

naocznych świadków wydarzenia. Po eksplozji podniosła się chmura dymu i pyłu, która osiągnąwszy wysokość powyżej dwudziestu kilometrów, porwana wiatrami wiejącymi na różnych wysokościach ze zmienną prędkością spowodowała wzbogacenie gruntu w rejonach nawet bardzo odległych od epicentrum eksplozji w materię pyłu kosmicznego w postaci kulistych ziarenek o średnicy od 0.1 do 0.5 mm. Skład chemiczny tej materii, badany w wielu ośrodkach naukowych okazał się typowym dla materii naturalnych, małych ciał kosmicznych często rozpadających się w górnych warstwach atmosfery ziemskiej i wywołujących zjawisko „gwiazd spadających” – meteorów. Skład tej materii nie odbiega od składu innych ciał Układu Słonecznego i jest typowym dla składu chondrytów węglistych, prymitywnej materii budującej część planetoid, jak i również wchodzących w skład prymitywnej materii mineralnej komet.

Masa bolidu przed wejściem w atmosferę Ziemi oceniona została na około milion ton; było to ciało kruche

i uległo dezintegracji w gęstych warstwach atmosfery ziemskiej. Meteoryt tunguski mógł być fragmentem komety albo planetoidy o składzie chondrytu węglistego. Niejasny jest, jak dotąd, związek meteorytu tunguskiego z kometami. Znane komety, które podejrzewano o spowodowanie katastrofy, były jednak daleko od Ziemi. Ponadto jeszcze dziś brakuje nam wystarczających danych o mineralnym materiale komet i ich ewentualnym związku z chondrytami węglistymi.

Dzisiaj po upływie 100 lat od katastrofy tunguskiej, po głębokiej analizie wielu faktów, nie można wyjaśnić wszystkich okoliczności zdarzenia i postawić sakramentalnej kropki nad „i”. Pomimo to opisanie wydarzeń z czerwca 1908 roku, jak i opowieść o ludziach – entuzjastach, poszukiwaczach przygód, bezinteresownie poświęcających swoje urlopy i ciężko pracujących nad wyjaśnieniem tej jednej z największych zagadek XX wieku wydaje się być interesującym tematem dla wielu czytelników, którzy na podstawie opisanych faktów mogą prowadzić własne przemyślenia.

INWAZJE ROŚLINNE

Adam Zajac (Kraków)

Flora Polski liczy około 2500 gatunków rodzimych, które z natury rosną w naszym kraju. W ciągu ostatnich 10,5 tysiąca lat, po ustąpieniu lądolodu na północy, przybywały one sukcesywnie zajmując wraz ze zmieniającymi się warunkami klimatycznymi odpowiednie dla siebie siedliska. Sądzymy, że maksimum ostatniego zlodowacenia przetrwało u nas najwyżej około 500 gatunków roślin, takich jak rośliny wysokogórskie, z których część zasiedla Arktykę i nasze góry oraz rośliny ze specjalnych siedlisk, takich jak torfowiska przejściowe i wysokie. Większość drzew leśnych przybyła na terytorium Polski dopiero po ustąpieniu lądolodu.

Człowiek w okresie ostatniego zlodowacenia przebywał na terytorium Polski, ale uważamy, że nie wprowadził obcych gatunków roślin prowadząc koczowniczy tryb życia. Pierwsza fala obcych gatunków przybyła dopiero z rolnikiem neolitycznym około 7 tysięcy lat temu. Były to chwasty roślin uprawnych oraz rośliny towarzyszące człowiekowi w jego osadach. Te stare rośliny obcego pochodzenia noszą nazwę archeofitów i jest ich w Polsce około 160 gatunków. Ten termin stosujemy do roślin, które przybyły na teren naszego kraju do końca wieku XV. Podział ten jest trochę sztuczny, ale pozwala oddzielić tych przybyszów, którzy zostali wprowadzeni do naszego kraju po epoce wielkich odkryć geograficznych.

Nowi przybysze, rośliny, które zostały zawleczone przypadkowo lub też wprowadzone celowo przez człowieka, określamy terminem kenofitów. To wśród nich upatrujemy najgroźniejszych, agresywnych przybyszów.

Stare chwasty upraw, obniżają produkcję rolną, stąd są zwalczane różnymi sposobami. Poza bardzo nielicznymi wyjątkami spotykamy je tylko w uprawach i na siedliskach ruderalnych w naszych miastach i wioskach. Nie wnikają one do zbiorowisk roślinnych półnaturalnych i naturalnych. Przez tysiące lat wspólnej egzystencji z rodzimymi gatunkami ustaliła się równowaga ekologiczna. Rośliny te w większości przypadków pochodziły z obszarów o odmiennym klimacie i szacie roślinnej i nie znajdowały w naszej przyrodzie dogodnych siedlisk; zdołały rosnąć tylko tam, gdzie człowiek pod swoje uprawy i osiedla usunął zupełnie naturalną roślinność, z którą nie mogły wytrzymać konkurencji.

W Polsce jest około 460 zdomowionych gatunków obcego pochodzenia. Musimy sobie teraz wyjaśnić termin „zdomowiony”. To gatunek, który przybył jako obcy do naszego kraju dzięki człowiekowi i zajmuje trwałe siedliska w naszym kraju rozmnażając się generatywnie lub wegetatywnie. Odliczając stare chwasty (archeofity) jest ich w Polsce około 300 gatunków. Ciągłe zresztą przybywają nowe zawlekane

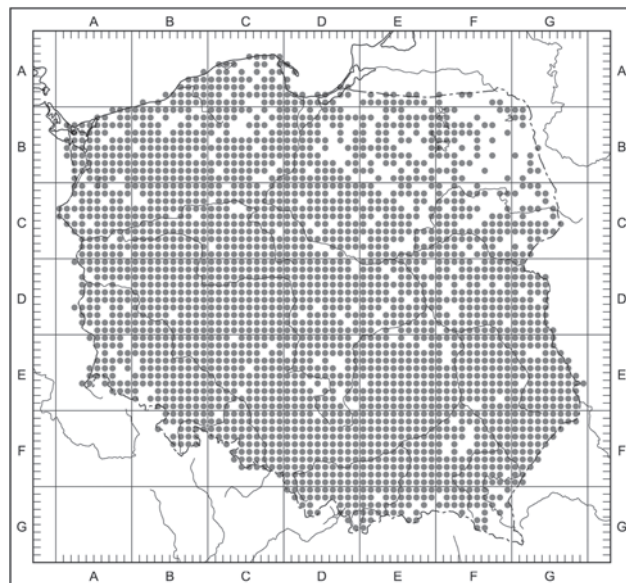
z transportem, różnymi materiałami, czy celowo wprowadzane do uprawy. Co roku przybywa jeden lub kilka gatunków. Trudno je na początku zauważyć, chociaż botanicy starają się takich nowych przybyszów zidentyfikować i poinformować innych badaczy, że oto pojawił się nowy gatunek, na który należy zwrócić uwagę. Pierwsze stadium osiedlenia się takiego nowego przybysza, kiedy jeszcze nie można powiedzieć, że to gatunek zadomowiony, określamy mianem efemerofita. Większość zawlekanych gatunków po początkowym sukcesie, który polega na tym, że roślina wykiełkuje i rozwinie się, ginie. Zawlekane są rośliny z różnych obszarów klimatycznych Ziemi i z różnych siedlisk, stąd ich sukces będzie zależał od tego jak zachowają się w zmienionych warunkach na nowym obszarze. Liczba takich zidentyfikowanych przybyszów, którzy nie odnieśli sukcesu przekracza w Polsce sześćset. Przypuszczamy, że było tych gatunków zdecydowanie więcej, ale nie zostały przed wyginięciem zauważone. Ich identyfikacja jest czasami trudna, gdy nie wiadomo, jakiej flory użyć by je oznaczyć.



Ryc. 1. Żółtlica drobnokwiatowa (*Galinsoga parviflora*). Za: 1796, Figure from Deutschlands Flora in Abbildungen at <http://www.biolib.de>, Johann Georg Sturm (Painter Jacob Sturm), Wikipedia Commons

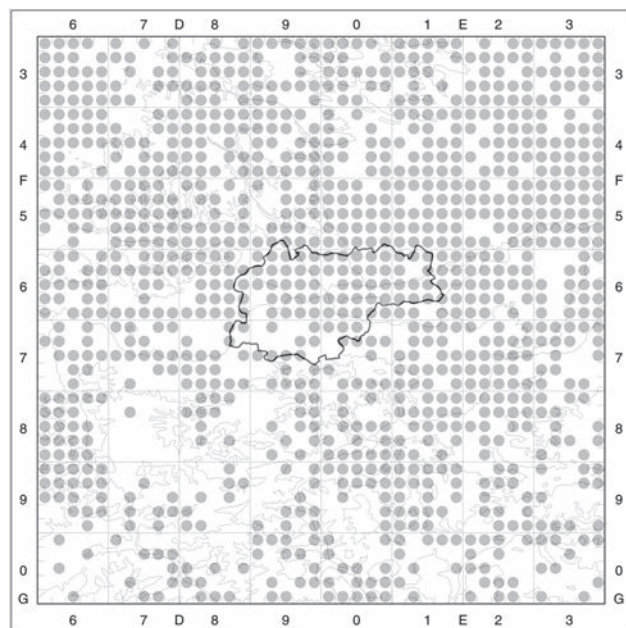
Trzysta gatunków, które odniosły sukces i zadomowiły się w naszym kraju też można podzielić według kryterium jak wielki jest to sukces. Niektóre z nich zostają tylko na siedliskach stworzonych przez człowieka w miastach, lub towarzyszą np. liniom kolejowym itp. Inne stają się chwastami w naszych polach. Sukces osiągają też rośliny z dalekich zawleceń jak np. dwa gatunki żółtlicy (*Galinsoga parviflora* i *G. ciliata*), które pochodzą z górskich obszarów Ameryki Południowej i Środkowej. Rośliny te najprawdopodobniej rozpowszechniły się z ogrodów botanicznych, gdzie sprawozdano je jako ciekawe okazy obcych gatunków. W swojej ojczyźnie są bylinami, a w Europie Środkowej roślinami jednorocznymi, które wymarzają po pierwszych

przymrozkach. Jednak ich owocki w glebie przeżywają zimą. Jedna roślina w ciągu sezonu wegetacyjnego wytwarza tysiące owoców, które rozprzestrzeniają się z wiatrem lub do ich przeniesienia przyczynia się człowiek.



Ryc. 2. Rozmieszczenie w Polsce żółtlicy drobnokwiatowej (*Galinsoga parviflora*) na mapie kartogramowej (10 x 10 km).

Pierwsze dane z Polski to stanowisko w Słupsku, na samym początku XIX wieku. Od tego czasu zajęły całe terytorium Polski. Kartowana w skali kartogramu 10 x 10 km *Galinsoga parviflora* – żółtlica drobnokwiatowa (ryc. 2) stała się pospolitym chwastem polnym, szczególnie



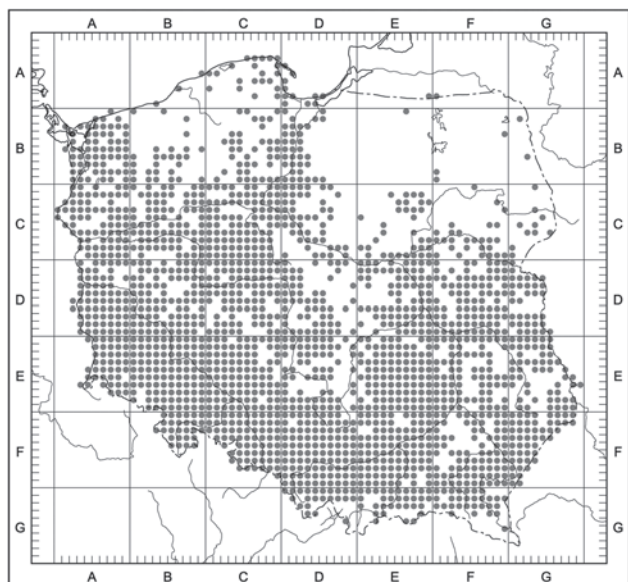
Ryc. 3. Rozmieszczenie w okolicach Krakowa żółtlicy drobnokwiatowej (*Galinsoga parviflora*) na mapie kartogramowej (2 x 2 km).

w uprawach okopowych i ogrodowych. O jej ekspansji może świadczyć inna mapa w skali kartogramu 2 x 2 km wykonana dla okolic Krakowa (ryc. 3). Szczęśliwie

gatunek ten nie wytrzymuje konkurencji w zbiorowiskach naturalnych i półnaturalnych i nie wnika w nie.

Spośród 300 gatunków nowych obcych przybyszów (kenofitów), tylko około 54 stały się roślinami inwazyjnymi. Jaki gatunek można uważać za inwazyjny? Nie ma tu ścisłej definicji, można jednak podać następującą: gatunek **inwazyjny** to taki takson obcego pochodzenia, nie rodzimy dla naszej flory polskiej, który wykazuje ekspansję przestrzenną i w krótkim czasie opanowuje nowe siedliska poszerzając znacznie tak geograficzny zasięg występowania, jak i liczbę i liczebność stanowisk.

Jednak naprawdę groźne dla rodzimej szaty roślinnej są te, które wykazują ekspansję do zbiorowisk półnaturalnych (takich np. jak łąki) i do naturalnych (np. do lasów różnego typu). Takich gatunków zinwentaryzowano w Polsce 38. Wymienione wcześniej żółtlice nie odpowiadają tej poszerzonej definicji gatunku inwazyjnego.



Ryc. 4. Rozmieszczenie w Polsce robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia*) na mapie kartogramowej (10 x 10 km).

Biolodzy od dawna dyskutują, czy gatunki antropofitów mogą wnikać do niezaburzonych zbiorowisk naturalnych. Nie ma tu ścisłej odpowiedzi. Trudno w Polsce niżowej znaleźć takie zbiorowiska roślinne. Lasy w większości przypadków, jeśli nawet mają naturalny skład gatunkowy, to są lasami wtórnymi, często wielokrotnie wyrąbywanymi i zasiedlanymi gatunkami nieodpowiednimi dla siedliska. Musimy też wziąć pod uwagę pewne czynniki działające totalnie, jak np. kwaśne deszcze, czy opad atmosferyczny różnych biogenów. Stąd szata roślinna Polski narażona jest w dużym stopniu na wnikanie obcych przybyszów.

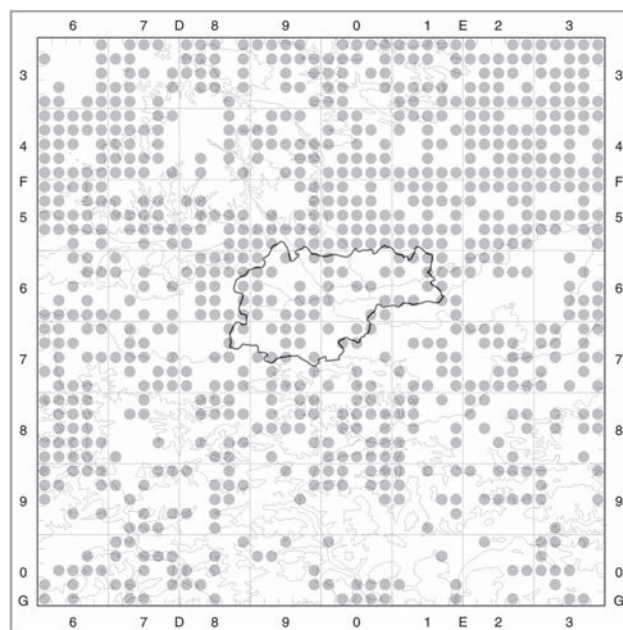
Skąd pochodzą gatunki inwazyjne, jaka jest ich ojczyzna i jakimi drogami przybyły do naszego kraju? Odpowiedź na pierwsze pytanie jest w zasadzie

prosta. Znamy ojczyznę gatunków inwazyjnych rozprzestrzeniających się w Polsce. Są to obszary Ziemi o zbliżonym do naszego klimacie. Aż 23 gatunki po-



Ryc. 5. Kwiaty robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia*). Za: Archenzo, (*Robinia pseudoacacia* flower - May 2005 - Adda river - Italy), Wikipedia Commons

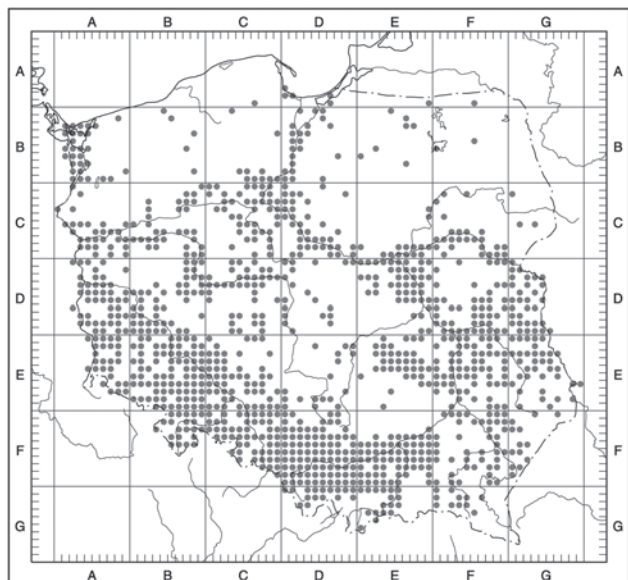
chodzą z Ameryki Północnej, 3 z Europy zachodniej i południowej, 4 z Europy południowo-wschodniej i zachodniej części Azji, a 7 z różnych regionów Azji (np. gór Azji Środkowej, czy Dalekiego Wschodu). Jeden gatunek jest antropofitem powstałym dzięki działalności człowieka. Wśród gatunków północno-amerykańskich aż 20 zostało sprowadzonych przez człowieka celowo, bądź to jako rośliny ozdobne lub użytkowe. Przykładem może być tu dobrze wszystkim czytelnikom znana robinia akacjowa (*Robinia pseu-*



Ryc. 6. Rozmieszczenie w okolicach Krakowa robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia*) na mapie kartogramowej (2 x 2 km).

doacacia) zwana w Polsce popularnie „akacją”. Centrum swego naturalnego zasięgu ma w Appalachach, w wschodniej części Stanów Zjednoczonych. Do

Europy sprowadzona w 1601 roku przez ogrodnika króla Ludwika XIII z Wirginii. W Polsce wprowadzona do uprawy w początkach XVIII wieku. Od tego czasu rozpowszechniła się dzięki uprawie i samodzielnemu rozprzestrzenieniu w wielu regionach Polski. W zasadzie barierę klimatyczną napotkała w północno-wschodnich regionach Polski oraz w niektórych częściach Pomorza Zachodniego (ryc. 4). W okolicach Krakowa należy do gatunków szeroko rozpowszechnionych (ryc. 6). Gatunek ten należy do grupy najgroźniejszych gatunków inwazyjnych, tzw. transformers (przekształcających siedlisko). Robinia żyje w symbiozie z bakteriami uzyskującymi azot z powietrza. Stąd laski robinowie mają w runie szereg ubikwistycznych gatunków azotolubnych. Osusza też bardzo siedlisko. Rozmnaża się nie tylko genera-

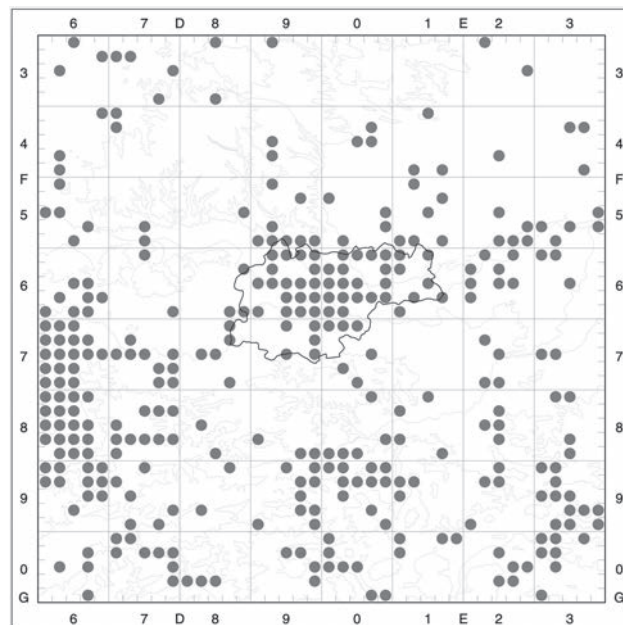


Ryc. 7. Rozmieszczenie w Polsce uczepu amerykańskiego (*Bidens frondosa*) na mapie kartogramowej (10 x 10 km).

tywnie, ale także wegetatywnie z odrostów korzeniowych. W zasadzie, jeśli znajdzie się na terenie, gdzie jej nie chcemy, bardzo trudno się jej pozbyć, a siedlisko zostawia po sobie kompletnie zmienione. Jest szczególnie groźna w rezerwatach kserotermicznych (np. stanowi istotny problem w rezerwacie „Bielinek nad Odrą”, gdzie została posadzona przez niemieckiego właściciela z początku XX wieku).

Przykładem gatunku, który nie został celowo sprowadzony, a samodzielnie przybył z Ameryki Północnej jest uczep amerykański (*Bidens frondosa*) z rodziny astrowatych (Asteraceae). Po raz pierwszy został w Polsce zauważony w drugiej połowie XVIII wieku we Wrocławiu, a w Europie 50 lat wcześniej. W latach sześćdziesiątych XX wieku mapę jego rozmieszczenia w Polsce wykonała Trzcińska-Tacik. Miał on wtedy około 70 znanych w Polsce stanowisk, głównie

w dolinie Odry. Obecnie na początku XXI wieku jest gatunkiem, który opanował znaczną część Polski,



Ryc. 8. Rozmieszczenie w okolicach Krakowa uczepu amerykańskiego (*Bidens frondosa*) na mapie kartogramowej (2 x 2 km).

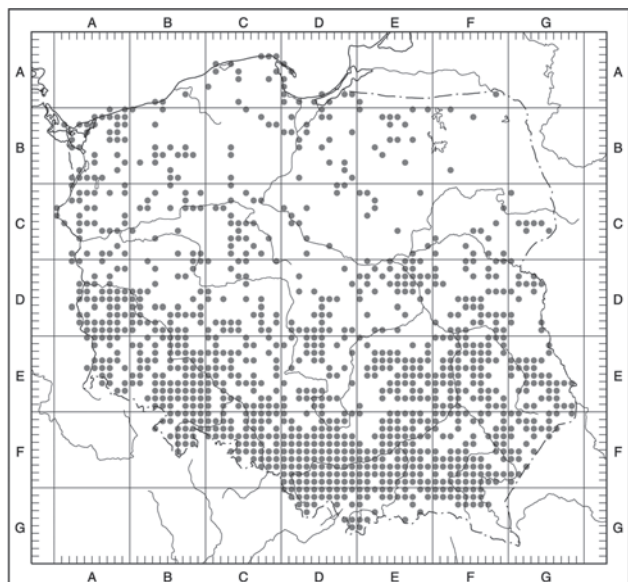
a przede wszystkim szeroką dolinę Wisły (ryc. 7). W okolicach Krakowa posiada kilka centrów lokalnego rozmieszczenia (ryc. 8). Gatunek ten rośnie w Ameryce Północnej w zbiorowiskach nadrzecznych w różnego typu szuwarach. W Polsce w pierwszej fazie swojej ekspansji był znany z doliny rzecznej Odry, ale z siedlisk zaburzonych, zmienionych przez człowieka, z wilgotnych siedlisk w osiedlach ludzkich. Od kilkunastu lat gatunek ten wchodzi w półnaturalne i naturalne zbiorowiska szuwarowe wypierając dwa rodzi-



Ryc. 9. Uczep amerykański (*Bidens frondosa*). Za: Fornax, (Photographed by myself in 1988, Unterfranken, Germany), Wikipedia Commons.

me gatunki uczepów (*Bidens tripartita* i *B. cernua*). Gatunki, które wypiera, były w Polsce bardzo pospolite, ale ten przykład pokazuje, że nie tylko gatunki rzadkie są zagrożone. Uczep amerykański wskazuje też na pewną specyfikę w rozwoju inwazji. Niektóre z obcych przybyszów długo zajmują, czasami przez

stulecia, tylko siedliska zmienione przez człowieka, towarzysząc mu w osiedlach i nie wkraczając w zbiorowiska naturalne. Z czasem, jak sądzimy, wykształcają się ekotypy zdolne do ekspansji i wtedy jest ona uruchomiona prawie momentalnie.



Ryc. 10. Rozmieszczenie w Polsce rdestowca ostrokończystego (*Reynoutria japonica*) na mapie kartogramowej (10 x 10 km).

Szczególną zdolność do ekspansji mają gatunki sprowadzone przez człowieka do uprawy. Zwykle sprowadzana jest duża liczba nasion, czy całych roślin. Reprezentują one znaczną zmienność genetyczną, co stwarza większą szansę, że znajdą się wśród nich ekspansywne ekotypy. Takim przykładem mogą być dwa gatunki rdestowca (*Reynoutria japonica* i *R. sachalinensis*) pochodzące ze wschodniej części Azji. Te piękne byliny miały być ozdobą trawników, tworząc tam ozdobne grupy roślin o okazałych liściach i pięknych festonach kremowych kwiatów. Sprowadzono je do Europy w pierwszej połowie XIX w. Z Polski rdest ostrokończysty podany jako dziedziczył z końca XIX w. Obecnie jest jednym z najuciążliwszych gatunków inwazyjnych zajmujących siedliska łągów nadrzecznych. W zasadzie nad wieloma rzekami można go spotkać w takiej masie, że nie widać tam innych roślin. Tak na przykład opasana jest dolina górnej Wisły. W Polsce rozległy zasięg ma szczególnie rdestowiec ostrokończysty (ryc. 10). W krajach, gdzie sprowadzono rdestowce powstał ich mieszaniec – rdestowiec pośredni (*Reynoutria x bohemica*), który rozpoczął samodzielną ekspansję. Dzisiaj w wielu krajach europejskich wydaje się miliony euro na zwalczanie rdestowców.

Należą one też do grupy gatunków inwazyjnych przekształcających siedlisko.

Kilka przykładów gatunków inwazyjnych powinno nam i władzom w Polsce uświadomić problem z cichymi wrogami, nielegalnymi imigrantami i tymi roślinami, które sami sprowadziliśmy nie przewidując skutków dla rodzimej przyrody. Postępująca globalizacja flor, przemieszczanie się roślin z różnych części świata jest zagrożeniem dla zachowania ojczystej przyrody wcale nie mniejszym niż postępująca urbanizacja i wycinanie lasów. Niektóre z tych przybyszów mają duży wpływ na zdrowie człowieka. Jako przykład może służyć ambrozja bylicolistna (*Ambrosia artemisiifolia*), rzadka jeszcze, na całe szczęście w Polsce, ale już u naszych południowych sąsiadów – w Czechach, na Słowacji czy na Węgrzech stanowiąca poważny problem zdrowotny. Jej ziarna pyłku powodują ciężkie alergie. Na preriach w Ameryce Północnej powoduje gorączkę preriową. U nas podawana jest w komunikatach dla alergików, ale to są ziarna pyłków niesionych przez wiatr z południa. Może nasz klimat będzie dla niej niesprzyjający (za chłody i wilgotny).

Problem gatunków inwazyjnych narasta i nie dostrzegają go na razie nasze władze odpowiedzialne za ochronę przyrody oraz ministerstwo zdrowia. Koniecz-



Ryc. 11. Rdestowiec ostrokończysty (*Reynoutria japonica*). Za: Ancatdubh43, (Detail of a Japanese Knotweed stalk. Taken May 2007.), Wikipedia Commons.

na jest pilna reakcja. Polska powinna też wprowadzić kordon sanitarny dla roślin sprowadzanych dzisiaj z różnych części świata do upraw ogródkowych. W Stanach Zjednoczonych propagowane jest obecnie wysadzanie w ogródkach roślin rodzimych równie pięknych, jak te sprowadzane. Dzisiaj nie ma przecież przeszkód, aby nawet rzadkie gatunki rozmnożyć z hodowli tkanekowych. Może nasze czasopismo *Wszechświat* powinno rozpocząć tę akcję propagandową promującą w ogrodach nasze wspiane rodzime rośliny.