietea vulgaris* i *Molinio-Arrhenatheretea* i zbliżony pozostałych. Można przyjąć, że zawierają się granicach zmienności określonej przez główne gradienty stwierdzone w fitocenozach z *Helianthus tuberosus* analizowanych przez Kompałę-Bombę i Błońską (2008) t.j. pomiędzy odłogowanymi łąkami a zbiorowiskami ruderalnych nitrofitów.

W roślinności, do której wnika słonecznik dominują gatunki reprezentujące strategię ekologiczną konkurencyjności. Dominacja ta w wypadku siedliska porolnego pogłębia się w stadium D, a gatunkiem występującym w nim z najwyższą częstością jest *Elymus repens*.

Rozwijające się zarośla słonecznika bulwiastego prowadzą do silnej redukcji liczby i biomasy gatunków towarzyszących. Dzieje się tak jednak dopiero w tych ich częściach, gdzie słonecznik osiąga dużą wysokość i rośnie w silnym zwarcu przerastając i skutecznie zacieniając współwystępujące z nim gatunki. Duże skupienia topinamburu zazwyczaj otoczone są dochodzącą niekiedy do kilku metrów szerokości strefą, w której nieciągłe forpoczty niskich i luźno rosnących osobników silnie konkurują z innymi gatunkami (stadium B w tej pracy). Wśród tych ostatnich takie jak *Solidago canadensis*, *S. gigantea* i *Tanacetum vulgare* często okazują się skutecznymi konkurentami i długo utrzymują się w niższych partiach zarośli słonecznika. W najwyższych częściach

zarośli (stadium D) na niektórych powierzchniach stwierdzano zupełną lub niemal zupełną eliminację konkurentów, co zgodne jest z obserwacjami innych autorów (Balogh 2008; Kompała-Bomba, Błońska 2008). O sukcesie słonecznika bulwiastego jako konkurenta decyduje szybki, falangowy sposób wzrostu zarośli oparty o wysoką skuteczność rozmnażania wegetatywnego, zdolność do translokacji substancji zapasowych z zamierających pędów nadziemnych do bulw, sprawność ich wiosennego uruchamiania i w rezultacie duży nakład energii we wczesnej fazie intensywnego wzrostu pędów (Swanton i in. 1992). Właściwości te znalazły potwierdzenie w wynikach niniejszej pracy. Już w inicjalnej fazie najwyższe tempo wzrostu wykazują osobniki starszych stadiów rozwoju skupień słonecznika (D i C) i utrzymują je aż do rozpoczęcia fazy generatywnej. Ich wysoka biomasa nadziemna pozwala wytworzyć i zmagazynować w bulwach dużą ilość substancji zapasowych. Zdolność ta u osobników z najmłodszych części skupień rozwija się w miarę zwiększania zwarcia i wypierania konkurentów, a więc w trakcie przejścia ze stadium B do C.

4. Podsumowanie

- Na badanym odcinku korytarza Ślęzy o długości 4,8 km i powierzchni 1,2 km² zachodzi intensywne rozprzestrzenianie się słonecznika bulwiastego.
- Gatunek na szczególnie sprzyjających mu siedliskach tworzy rozległe zarośla, zaś na całym terenie rozproszone są niewielkie jego skupienia będące forpocztami ułatwiającymi dalszą ekspansję.
- W miarę rozwoju skupień słonecznika, kiedy osiąga on pełne zwarcie, dochodzi do silnej redukcji liczby współwystępujących gatunków i ich biomasy. Nie stwierdzono pod tym względem różnic pomiędzy skupiskami na siedlisku porolnym i poprzemysłowym.
- Wysokość osobników słonecznika bulwiastego w porównaniu z jego zagęszczeniem wywiera silniejszy wpływ ograniczający liczbę współwystępujących gatunków i ich biomasę.
- Sprawność konkurencyjna słonecznika wynika z szybkiego tempa jego wzrostu. Tempo to wzrasta wraz ze stopniem rozwoju skupisk.

Podziękowania. Autorzy serdecznie dziękują panu prof. Tadeuszowi Korniakowi (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie) za zasianie wątpliwości natury taksonomicznej dotyczących przedmiotu badań i panu dr. Lajosowi Baloghowi (Savaria Múzeum, Szombathely, Węgry) za pomoc w ich wyjaśnieniu.

Literatura

- BALOGH L. 2008. Sunflower species (*Helianthus* spp.). – W: BOTTA-DUKAT Z., BALOGH, L. (red.), The most invasive plants in Hungary. – HAS Institute of Ecology and Botany, Hungary, s. 227–255.
- BZDEGA., NOWAK T., TOKARSKA-GUZIŁ B. 2009. Gatunki z rodzaju słonecznik - *Helianthus* spp. – W: DAJDOK Z., PAWLACZYK P. (red.), Inwazyjne gatunki roślin ekosystemów mokradłowych Polski. – Wyd. Klubu Przyrodników, Świebodzin, s. 100–104.
- FEHÉR A. 2007. Historical reconstruction of expansion of non-native plants in the Nitra river basin (SW Slovakia). – *Kanitzia* **15**: 47–62.
- FILEP R., BALOGH L., CSERGÖ A-M. 2010. Perennial *Helianthus* taxa in Târgu-Mureş city and its surroundings. – *J. Plant Develop.* **17**: 69–74.
- GRIME J. P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. – *Am. Nat.* **111**(982): 1169–1194.
- HEJDA M., PYŠEK P., JAROŠÍK V. 2009. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. – *J. Ecol.* **97**: 393–403.
- HULINA N. 2010. “Planta Hortifuga” in flora of the continental part of Croatia. – *Agriculturae Conspectus Scientificus* **75**(2): 57–65.
- KLOTZ S., KÜHN I., DURKA W. (red.) 2002. BIOLFLOR - Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. – Schriftenreihe für Vegetationskunde 38. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- KOMPAŁA-BOMBA A., BŁOŃSKA A. 2008. Plant communities with *Helianthus tuberosus* in towns of Upper Silesian industrial region (southern Poland). – *Biodiv. Res. Conserv.* **11–12**: 57–64.
- KOVACH COMPUTING SERVICES. 2004. MVSP v3.131.
- KOWARIK I. 2002. Biologische Invasionen in Deutschland: zur Rolle nichteinheimischer Pflanzen. – *Neobiota* **1**: 5–24.
- LAMBDon P. W., PYŠEK P., BASNOU C. I IN. 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. – *Preslia* **80**: 101–149.
- MATUSZKIEWICZ W. 2008. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. – Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 537 ss.
- PROTOPOPOVA V., SHEVERA M. 1998. Expansion of alien plants in settlements of Tisa river basin (Transcarpatia, Ukraine). – *Thaiszia J. Bot* **8**: 33–42.
- PYŠEK P., SÁDLO J., MANDÁK B. 2002. Catalogue of alien plants of the Czech Republic. – *Preslia* **74**: 97–186.
- ŘEHOŘEK V. 1997. Pěstované a zplanělé druhy rodu *Helianthus* v Evropě. – *Preslia* **69**: 59–70.
- STATSOFT INC. 2010. Statistica (data analysis software system), version 9.1.
- SWANTON C.J., CAVERS P. B., CLEMENTS D. R., MOORE M. J. 1992. The biology of Canadian weeds. 101. *Helianthus tuberosus* L. – *Can. J. Plant Sci.* **72**: 1367–1382.

- TOKARSKA-GUZIŁ B. 2005. The Establishment and Spread of Alien Plant Species (Kenophytes) in the Flora of Poland. – Prace Nauk. Uniw. Śląskiego **2372**, Katowice, s. 1–192.
- WALTER J., ESSL F., ENGLISH T., KIEHN M. 2005. Neophytes in Austria: habitat preferences and ecological effects. – Neobiota **6**: 13–25.

Summary

The Jerusalem artichoke, *Helianthus tuberosus* s.l., is an invasive species that aggressively spreads in floodplains along rivers. It penetrates and overpowers natural riparian plant communities as well as various anthropogenic habitats covered by ruderal vegetation.

The goals of this study were as follows: 1) to evaluate the intensity of *H. tuberosus* s.l. invasion along a 4.8 km long stretch of the ecological corridor of the Ślęza river dominated by anthropogenic habitats in the southern part of the city of Wrocław; and 2) to learn about the effect of developing *H. tuberosus* stands on the vegetation of the anthropogenic habitats of different origin.

175 patches dominated by *Helianthus tuberosus* s.l. were found in the studied area (1.2 km²). Among them, about two-thirds are not bigger than 4 m², but many of the other patches cover areas of several hundred square meters to about 1300 m². The greatest concentration of large *H. tuberosus* stands was found on the two anthropogenic sites: one post-agricultural and the other a post-industrial. The post-industrial site is much more disturbed than the post-agricultural site because the ground surface was leveled about ten years ago. At both sites, a system of transects with study plots was laid out. The transects began outside of the *H. tuberosus* stands (stage A) and penetrated their inside comprising three distinguished stages (B to D) of increasingly higher and denser thickets of sunflower. No significant differences between habitats were found. At both sites, there was a strong decrease in the number and biomass of co-occurring species only in the older stages (C and D) of thicket development, but not at the edges (B), where short *H. tuberosus* individuals strongly compete with other species.

The seasonal dynamics of stands of *H. tuberosus* at various stages of development was studied on the post-agricultural site. Since the very beginning, the growth of sunflowers in the oldest stage (D) is faster than in stages C and B.