

i eksploatację wstępnie zagospodarowanej części terenu. Zakres prac tej grupy oraz formy rozliczeń inwestycyjnych ustali Polska Akademia Nauk.

3. Finansowanie eksploatacji bieżącej Ogrodu i działalności naukowej prowadzone będzie na zasadach ogólnych finansowania placówek badawczych. Prace związane z zagospodarowaniem terenu, finansowane będą z funduszy inwestycyjnych jako prace pozacyklowe.

ALEKSANDER LUKASIEWICZ
Ogród Botaniczny UAM w Poznaniu

WPLYW WARUNKÓW MIEJSKICH NA RYTMIKĘ ROZWOJOWĄ ROŚLIN

Zgodnie z prognozami futurologicznymi przewiduje się, że w przyszłości zamieszka na terenach zurbanizowanych około 90% całej ludzkości. Strefy miejskie będą więc głównym siedliskiem życiowym człowieka, a ochrona i umiejętne kształtowanie środowiska życia w miastach staje się zagadnieniem o dużym znaczeniu, którego aspekty winny być uwzględniane w działalności gospodarczej człowieka.

Jak wiadomo w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat następuje stale zwiększające się zatrucie ekologicznego środowiska, szczególnie w rejonach przemysłowych i na obszarze dużych miast. Bezpośrednią przyczyną tego jest dynamiczny rozwój urbanizacji, motoryzacji i przemysłu. Chcąc zahamować ten proces degradacji środowiska należy poddać rewizji dotychczasowe formy jego kształtowania, zarówno w zakresie prawidłowego rozmieszczenia poszczególnych jego elementów, ich składu jakościowego, jak też sposobu ich zagospodarowania i eksploatacji.

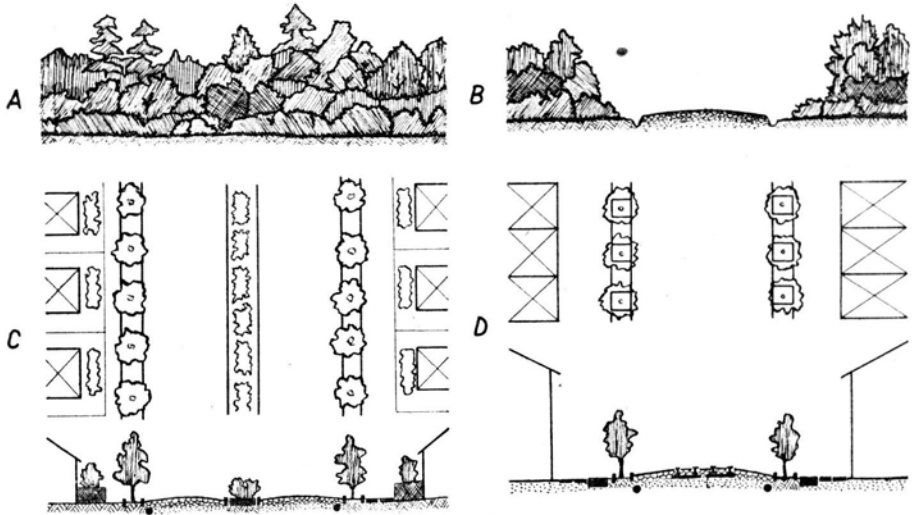
Powszechnie znana jest ważna rola roślin w utrzymaniu równowagi w środowisku miejskim. Zapobiegają one bowiem jego niszczeniu, przez zatrzymywanie pyłu, pochłanianie szkodliwych gazów, wzbogacanie powietrza w tlen, wydzielanie substancji antybiotycznych — fitoncycydów, emisję korzystnie działających na organizm ładunków elektrycznych, poprawę klimatu miejskiego, zwiększenie wilgotności, wymianę mas powietrza, tłumienie hałasu, funkcje spacerowo-wypoczynkowe, dodatni wpływ na krajobraz i estetykę miasta.

Pamiętać jednak należy, że zieleń na terenach zurbanizowanych będzie spełniała swą wszechstronną rolę jedynie wówczas, gdy będzie zajmowała odpowiednio duży obszar, gdy będzie należycie rozmieszczona, należycie zrealizowana i pielęgnowana. W związku więc z dynamiczną urbanizacją zachodzi pilna konieczność opracowania programu rozwoju zieleni w warunkach miejskich, opartego na naukowych podstawach. To bardzo rozległe zagadnienie winno być opracowane kompleksowo przez różne instytucje, zgodnie z ich specyfiką. Do prac tych winny się włączyć również ogrody botaniczne, które, posiadając bogate kolekcje roślinne w obrębie miast, mogłyby dopomóc w wyborze odpowiedniego asortymentu roślin dla rozmaitych środowisk miejskich. Pozwoliłoby to w większym niż dotychczas stopniu wykorzystać posiadane kolekcje dla potrzeb gospodarki narodowej oraz zwiększyłyby rangę tych instytucji w kraju.

Ogród Botaniczny w Poznaniu przystąpił w roku 1970 do systematycznych badań nad rozwojem roślin w warunkach miejskich. Celem naszego opracowania jest analiza

rozwoju poszczególnych gatunków roślin na różnorodnych stanowiskach miasta Poznania oraz ustalenie wpływu najistotniejszych czynników warunkujących ten rozwój. Pozwoli to na opracowanie praktycznych zaleceń dla biur projektowych, realizatorów zieleni oraz przedsiębiorstw konserwujących zieleni naszego miasta.

Naturalne warunki klimatyczne miasta Poznania są na ogół niekorzystne dla dobrego rozwoju i wzrostu roślin. Główną tego przyczyną jest nie tylko stosunkowo niska ilość opadów rocznych (średnia roczna dla Poznania około 500 mm, Warszawy — 600 mm, Krakowa — 700 mm), ale również bardzo niekorzystny ich rozkład



Ryc. 1. Przykłady różnych siedlisk zieleni miejskiej w Poznaniu. A — Las na peryferiach miasta; B — Pasma zieleni położone w bezpośrednim sąsiedztwie tras komunikacyjnych na peryferiach miasta; C — Ulice miejskie z luźną zabudową i w znacznym stopniu zmienioną głębą; D — Ulice śródmiejskie ze zwartą zabudową i całkowicie zniszczoną głębą

w ciągu roku. Ponadto występują u nas lata o bardzo niskich opadach. I tak np. w roku 1959 sumą opadów wynosiła jedynie 403 mm, a w roku 1969 tylko 375 mm. Lata takie są zabójcze dla roślin, szczególnie o ile miesiące późno wiosenne i letnie są upalne i pozbawione opadów. W warunkach miejskich następuje wówczas masowe zamieranie roślin, zwłaszcza w strefie przyulicznej, gdzie deficyt wody zaznacza się najsilniej. Jest to z pewnością, obok całego kompleksu niekorzystnych warunków panujących w śródmieściu, przyczyną masowego zamierania drzew, których rocznie usuwa się w Poznaniu ponad tysiąc. Liczba ta wykazuje w ostatnich latach tendencję zwyżkową.

Na terenie miast warunki życiowe dla roślin zmieniają się w miarę zbliżania się od peryferii do centrum miasta. Łatwo tu wyróżnić szereg siedlisk, w których pojawiają się i potęgują niekorzystne warunki życiowe.

1. Pierwszą grupę siedlisk stanowią tereny niezabudowane, znajdujące się na peryferiach miasta (ryc. 1A). Rozwój roślin jest tu dostosowany do całokształtu naturalnych warunków klimatyczno-glebowych danego regionu oraz specyficznego

mikro- i fitoklimatu. Występuje tu w stopniu maksymalnym biologiczne krążenie wody, tzn. wsiąkanie wód opadowych, pobieranie ich przez rośliny i transpiracja, co powoduje dużą, charakterystyczną dla poszczególnych zbiorowisk wilgotność gleby i powietrza. Na skutek pozostawienia ściółki oraz obumierania nadziemnych i podziemnych części roślin, występuje tu naturalne samonawożenie. Dzięki tym właściwościom siedliska, istnieją tu najkorzystniejsze warunki dla życia i rozwoju roślin i zwykle nie stwierdza się tu ujemnych skutków zanieczyszczenia środowiska. Tereny takie oczywiście pełnią ogromną rolę dla zdrowia i wypoczynku mieszkańców miast.

2. Drugą grupę siedlisk stanowią pasma położone wzdłuż tras komunikacyjnych w niezabudowanym krajobrazie. Występuje tu ujemny wpływ spalin wydzielanych przez pojazdy mechaniczne oraz znaczne zapylenie powietrza (ryc. 1B). Jak wiadomo, wydzielane gazy zawierają tak szkodliwe substancje dla życia roślin, jak tlenki węgla, węglowodory, tlenki azotu, związki ołowiu, mikroskopijne cząsteczki oleju, pary benzyny i inne. Na pył składają się poza mineralnymi cząstkami gleby, cząsteczki powstałe ze ścierania asfaltu i ogumienia pojazdów. Wyraźnie negatywny wpływ tych czynników stwierdza się jedynie w bezpośrednim sąsiedztwie jezdni. Poza pasem trasy komunikacyjnej powierzchnia gleby ma charakter normalny, podobnie jak na stanowisku pierwszym. Dzięki temu rozwój roślin w tych siedliskach jest zbliżony do występującego w warunkach naturalnych.

3. Trzecią grupę siedlisk stanowią tereny z luźną zabudową, położone bliżej centrum miasta (ryc. 1C). Warunki dla życia roślin są tu o wiele gorsze niż w obu siedliskach poprzednich. Pojawiają się tu tak szkodliwe dodatkowe czynniki, jak luźna zabudowa, z którą związane jest również zadymienie otoczenia, uzbrojenie terenu (zakładanie, konserwacja), głębokie posadowienie budynków, budowa chodników, wjazdów, poszerzanie ulic. Czynniki te powodują ograniczenie powierzchni życiowej zarówno dla części nadziemnych jak i podziemnych roślin oraz znaczne zatrucie siedliska. W sąsiedztwie roślin znajduje się jednak niewielka powierzchnia gleby uprawnej, np. w przedogródkach, w pewnej mierze podlewanej i nawożonej. Kompensuje to w jakimś stopniu szkodliwe działanie innych czynników. Rytmika rozwojowa roślin jest tu jednak często zmieniona w porównaniu z warunkami naturalnymi, zwłaszcza w bezpośrednim sąsiedztwie ulicy i zabudowy.

4. Czwartą grupę siedlisk stanowią tereny śródmieścia o warunkach najbardziej niekorzystnych dla życia i rozwoju roślin (ryc. 1D). Zarówno klimat jak i gleba, a często i podglebie, są tu diametralnie zmienione w kierunku niekorzystnym, a nieraz zabójczym dla roślin. Brak tu jakichkolwiek biologicznych osłon, ponieważ otoczenie stanowi zwarta zabudowa. Gleby urodzajnej w praktyce brak zupełnie, ponieważ została ona zniszczona, a jałowe podglebie, często przemieszane z kamieniami, żwirem i gruzem, pokryte jest twardą nawierzchnią bruku lub asfaltu. Wobec braku naturalnej ściółki i nawożenia potrzeby nawozowe roślin nie są pokrywane nawet w minimalnym stopniu. Twarda nawierzchnia uniemożliwia przenikanie wód deszczowych i powietrza w głąb gleby. Pozostawiana niewielka powierzchnia wokół pni drzew, silnie zbita i udeptana, praktycznie nie spełnia tu prawie żadnej roli. Na skutek braku wilgoci w glebie i dużego niedoboru wilgoci w powietrzu obserwuje się tu wędnięcie, zasychanie, a nawet zamieranie roślin już w miesiącach letnich.

Procesy zasychania potęgowane są często przez występujące zjawisko suszy fizjologicznej i zatrucia na skutek przenikania do gleby nadmiernej ilości różnych środków chemicznych, stosowanych np. do zwalczania gołoledzi przy pomocy soli. Rosnące tu rośliny są w najwyższym stopniu narażone na uszkodzenia mechaniczne zarówno części podziemnych jak i nadziemnych (przebudowa i zbrojenie ulic oraz ruch komunikacyjny). Powietrze jest tu w maksymalnym stopniu zanieczyszczone pyłami i gazami trującymi. Ujemnym czynnikiem występującym na tym siedlisku są ponadto duże amplitudy temperatur dobowych i rocznych zarówno w glebie jak i w powietrzu. Dodatkowym czynnikiem rzutującym na rozwój i zdrowotność roślin są choroby i szkodniki, które na egzemplarzach osłabionych występują z większym nasileniem. W siedliskach tych występuje wyraźnie zakłócenie podstawowych procesów biologicznych, które przejawiają się obniżeniem żywotności i wcześniejszym zamieraniem poszczególnych roślin. Czynnikiem łagodzącym przejawy warunków szkodliwych dla życia roślin są lata o małym nasłonecznieniu i dużej ilości opadów.

Przedstawione powyżej grupy siedlisk życiowych dla roślin nie obejmują wszystkich przykładów w tym zakresie. Nie zilustrowano bowiem wpływu wielkiego przemysłu, trujących ścieków itp. Czynniki te mogą istnieć w różnych strefach i w dużym stopniu zmieniać przedstawiony tu schemat.

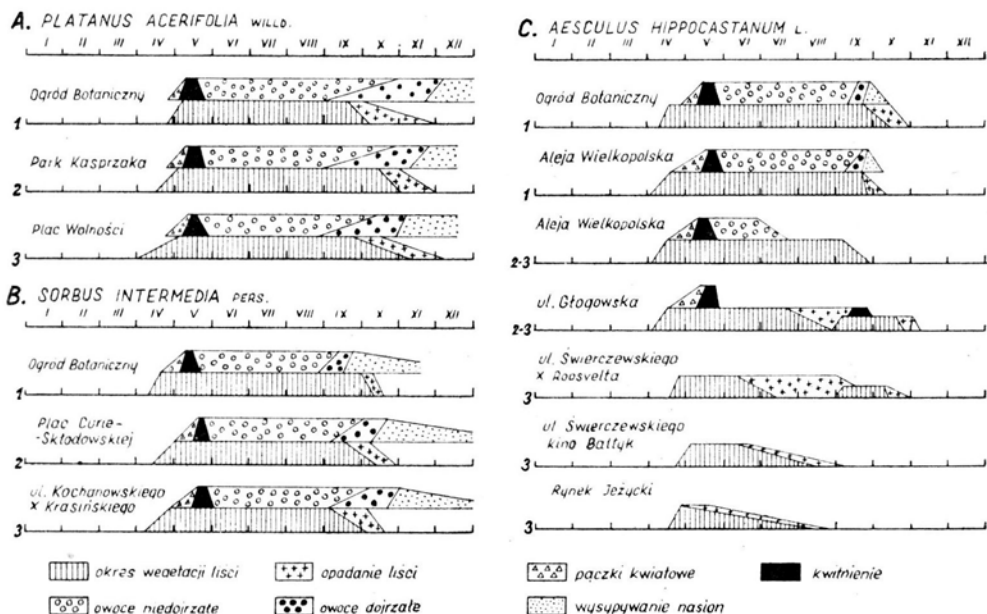
Zachowanie się poszczególnych gatunków roślin w warunkach panujących w omawianych siedliskach jest różne, w zależności od ich biologiczno-ekologicznych właściwości (ryc. 2).

Biorąc za podstawę długość okresu wegetacji i występowania poszczególnych faz możemy tu wyróżnić trzy grupy roślin:

I. Gatunki zachowujące się mniej więcej jednakowo we wszystkich siedliskach miejskich (ryc. 2a). Dotyczy to zarówno początku wegetacji, pojawiania się poszczególnych faz jak i długości ich trwania. Liście roślin są zdrowe i nie obserwuje się tu wcześniejszego ich zamierania. Niekiedy tylko pojedyncze liście żółkną i opadają, co nie obniża ich wartości dekoracyjnej. Owocowanie nie ulega również większym zakłóceniom. Jest rzeczą oczywistą, że istnieją drobne różnice w rozwoju roślin, nie wpływające jednak w sposób zasadniczy na ich wygląd. Z drzew gatunkami takimi okazały się w warunkach Poznania: *Acer campestre*, *Ailanthus altissima*, gatunki rodzaju *Crataegus*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fagus sylvatica*, *Gleditsia triacanthos*, *Morus alba*, *Platanus acerifolia*, *Populus fastigiata*, *Pyrus communis*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Robinia pseudacacia*, *Salix alba*, *Sophora japonica* oraz różne gatunki rodzaju *Ulmus*. W niekorzystnych dla wzrostu i rozwoju roślin siedliskach miejskich, gatunki te powinny być stosowane w pierwszej kolejności.

II. Drugą grupę stanowią gatunki, u których również pełny rozwój obserwuje się we wszystkich omawianych siedliskach (ryc. 2b). W odróżnieniu jednak od grupy poprzedniej u roślin tych zaznacza się wyraźnie niekorzystny wpływ warunków miejskich w siedliskach trzecim i czwartym. Rzutuje to na wielkość osiąganą przez poszczególne organy oraz mniejszą żywotność roślin. Na najbardziej niesprzyjających stanowiskach u gatunków tych, często już w sierpniu, obserwujemy nekrozę brzegów liści, które nierównomiernie zamierają i opadają już w ciągu lata i wczesnej jesieni. Wskutek tego skraca się okres, w którym rośliny te pełnią swe funkcje

biologiczne i ozdobne. Nie obserwujemy tu wyrastania drugiej generacji liści i kwiatów. Gatunki takie nie nadają się do skrajnie niekorzystnych warunków miejskich. Mogą być one natomiast stosowane w sąsiedztwie ulic na powierzchniach z naturalną, dobrze użyźnioną i dostatecznie wilgotną glebą (np. obrzeżenia parków, przedogródki, pasy zieleni przyulicznej). Z drzew przykładami takich roślin są: *Acer negundo*, *Acer saccharinum*, *Betula verrucosa*, *Carpinus betulus*, *Carya* — różne gatunki, *Corylus colurna*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus pensylvanica*, *Ginkgo biloba*, *Juglans nigra*,



Ryc. 2. Diagramy rozwojowe wybranych gatunków drzew w różnych siedliskach na terenie m. Poznania. Obserwacje prowadzono na wielu egzemplarzach tego samego gatunku w ciągu trzech lat. Diagramy obrazują rozwój osobników najbardziej typowych. A — *Platanus acerifolia* Willd. Spektrum obrazuje rozwój roślin zachowujących się podobnie w ciągu całego okresu wegetacji w różnych siedliskach miejskich. Są to rośliny najodporniejsze na warunki miejskie; B — *Sorbus intermedia* Pers. Normalny rozwój posiadają one tylko w siedlisku pierwszym. Natomiast w siedlisku drugim i trzecim rośliny te posiadają mniejszą żywotność i przedwcześnie zamierają. Gatunki takie nadają się tylko na odpowiednio szerokie pasy zieleni przyulicznej z naturalną glebą; C — *Aesculus hippocastanum* L. Normalny rozwój posiadają rośliny tej grupy tylko na stanowisku pierwszym. W strefie przyulicznej natomiast rozwijają się one słabo, tracąc stopniowo swe liście niekiedy już od czerwca do sierpnia. Niektóre z nich wytwarzają drugie pokolenie nielicznych liści i pojedynczych kwiatów w okresie jesiennym. Zakłócona rytmika skraca znacznie okres ozdobności roślin i prowadzi do szybkiej śmierci. Gatunki takie nie nadają się do stosowania w strefach przyulicznych

Ostrya carpinifolia, wiele gatunków rodzaju *Populus* — np. *P. alba*, *P. canescens*, *Prunus cerasus*, *Prunus mahaleb*, *Salix alba*, *Salix fragilis*, różne gatunki rodzaju *Sorbus*, *Tilia tomentosa*.

III. Trzecią grupę stanowią gatunki najbardziej wrażliwe na niesprzyjające warunki miejskie (ryc. 2c). Normalny rozwój posiadają one tylko na stanowiskach zbliżonych do naturalnych. Tylko w tych warunkach rozwój ich jest zgodny z rytmiką naszego klimatu, a rośliny osiągają normalne rozmiary i przechodzą niezakłó-

cony rozwój generatywny. Na stanowiskach trzecim i czwartym rośliny te rozwijają się słabo i wczesnie zamierają. Zamieranie liści następuje latem, często już w czerwcu. W przeciwieństwie do wyżej omówionych grup gatunków, brak tu naturalnego przebarwienia liści, które w tych warunkach zasychają przedwcześnie. Obumieranie liści obejmuje początkowo brzeg blaszek liściowych, a następnie przesuwa się ku ich środkowi. Przedwcześnie obumarłe liście nie opadają od razu, lecz często przez dłuższy czas pozostają na drzewach, szpecąc rośliny i otoczenie. U roślin tych często następuje zachwianie i zmiana normalnej rytmiki rozwojowej, objawiające się wyrostaniem nowego pokolenia liści, a niekiedy również powtórным kwitnieniem. Proces ten nie obejmuje nigdy całości korony, jak to ma miejsce wiosną i dlatego nie daje efektu ozdobnego. Obserwujemy tu więc osłabienie naturalnego natężenia w występowaniu poszczególnych faz. Wielkość nowych przyrostów stopniowo zmniejsza się, co powoduje karlenie poszczególnych organów wegetatywnych. Zachwianie rytmiki rozwojowej ma wybitnie ujemny wpływ na dalszy rozwój i życie roślin. Wchodzą one bowiem w okres zimowy, niekiedy nie kończąc procesu rozwoju i mogą być uszkodzane przez silne mrozy. Odbija się to również w roku następnym, kiedy w normalnym okresie rozwijają się tylko słabsze pędy, które nie rozwinęły się w okresie letnim lub jesiennym roku poprzedniego. Znacznie osłabione jest również kwitnienie roślin. Zjawisko to, powtarzając się przez szereg lat, doprowadza do wielkiego osłabienia rośliny, stopniowego zasychania pędów oraz zanikania rozwoju generatywnego. W końcowym etapie swego życia rośliny wytwarzają tylko niedokształcone organy wegetatywne o coraz krótszym okresie żywotności. Prowadzi to do całkowitego zamierania często młodych roślin, przed osiągnięciem przez nie starczego wieku biologicznego. Gatunki tej grupy nie znoszą niekorzystnych warunków śródmiejskich. Przykładem są tu: *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, gatunki rodzaju *Aesculus*, *Juglans regia*, *Magnolia soulangeana*, różne gatunki rodzaju *Malus*, *Tilia cordata*, *Tilia euchlora*, *Tilia platyphylla*. Podobna reakcja roślin na warunki miejskie istnieje także wśród krzewów i bylin. Jest rzeczą oczywistą, że w obrębie tak pojętych grup istnieją drobne różnice w zachowaniu się rozmaitych gatunków. Ponadto nawet egzemplarze tego samego gatunku, rosnące wizualnie w takich samych warunkach, często nie rozwijają się identycznie. Prawdopodobnie związane jest to z różnicami mikrosiedliskowymi w sąsiedztwie poszczególnych roślin, a u osobników rozmnażanych generatywnie, być może również, z nieidentycznymi ich właściwościami biologicznymi.

Sprawą oczywistą jest, że przy opracowywaniu przyszłych doborów roślin dla warunków miejskich niezbędne są dokładne badania naukowe, które pozwolą ustalić ich przydatność dla poszczególnych stref miejskich. Opracowanie regionalnych doborów, obok prac nad powstrzymaniem dalszej degradacji środowiska oraz tworzeniem koniecznych warunków dla życia roślin, przyczyni się do lepszego rozwoju zieleni w naszych miastach, a tym samym lepszego pełnienia przez nią jej funkcji biologicznych i estetycznych.