

BARBARA SUDNIK-WÓJCIKOWSKA

Zakład Botaniki Środowiskowej

Uniwersytetu Warszawskiego

Al. Ujazdowskie 4, 00-478 Warszawa

e-mail: Barbara.Sudnik@mercury.ci.uw.edu.pl

FLORA MIASTA – CHAOS I PRZYPADEK CZY PRAWIDŁOWOŚCI W RÓŻNORODNOŚCI?

Ogólnie wiadomo, że wielkie miasto stwarza, miejscami, niezwykle trudne warunki życia zasiedlającym je organizmom. Cechą wielu siedlisk miejskich jest ich zmienność na niewielkiej przestrzeni i niestabilność gwałtowne i drastyczne zmiany w krótkim czasie. Są to często siedliska otwarte – z łatwością osiedlają się tu nasze pospolite rośliny ruderalne, a także obce, przypadkowo zawlekane lub zdziczałe z uprawy gatunki. Czy można w tym dostrzec jakieś prawidłowości?

Nawet mało „wtajemniczony” obserwator zauważy, że pokrywa roślinna w centrum miasta jest nieco inna niż na obrzeżach, gdzie mozaika siedlisk antropogenicznych, półnaturalnych i naturalnych sprawia, że różnorodność gatunków jest większa. Można więc przypuszczać, że różnice w składzie ilościowym flory są w skali całego miasta znaczne. Na czym jednak polegają różnice jakościowe?

Trudne warunki eliminują lub ograniczają liczebnie pewne określone grupy gatunków, inne zmuszają z czasem do „wycofania się” na obrzeża lub poza granice miasta. Są jednak i takie rośliny, które właśnie w skrajnych warunkach, jakie panują w centrach miast, ale za to w sytuacji ograniczonej konkurencji, znajdują odpowiednie dla siebie siedliska. Można zatem mówić o wyraźnej dynamice w czasie, jak i zmienności w przestrzeni, flory (a także fauny) w granicach miasta.

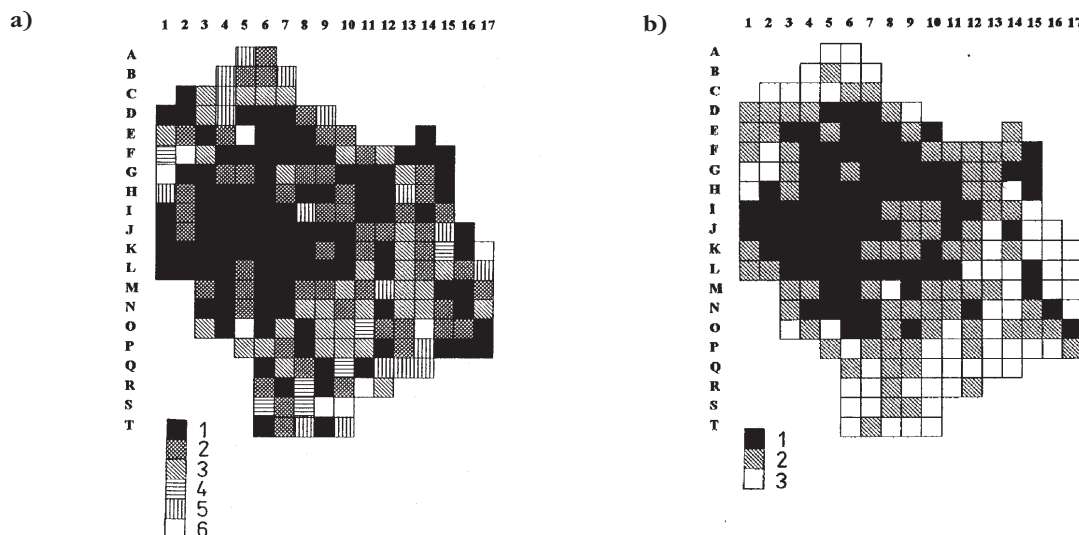
Od kilkudziesięciu lat wielkie miasta są obiektem zainteresowań przyrodników, a proces synantropizacji świata organizmów miejskich stanowi przedmiot badań prowadzonych zarówno przez botaników, jak i zoologów. Badania nad florą roślin naczyniowych w miastach Polski zintensyfikowano od lat 70., np.: w Szczecinie (ĆWIKLIŃSKI 1970), Opolu (MICHALAK 1970), w portach morskich (MISIEWICZ 1976), w Łodzi (SOWA 1974) i w Krakowie (TRZCIŃSKA-TACIK 1979). Początkowo obiektem badań była wyłącznie flora synantropijna (rośliny towarzyszące człowiekowi). Z czasem zainteresowano się całością flory w granicach miasta, przedstawiając rozmieszczenie gatunków w postaci kartogramów, np. w Warszawie (SUDNIK-WÓJCIKOWSKA 1987), Poznaniu (JACKOWIAK 1993), Jaworznie (TOKARSKA-GUZIŃSKA 1999). Tego typu badania były i są prowadzone także w wielu innych miastach europejskich, np. w Duisburgu (DÜLLI i KUTZELNIGG 1980), Münster (GÖDDE i WITTIG 1983), Kolonii (KUNICK 1984), Rzymie – CELESTI GRAPOW (1995); ostatnio opublikowano atlas flory Zurichu (LANDOLT 2001). Analiza występowania gatunków lub ich grup w przestrzeni miasta dała podstawy do poszukiwania pewnych prawidłowości.

W niniejszej pracy zostaną krótko przedstawione wybrane aspekty badań flory miasta na przykładzie Warszawy.

REAKCJA FLORY NA DZIAŁANIE SUMY CZYNNIKÓW ANTROPOGENICZNYCH

Poszukiwania florystyczne na terenie Warszawy prowadzę od ponad 20 lat, na obszarze 430,5 km², w obrębie 225 powierzchni jednostkowych (1,5 x 1,5 km²) wytyczonych w granicach miasta. Dla każdej powierzchni jed-

Analiza mapy bogactwa gatunkowego (liczba gatunków roślin na powierzchnię jednostkową) potwierdziła, że wraz z nasilaniem się antropopresji, a więc ku centrum, flora miasta ubożeje (Ryc. 1a).



Ryc. 1. Strefy wyróżnione w Warszawie na podstawie parametrów florystycznych:

a) liczby gatunków w poszczególnych kwadratach. Oznaczenia: 1 – poniżej 200; 2 – 200–250; 3 – 250–300; 4 – 300–350; 5 – 350–400; 6 – powyżej 400; b) udziału gatunków obcych trwale zadomowionych, przybyłych po XV w. (kenofitów) we florach poszczególnych kwadratów. Oznaczenia: wartość udziału: 1 – powyżej 12%; 2 – 8–12%; 3 – poniżej 8%.

nostkowej zestawiałam listę florystyczną, a dla całego miasta kartogramy rozmieszczenia wszystkich gatunków (SUDNIK-WÓJCIKOWSKA 1987, 1998b). Zebrany materiał był wielokrotnie przedmiotem szczegółowych analiz (np. SUDNIK-WÓJCIKOWSKA 1998a,b, 2000). Zwróciłam szczególną uwagę na parametry florystyczne w największym stopniu zależne od warunków, jakie stwarza wielkie miasto.

Rozwój miast, w ciągu setek lat, przebiegał najczęściej koncentrycznie. W efekcie, w Warszawie, podobnie jak w wielu innych aglomeracjach, nasilenie oddziaływań człowieka spada wyraźnie od centrum ku peryferiom.

Dość wyraźnie widoczna jest także inna zależność: zaznaczający się ku centrum wzrost udziału we florze powierzchni jednostkowych obcego elementu: trwale zadomowionych gatunków zawleczonych z różnych stron świata. Dotyczy to zwłaszcza udziału grupy nowszych przybyszów, tzw. kenofitów (Ryc. 1b), które zaczęły pojawiać się od okresu wielkich odkryć geograficznych i na naszych ziemiach, głównie na siedliskach stworzonych lub zmienionych przez człowieka, znalazły dla siebie sprzyjające warunki. Warto dodać, że właśnie w tej grupie jest stosunkowo dużo gatunków pochodzących z cieplejszych niż nasza stref klimatycznych.

REAKCJA FLORY NA WARUNKI TERMICZNE W MIEŚCIE

W granicach miasta czynnikiem klimatycznym szczególnie wyraźnie modyfikowanym w wyniku działalności człowieka jest temperatura. W miastach środkowoeuropejskich od dawna znany jest fakt istnienia tzw. „wyspy ciepłej” w centrum. O jej ukształtowaniu się decyduje m. in. ocieplający wpływ zabudowy oraz

liczne w mieście dodatkowe źródła emisji ciepła. W rezultacie rośnie średnia roczna temperatura w strefie najbardziej zwartej zabudowy (wzrasta o 0,5–1,0°C) oraz minimalne temperatury zimowe (o 0,1–3°C); rzadziej też występują i krócej tu trwają spadki temperatury poniżej 0°C. Można było przypuszczać, że tego

typu różnice klimatyczne w obrębie jednego miasta, nie pozostaną bez wpływu na zróżnicowanie pokrywy roślinnej.

Najwcześniej i niemal równolegle w wielu miastach, zwróciły uwagę badaczy różnice w terminach pojawów fenologicznych tych samych gatunków występujących w centrum i na peryferiach. Jedne z pierwszych badań dotyczyły np. forsycji w Hamburgu (FRANKEN 1955). Okazało się, że różnice w terminie zakwitania sięgały 1 tygodnia.

Odpowiedź na pytanie, czy i na ile „wyspa ciepła” charakterystyczna dla centrum Warszawy wpływa na jej florę, była możliwa po „zderzeniu” map termalnych z mapami rozkładu na terenie miasta określonych parametrów florystycznych.

Zasięg „wyspy ciepłej” oszacowałam, analizując mapy z Atlasu Warszawy (1996). Wykorzystałam następujące mapy termalne:

- mapę rozkładu średniej rocznej temperatury powietrza; temperatury są tu ekstrapolowane na podstawie bezpośrednich pomiarów w kilku punktach miasta (Ryc. 2a);

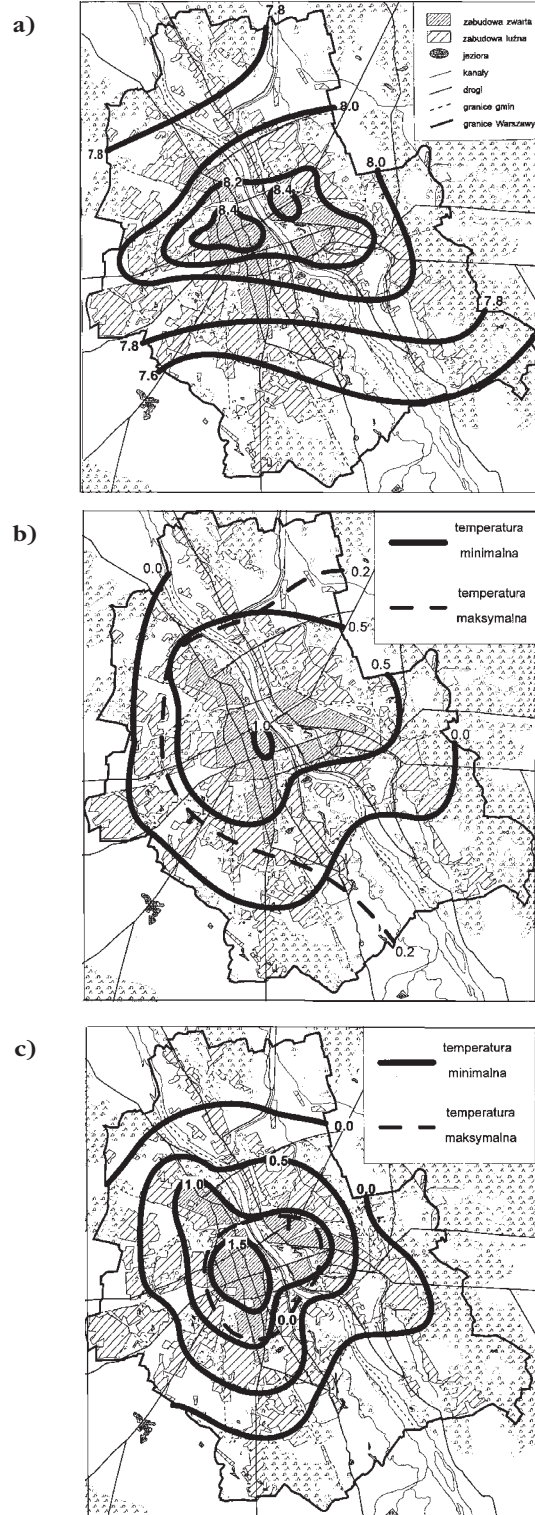
- mapę rozkładu średnich odchyłeń temperatur ekstremalnych powietrza od wartości zmierzonych na Okęciu (peryferie miasta) w okresie chłodnym: listopad – marzec (Ryc. 2b);

- mapę rozkładu średnich odchyłeń temperatur ekstremalnych powietrza od wartości zmierzonych na Okęciu (peryferie miasta) w okresie ciepłym: maj – wrzesień (Ryc. 2c);

- mapę satelitarną rozkładu temperatur podłoża atmosfery (Ryc. 3), zarejestrowanego w termalnym zakresie promieniowania.

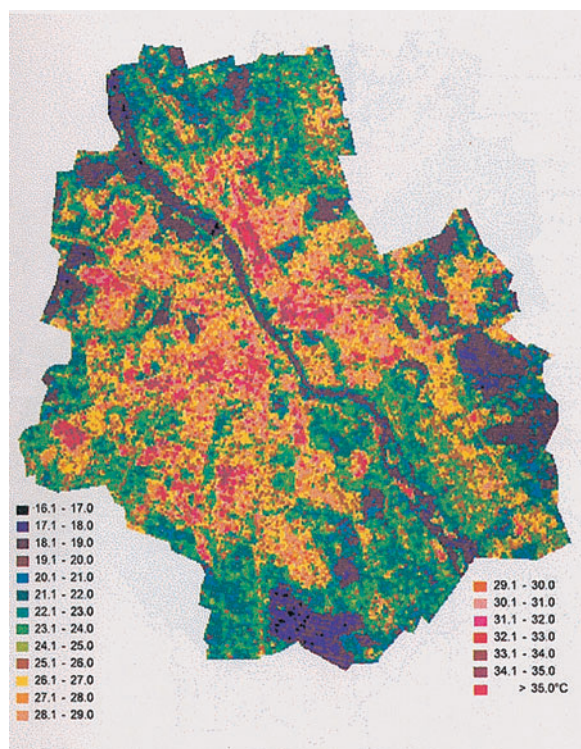
Wszystkie te mapy ilustrują zróżnicowanie temperatury w Warszawie, określone na podstawie bezpośrednich pomiarów, przy czym dokładność mapy satelitarnej jest oczywiście wielokrotnie większa niż klasycznych map termalnych. We wszystkich przypadkach zaznacza się „wyspa ciepła” w centrum.

Spośród wielu parametrów florystycznych wybrałam te, których związek z presją człowieka, a temperaturą w mieście w szczególności, wydawał się najsilniejszy. Wykorzystałam tzw. ekologiczne liczby wskaźnikowe temperatury T. Warto dodać, że propozycje liczb wskaźnikowych przedstawił ELLENBERG (1979, por. też LINDACHER 1995). Określają one wymagania siedliskowe poszczególnych gatunków, nie tylko odnośnie temperatury (tzw. liczba temperatury T), lecz także – światła, wilgotności, odczynu podłoża, zawartości azotu w glebie, kontynentalizmu klimatu. Wartości tych liczb dla



Ryc. 2. Mapy termalne Warszawy (Atlas Warszawy 1996):

a) rozkład średniej rocznej temperatury powietrza (1961–1980); b) średnie odchylenia temperatur ekstremalnych powietrza od wartości zmierzonych na Okęciu (peryferie miasta) w okresie chłodnym (listopad – marzec); c) średnie odchylenia temperatur ekstremalnych powietrza od wartości zmierzonych na Okęciu (peryferie miasta) w okresie ciepłym (maj – wrzesień).

a. *Bromus sterilis*b. *Hordeum murinum*c. *Eragrostis minor*d. *Diplotaxis muralis*

Ryc. 3. Mapa rozkładu temperatur podłoża atmosfery, powstała w wyniku przetworzenia obrazu satelitarnego Landsat Thematic Mapper, zarejestrowanego w termalnym zakresie promieniowania (10,5–12 μm), przy całkowitym braku zachmurzenia (Atlas Warszawy 1996).

Niżej (a, b, c, d): przykłady gatunków termofilnych; mapy ich rozmieszczenia na terenie Warszawy przedstawiono na Ryc. 6.

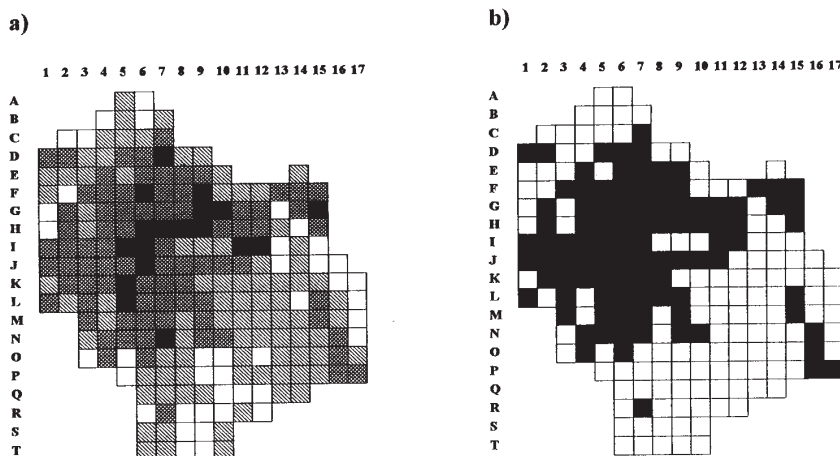
poszczególnych gatunków zostały zaproponowane na podstawie wieloletnich badań. Wyrażają ekologiczne (a nie fizjologiczne) optimum występowania poszczególnych gatunków. Nie jest ono mierzone bezpośrednio, lecz pośrednio (np. obfitością występowania, owocownia, jakością wyprodukowanych diaspor).

Każdemu gatunkowi z listy florystycznej z poszczególnych powierzchni jednostkowych przyporządkowałam jego liczbę wskaźnikową T. Przeanalizowałam rozkład przestrzenny w granicach miasta dwu parametrów florystycznych:

– średnia liczba temperatury T we florach poszczególnych powierzchni jednostkowych (Ryc. 4 a, b);

Warszawy niewielkie obszary „cieplejsze” nieco gęściej zabudowane (np. we wschodniej części miasta). Warto podkreślić, że pod tym względem kartogram wykazuje większe podobieństwo do mapy satelitarnej.

Na kolejnych kartogramach (Ryc. 6 a–d) przedstawiono rozmieszczenie na terenie miasta kilku gatunków termofilnych (zilustrowanych na Ryc. 3 a–d). Są to: stokłosa płonna (*Bromus sterilis*), o liczbie wskaźnikowej temperatury $T=7$, jęczmień płonny (*Hordeum murinum*, $T=7$), miłka drobna (*Eragrostis minor*, $T=7$) i dwurząd murowy (*Diplotaxis muralis*, $T=8$). Warto dodać, że wszystkie są roślinami rocznymi (a więc niekorzystną porę roku mogą przetrwać w postaci nasion), gatunkami



Ryc. 4. Podział Warszawy na a) cztery, b) dwie strefy, na podstawie wartości średniej liczby temperatury we florach poszczególnych powierzchni jednostkowych.

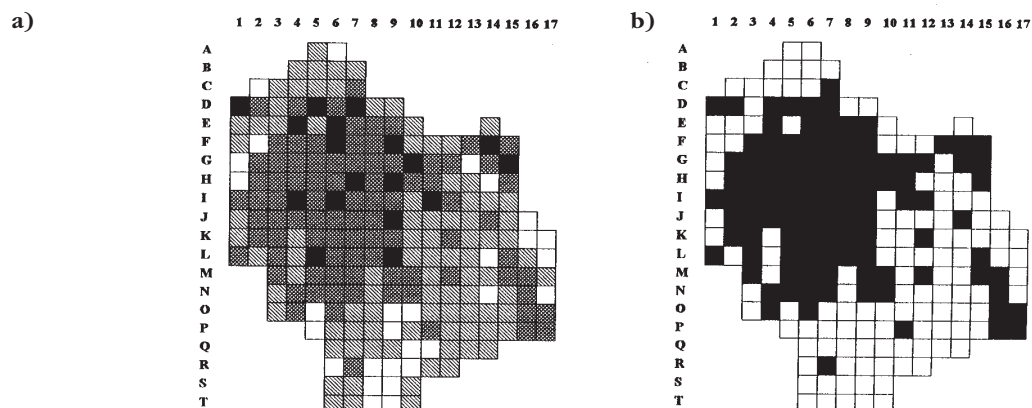
Oznaczenia: wraz ze spadkiem wartości średniej liczby temperatury maleje intensywność szrafu.

– udział we florach powierzchni jednostkowych gatunków termofilnych (Ryc. 5 a, b). Zaliczono do nich gatunki o dużej liczbie wskaźnikowej temperatury T (większa lub równa 6, w 9 stopniowej skali).

Porównanie rozkładu tych parametrów florystycznych w granicach miasta z mapami termalnymi Warszawy wykazało dużą zbieżność. Wyraźnie uwidacznia się „cieplejsze” centrum. Jest oczywiste, że na podstawie kartogramów (Ryc. 4 i 5) nie sposób wnioskować o konkretnych wartościach temperatur w mieście, niemniej wydaje się, że bardziej precyzyjnie niż wyekstrapolowane klasyczne mapy termalne, „wychwytyją” one nawet niewielkie enklawy o warunkach odmiennych termicznie, np. znacznie wyraźniej wyodrębnia się tu chłodniejszy „korytarz Wisły”, zaznaczają się na peryferiach

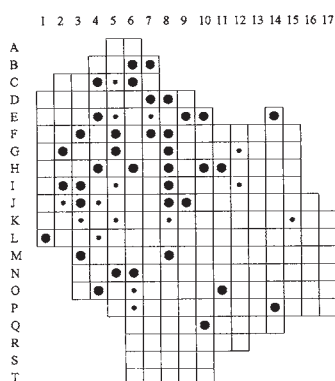
obcego pochodzenia, zawleczonymi głównie z południowej lub południowo-wschodniej Europy; w swojej ojczyźnie związane są zwykle z siedliskami otwartymi, ciepłymi, słonecznymi. Ich dużym wymaganiom odnośnie temperatury towarzyszą duże wymagania świetlne (liczba wskaźnikowa światła L w 9-stopniowej skali wynosi odpowiednio: 7, 8, 8, 8). Na kartogramach widoczne jest większe przywiązanie wymienionych gatunków do centralnych dzielnic miasta.

Przedstawione przykłady potwierdzają bioindykacyjną rolę, jaką w warunkach silnej presji człowieka może odgrywać flora jako całość lub jej elementy. Wskaźniki roślinne są jednak ciągle zbyt mało wykorzystywane, choć jak się wydaje, mogłyby dostarczyć taniej metody rozpoznania sytuacji, np. w celu podjęcia działań

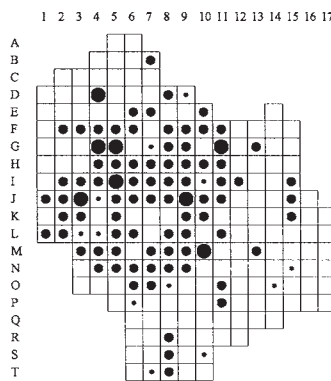


Ryc. 5. Podział Warszawy na a) cztery, b) dwie strefy, na podstawie udziału we florach powierzchni jednostkowych, gatunków termofilnych (dla których liczba temperatury T jest większa lub równa 6). Oznaczenia: wraz ze spadkiem udziału gatunków termofilnych maleje intensywność szrafu.

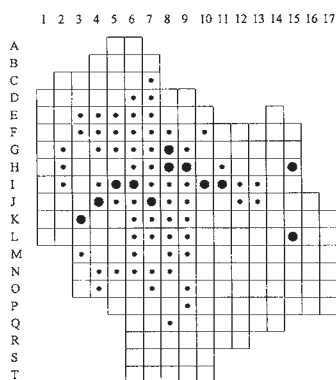
Bromus sterilis L.



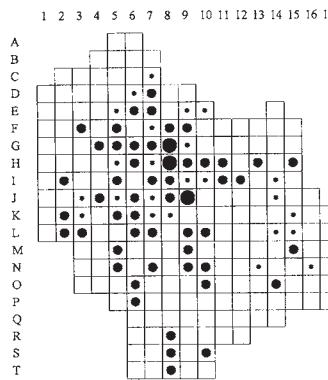
Hordeum murinum L.



Eragrostis minor Host



Diplotaxis muralis (L.) DC.



Ryc. 6. Występowanie w Warszawie wybranych gatunków termofilnych (przedstawionych na Ryc. 3): stokłosa płonna (*Bromus sterilis*), jęczmień płonny (*Hordeum murinum*), miłka drobna (*Eragrostis minor*), dwurzęd murowy (*Diplotaxis muralis*).

na rzecz optymalizacji warunków termicznych w mieście. Przyczyną jest zapewne fakt, że badania florystyczne wydawać się mogą dość żmudne. Jednak istotnym powodem jest, jak sędzę,

bardzo słaba u nas znajomość gatunków roślin. Być może komputeryzacja procesu oznaczania roślin do pewnego stopnia złagodzi ten problem.

URBAN FLORA: CHANCE AND CHAOS OR REGULARITIES IN DIVERSITY?

S u m m a r y

Within the borders of the town man has created specific conditions for plant growth. Urban areas are very heterogeneous and contain a large number of habitats, which vary when passing from the city centre towards the outskirts. The over-heating of city centres referred to as "heat island" has been noted in many European towns. The analyses of the temperature maps and satellite infra-red photographs of temperature in Warsaw confirmed this phenomenon. Field studies which have been conducted in Warsaw over a period of 20 years show that the qualitative and quantitative composition of the urban flora is not coincidental.

Some general trends in the distribution of urban flora have been revealed. With anthropopressure becoming gradually less intensive, species richness increases from the inner city to the outskirts. By contrast, a decline in the number of aliens permanently established, especially those which were introduced after the 15th century, is observed. In the inner city the contribution of thermophilous species is, however, more appreciable. Some examples of species which show specific patterns of distribution are given (*Bromus sterilis*, *Hordeum murinum*, *Eragrostis minor*, *Diplotaxis muralis*).

LITERATURA

- Atlas Warszawy* 1996. Zeszyt 4: Środowisko fizyczno-geograficzne — niektóre zagadnienia. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.
- CELESTI GRAPPO L., 1995. *Atlante della Flora di Roma. La distribuzione delle piante spontanee come indicatore ambientale*. Argos Edizioni, Roma.
- ĆWIKLIŃSKI E., 1970. *Flora synantropijna Szczecina*. Monogr. Bot. 33, 1–103.
- DÜLL R., KUTZELNIGG H., 1980. *Punktkartenflora von Duisburg und Umgebung nebst Angabe der Standortansprüche, Herkunft, Einbürgerungsweise und Gefährdung für alle im weiteren Raum um Duisburg seit 1800 beobachteten Gefäßpflanzen*. Westdeutscher Verl., Opladen.
- ELLENBERG H., 1979. *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. Scripta Geobot. 9, 7–122.
- FRANKEN E., 1955. *Der Beginn der Forsythienblüte in Hamburg 1955*. Met. Rdsch. 8, 113–114.
- GÖDDE M., WITTIG R., 1983. *A preliminary attempt at a thermal division of the town of Münster (North Rhine-Westphalia, West Germany) on a floral and vegetation basis*. Urban Ecol. 7, 255–262.
- JACKOWIAK B., 1993. *Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Poznaniu*. Prace Zakładu Taksonomii Roślin UAM 2, 5–409.
- KUNICK W., 1984. *Verbreitungskarten von Wildpflanzen als Bestandteil der Stadtbiotopkartierung, dargestellt am Beispiel Köln*. Verh. Ges. Ökologie 12, 269–275.
- LANDOLT E., 2001. *Flora der Stadt Zurich (1894–1998) mit Zeichnungen von R. Hirzel*. Birkhauser Verl., Basel, Boston, Berlin.
- LINDACHER R., 1995. *Phanart. Datenbank der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Enklärung der Kennzahlen, Aufbau und Inhalt*. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes EIDG Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, Zürich 125, 1–436.
- MICHALAK S., 1970. *Flora synantropijna miasta Opola*. Opolski Roczn. Muz. 4.2, 5–181.
- MISIEWICZ J., 1976. *Flora synantropijna i zbiorowiska ruderalne polskich portów morskich*. WSP, Słupsk.
- SOWA R., 1974. *Wykaz gatunków flory synantropijnej Łodzi oraz zarys ich analizy geograficzno-historycznej*. Zesz. Nauk. UŁ, Ser. 2, 54, 11–26.
- SUDNIK-WÓJCIKOWSKA B., 1987a. *Flora miasta Warszawy i jej przemiany w ciągu XIX i XX wieku. Część 1 i 2*. Wydawnictwa UW, Warszawa.
- SUDNIK-WÓJCIKOWSKA B., 1987b. *Czasowe i przestrzenne aspekty procesu synantropizacji flory na przykładzie wybranych miast Europy Środkowej*. Wydawnictwa UW, Warszawa.
- SUDNIK-WÓJCIKOWSKA B., 1988a. *The effect of temperature on the spatial diversity of urban flora*. Phytocoenosis 10. Suppl. Cartographie Geobotanicae 9, 97–105.
- SUDNIK-WÓJCIKOWSKA B. (red.), 1988b. *Flora miasta Warszawy i jej przemiany w ciągu XIX i XX wieku. Część 3. Dokumentacja (1987–1997)*. Wydawnictwa UW, Warszawa.
- SUDNIK-WÓJCIKOWSKA B. 2000. *The role of flora in bio-indication of the temperature conditions in urban areas*. [W:] *Mechanisms of anthropogenic changes of the plant cover*. JACKOWIAK B., ŻUKOWSKI W. (red.). Publications of the Department of Plant Taxonomy of the Adam Mickiewicz University in Poznań 10, 271–279.
- TOKARSKA-GUZIŁ B., 1999. *Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Jaworznie*. Prace Bot., Inst. Bot. UJ 34, 1–292.
- TRZCIŃSKA-TACIK H., 1979. *Flora synantropijna Krakowa*. Rozpr. habil. UJ 32, 3–278.