

## WPŁYW ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA NA STAN ROŚLINNOŚCI DRZEWIASTEJ W KRAKOWIE

### THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL POLLUTION ON THE CONDITION OF TREE PLANTS IN KRAKÓW

■ W związku z masowym zamieraniem drzew w centrum Krakowa, rozpoczęto w 2004 r. obserwacje nad wpływem czynników biotycznych i abiotycznych na stan zieleni miejskiej. W pasach przydrożnych ciągów komunikacyjnych stwierdzono występowanie objawów uszkodzeń roślin drzewiastych w postaci nekrotycznego zbrunatnienia i redukcji powierzchni blaszek liściowych, zamieranie pędów, zwłaszcza w środkowej części koron, obecność suszu na 80–90% konarów gałęzi, niezależnie od gatunku. Natomiast na terenach parków i zieleńców Gminy Miejskiej Kraków uszkodzenia występowały sporadycznie, u 5–10% roślin drzewiastych i krzewiastych.

Na podstawie obserwacji terenowych i badań laboratoryjnych, stwierdzono, że uszkodzenia drzew rosnących na badanych stanowiskach przy szlakach komunikacyjnych w Krakowie, są powodowane kompleksowym działaniem nadmiernego zasolenia podłoża, jego alkalizacją oraz zniszczeniem struktury gleby.

Roślinność w miastach poprawia jakość życia mieszkańców nie tylko bezpośrednio, ale także pośrednio przez pozytywne oddziaływanie na samopoczucie człowieka.<sup>2</sup> Jak wynika z opracowania Komisji Europejskiej, spośród dużych miast europejskich, Kraków należy do obszarów o najniższej jakości powietrza, gdzie wysokie stężenie trujących substancji skraca życie mieszkańców średnio o kilka lat.

Dla roślin egzystujących w warunkach miejskich poważnym problemem jest kseryzacja (susza) i toksyzacja środowiska, a także zniszczenie naturalnej gleby oraz jej zasolenie.<sup>3</sup> Kumulacja kilku stresów (np. susza i zasolenie) ma znacznie większy wpływ na rośliny niż występowanie tych czynników z osobna i jest przyczyną poważnych zmian w przebiegu procesów fizjologiczno-biochemicznych u drzew. W konsekwencji występują zaburzenia w morfologii roślin, ich niekorzystny wzrost i rozwój oraz obniżenie walorów dekoracyjnych.<sup>4</sup>

Obserwowane od kilku lat zamieranie drzew w centrum Krakowa stało się impulsem do podjęcia jesienią 2004 r., trzyletnich obserwacji nad wpływem zanieczyszczeń środowiska na stan zieleni miejskiej.

#### Metodyka badań

W celu określenia wpływu środowiska miejskiego na stan drzew wybrano 20 stanowisk pomiarowych, w tym 10 przy głównych szlakach komunikacyjnych centrum Krakowa oraz 10 zlokalizowanych na terenach zieleni Gminy Miejskiej Kraków (7 w parkach oraz 3 w zieleńcach, Il. 1).

Spśród najczęściej występujących gatunków, oceniono ogólny stan drzew, szczegółowo badając 20 okazów, na każdym stanowisku pomiarowym. Ponadto spod każdego badanego drzewa pobrano po dwie próbki gleby (od strony jezdni i od strony chodnika) w celu oznaczenia zasolenia, poziomu pH oraz zawartości metali ciężkich. Zebrano także próbki liści

w celu przeprowadzenia oceny ich zdrowotności w oparciu o analizę makro- i mikroskopową.

Terenowe obserwacje wizualne prowadzono wiosną i jesienią przez kolejne 3 lata w okresie 2004–2007 r. Poziom zasolenia i pH gleby oznaczono metodą według Nowosielskiego. Zawartość metali ciężkich (Cd, Zn, Cu, Ni, Pb, Cr) w próbkach gleby oznaczono metodą absorpcji atomowej na aparacie *Perkin Elmer 1100 B*.

#### Wyniki i dyskusja

Obserwacje terenowe drzew rosnących przy ulicach o dużym natężeniu ruchu samochodowego w centrum Krakowa, wykazały masowe występowanie u większości badanych okazów, niezależnie od gatunku (*Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia x europaea*, *Parthenocissus inserta*), podobnych objawów uszkodzeń w postaci nekrotycznego zbrunatnienia blaszek liściowych, obejmującego od 10 do 80% powierzchni blaszki oraz przedwczesnego opadania liści.

W końcu sierpnia obserwowano, że na uszkodzonych drzewach pozostawało niewiele liści spośród tych, które rozwinęły się na wiosnę, bowiem większość z nich, mocno uszkodzonych opadła lub została zastąpiona młodymi liśćmi, o niewielkiej powierzchni blaszki, barwy jasnozielonej, które w miarę wzrostu i rozwoju natychmiast wykazywały objawy nekroz.

Ponadto obserwowano zamieranie pędów, zwłaszcza w środkowej części koron. Susz obejmował niejednokrotnie 80–90% konarów i gałęzi. Objawów uszkodzeń nie notowano prawie wcale na drzewach rosnących w parkach i zieleńcach miasta, z dala od ciągów komunikacyjnych.<sup>5</sup>

Analiza fito- i entomologiczna (badania: M. Pniak i M. Bartońska – danych nie zamieszczono) wykluczyła działanie czynników biotycznych jako przyczynę pogarszania się stanu i w konsekwencji zamierania drzew w Krakowie.

Badania laboratoryjne wykazały, że gleba na większości stanowisk badawczych znajdujących się wzdłuż uczęszczanych szlaków komunikacyjnych wykazuje nadmierne zasolenie oraz podwyższony, alkaliczny odczyn (Il. 1). Porównując poziom zasolenia na terenach pasów przydrożnych w okresie jesieni i wiosny obserwowano częsty wzrost tej wartości w okresie wiosennym, co jest skutkiem zastosowania chlorku sodu, używanego zimą do usuwania śniegu i lodu. Natomiast we wszystkich badanych parkach i zieleńcach zazwyczaj obserwowano znacznie niższy poziom zasolenia gleby, osiągający zaledwie połowę wartości określonej dla traktów komunikacyjnych oraz niższy w porównaniu do pasów przydrożnych poziom pH (zakres od 6 do 7).

Wyjątek stanowią zieleńce zlokalizowane na Placu Centralnym i Placu Słowiańskim, położone blisko przy jezdni i chodnikach (Il. 1). Według badań przeprowadzonych w Niemczech, w Norwegii, a także w Warszawie, sól używana do odśnieżania

Stanowisko	Gatunek drzewa	pH		Zasolenie (mS)		Zawartość metali ciężkich (mg/kg p.s.m)					
		jesień	wiosna	jesień	wiosna	kadm	cynk	miedź	nikiel	ołów	chrom
Szlaki komunikacyjne – ulice:											
Kościuszki	<i>Acer platanoides</i>	7,70	8,76	0,392	0,500	1,06	234,50	53,41	17,08	68,72	26,22
3 Maja	<i>Fraxinus excelsior</i>	7,46	8,28	0,361	0,433	1,99	357,83	63,49	37,82	113,97	60,87
Czarnowiejska	<i>Acer platanoides</i>	7,53	8,61	0,660	0,221	1,08	306,16	53,82	15,27	94,40	19,86
Kazimierza Wilk	<i>Acer platanoides</i>	7,21	7,33	0,528	0,232	1,39	400,66	46,34	18,75	142,10	35,55
Nawojki	<i>Tilia x europaea</i>	8,13	8,76	0,586	0,767	1,75	404,50	69,41	22,02	118,30	29,48
Grzegórzecka	<i>Acer platanoides</i>	7,17	7,80	0,945	0,637	0,92	432,83	65,89	26,29	178,51	24,58
Basztowa	<i>Acer platanoides</i>	7,01	7,52	0,383	0,241	1,70	503,66	104,68	22,75	140,20	40,79
Opolska	<i>Parthenocissus inserta</i>	8,01	8,53	0,464	0,297	1,67	541,33	59,97	17,08	135,56	31,09
Galicyska	<i>Robinia pseudoacacia</i>	8,08	7,99	0,132	0,098	0,73	199,51	47,74	14,32	114,66	27,05
Księcia Józefa	<i>Robinia pseudoacacia</i>	8,00	8,03	0,320	0,355	1,24	198,95	35,98	17,78	36,70	25,00
Parki Krakowa:											
Planty Krakowskie	<i>Corylus avellana</i>	6,40	6,90	0,560	0,201	0,88	136,20	42,07	15,32	40,20	19,90
Park Krakowski	<i>Fraxinus excelsior</i>	7,09	6,84	0,419	0,254	1,24	212,86	96,26	16,87	298,00	18,72
Park Jordana	<i>Tilia cordata</i>	7,08	6,83	0,228	0,168	0,83	165,36	17,73	13,53	85,14	18,89
Park Dąbie	<i>Robinia pseudoacacia</i>	6,82	6,78	0,280	0,144	0,54	113,70	15,32	19,07	40,20	21,90
Park Dębnicki	<i>Acer platanoides</i>	7,38	7,46	0,297	0,181	0,86	258,70	36,04	21,65	48,69	31,16
Park Lili Wenedy	<i>Robinia pseudoacacia</i>	6,89	6,92	0,232	0,131	0,35	94,20	15,32	14,69	21,25	18,02
Park Szwedzki	<i>Tilia x europaea</i>	6,89	7,12	0,350	0,132	2,30	793,52	23,20	14,20	68,30	30,92
Zieleńce:											
Plac Axentowicza	<i>Acer pseudoplatanus</i>	6,78	6,63	0,264	0,190	1,10	221,73	33,08	14,39	87,25	18,35
Plac Słowiański	<i>Tilia cordata</i>	6,89	6,45	0,374	0,928	1,00	243,56	36,79	15,52	67,44	23,32
Plac Centralny	<i>Tilia cordata</i>	7,30	6,43	0,409	0,737	1,10	365,80	49,58	16,27	63,87	26,16

Il. 1. Wartość zasolenia i pH gleby oraz średnia (wiosna/jesień) zawartość kadmu, cynku, miedzi, niklu, ołowiu i chromu (mg/kg p.s.m.) w próbkach gleby pobranych z 20 wybranych stanowisk w Krakowie przed i po zimie 2005/2006.

Fig. 1. The ratio of salt and pH in a soil and average (spring/summer) content of cadmium, copper, nickel, lead and chrome in samples of a soil from 20 positions in Kraków before and after the winter 2005/2006.

nia traktów komunikacyjnych powoduje olbrzymie szkody w zadrzewieniach.<sup>6</sup>

Analiza zawartości metali ciężkich w próbkach gleby (Il. 1), wykazała wysoką zawartość ołowiu i cynku, szczególnie przy szlakach komunikacyjnych. Spośród terenów zieleni, tylko w Parku Krakowskim i Parku Szwedzkim notowano podwyższony poziom tych pierwiastków; w innych parkach i zieleńcach stężenie metali ciężkich w glebie było znacznie niższe niż na terenach zlokalizowanych przy ciągach komunikacyjnych.

W Parku Krakowskim zanotowano także podwyższoną zawartość miedzi w podłożu. Stężenie pozostałych badanych pierwiastków metali ciężkich, to jest niklu, chromu i kadmu, utrzymywało się na podwyższonym, ale dopuszczalnym poziomie. Dobry stan drzew na terenie Parku Krakowskiego, mimo wysokiego stężenia metali ciężkich i usytuowania przy ruchliwej Alei Słowackiego, ale zabezpieczonego niskim murem od jezdni, przemawia za wskazaniem innego niż metale ciężkie czynnika osłabienia i przedwczesnego zamierania drzew w ciągach komunikacyjnych Krakowa.

W wyniku przeprowadzonych obserwacji ustalono ponadto, że gleba w pasach przydrożnych traktów komunikacyjnych, a także na terenie niektórych zieleńców (intensywny ruch pieszych) jest zdegradowana, mocno zagęszczona, a dla korzeni roślin pozostawiono bardzo ograniczoną powierzchnię podłoża, co może być, przyczyną wczesnego starzenia się drzew i ich

<sup>1</sup> Katedra Roślin Ozdobnych, Akademia Rolnicza w Krakowie.

<sup>2</sup> Robinette G.O., *Plants, People and Environmental Quality: A Study of Plants and Their Environmental Function*, U.S. Department of Interior, National Park Service, 1972, ss. 47–51.

<sup>3</sup> Szczepanowska H.B., *Drzewa w mieście*, Hortpress, Warszawa 2001, ss. 64–67, 82–90, 167–174; także Dmochowski W., *Wpływ zanieczyszczenia środowiska na drzewa – przyczyny zamierania drzew*, XII International Scientific Conference: 'Metal ions and other abiotic factors in the environment' Kraków 14–15 May, Abstracts 2007, s. 15.

<sup>4</sup> Fraedlich B.R., *Hazard tree evaluation and management. Shade Tree*, 1994, 67 (5–6), ss. 33–36.

<sup>5</sup> Bach A., Pawłowska B., *The effect of sodium chloride salinity and pH of soil on ornamental urban trees in Cracow with regard to nature conservation in cities*, Ecological Chemistry and Engineering 6, vol.13, 2006, ss. 455–461.

<sup>6</sup> Schmidt K.R., *Sterben Baume wirklich in der Stadt? Neue Landschaft* 11, 1984, ss. 32–36; Szczepanowska..., *op.cit.*; Dmochowski..., *op.cit.*

zamierania.<sup>7</sup> Natomiast rośliny rosnące w parkach i na niektórych, mniej „zadeptywanych”, zieleńcach posiadały optymalne warunki rozwojowe.

W podsumowaniu wyników obserwacji stanu różnych gatunków roślin drzewiastych na stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych przy szlakach komunikacyjnych oraz w parkach i zieleńcach Gminy Miejskiej Kraków, wyniki analiz gleby na zawartość soli rozpuszczalnych i metali ciężkich oraz pH, a także analizy stanu zdrowotnego, stwierdzono, że uszkodzenia roślin na wymienionych stanowiskach są spowodowane kompleksowym działaniem nadmiernego zasolenia podłoża, jego alkalizacją oraz zniszczeniem struktury gleby.

Konieczne jest podjęcie działań profilaktycznych, stosowanie prawidłowych zabiegów pielęgnacyjnych oraz sadzenie gatunków dobrze znoszących stres miejski.<sup>8</sup>

**Streszczenie:** Obserwacja drzew (*Acer platanoides*, *Acer pseudo-platanus*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *T. x europaea*) rosnących wzdłuż szlaków komunikacyjnych Krakowa wykazała, iż przejawiają one podobne uszkodzenia, niezależnie od gatunku: nekrotyczne zbrunatnienie blaszek liściowych, obejmujące od 10 do 80% powierzchni blaszki, przedwczesne opadanie liści oraz obecność suszu na 80–90% konarów gałęzi. Analiza fito- i entomologiczna próbek liści wykluczyła działanie czynników biotycznych jako przyczynę pogarszania się stanu i w konsekwencji

wzrostu drzew w Krakowie. Jeżeli idzie o wyniki badań, to sugeruje się, że masowe szkody w drzewostanie są spowodowane uszkodzeniem gleby w środowisku wzrostu korzeni, a w szczególności jej nadmiernym zasoleniem i zasadowością.

**Słowa kluczowe:** drzewa, zieleń miejska, zanieczyszczenie środowiska.

**Abstract:** *Trees (Acer platanoides, Acer pseudo-platanus, Fraxinus excelsior, Tilia cordata, T. x europaea) observed along the transportation routes of Cracow demonstrated similar damages in all species: necrotic browning of leaves in 10–80% of their leaves, premature leaf drop, branch dieback (80–90%). Phytopathological and entomological analyses of leaf samples excluded an influence of living organisms. Considering results of the study, it is suggested that mass damages to trees are caused by destruction of soil at root growth environment, in particular by its excessive salinity and alkalization.*

**Key words:** trees, urban greenery, environmental pollution.

<sup>7</sup> Szczepanowska..., *op.cit.*

<sup>8</sup> Autorki składają niniejszym podziękowania. Badania zostały dofinansowane przez Gminę Miejską Kraków – Wydział Gospodarki Komunalnej i Ochrony Środowiska Urzędu Miasta Krakowa. Podziękowania dotyczą również dr Marii Bartyńskiej i dr. Michała Pniaka, za pomoc w wykonaniu analizy fito- i entomologicznej.

Mgr inż. arch. Przemysław Baster<sup>1</sup>

## PRZESTRZEŃ I CHARAKTER POLSKICH PARKÓW KALIGRAFICZNYCH – PRZESZŁOŚĆ, TERAŹNIEJSZOŚĆ, PRZYSZŁOŚĆ

### THE SPACE AND CHARACTER OF POLISH CALLIGRAPHIC PARKS – THE PAST, THE PRESENT, THE FUTURE

■ Kilkaset zrealizowanych na przełomie XIX i XX wieku polskich parków kaligraficznych podzielić można wedle różnych kryteriów na kilka rodzajów założeń.<sup>2</sup> Pomimo przyjętych podziałów, były to układy o bardzo podobnym charakterze, co czytelnie obrazowały projekty parku.<sup>3</sup> Wykreślano na nich układ płynnych, pozornie swobodnych linii – jako projektowany przebieg ścieżek, strumienia czy brzegów stawu. Taki system linii, tworzący ów jednolity charakter, uznawany jest za ukoronowanie wysiłków w kształtowaniu założeń naturalistycznych, a nawet kanon piękna. Także sposób kształtowania trzeciego wymiaru – przestrzeni ogrodu – jest nieprzypadkowy. Podobieństwa były tak znaczne, że możliwe stało się stworzenie dokładnego schematu teoretycznego parków kaligraficznych autorstwa Józefa Strumilly.<sup>4</sup> Ich niniejszą, krótką charakterystykę zobrazowano rysunkami ukazującymi analizę Czesławic – jedną z najświetniejszych realizacji.

Rezydencja w parkach kaligraficznych nie odgrywa tak znaczącej roli, jak w minionych epokach, zarówno na planie, jak i w przestrzeni parku. Choć w niektórych realizacjach stanowi znaczący element układu, to niekiedy jest wręcz ukryta wśród

zieleni. W założeniach o najmniejszej architektonizacji nawet dojazd do rezydencji niejednokrotnie nie wyróżnia się w strukturze ogrodu. Jeżeli uda się wyodrębnić trzy części: niewielką zajezdnię, strefę przy rezydencji oraz olbrzymi park, to rezydencja jest wyeksponowana tylko od strony podjazdu, gdzie dominują elementy geometryczne. W założeniach, gdzie wyodrębnia się trzon: podjazd – rezydencja – salon jako całość o geometrycznych cechach, nie stanowi on jednolitej struktury z otaczającym go i dominującym nad nim parkiem o czysto kaligraficznych formach. Park przedstawia jednolitą całość – nie ma w nim stref, wyraźnych podziałów czy osi kompozycyjnych.<sup>5</sup>

Dopelnieniem idei projektowania pozornie naturalnie, kaligraficznych form było odpowiednie kształtowanie trzeciego wymiaru na bazie dwuwymiarowego planu. Bardzo precyzyjnie projektowano drzewostany o pozornie swobodnym rozmieszczeniu i zarysie koron. Tworzono interesujące, wieloplanowe powiązania widokowe, eksponowano najciekawsze elementy formy przestrzennej ogrodu, przy równoczesnym zachowaniu harmonii między projektowanym układem linii i drzewostanami. Dostrzeżone prawidłowości dotyczą lokalizacji drzew wzglę-