

STRESZCZENIE

ROZPRAWY DOKTORSKIEJ NT.

WŁAŚCIWOŚCI BIOCHEMICZNE GLEB PARKÓW MIEJSKICH NA TERENACH PODLEGAJĄCYCH ZRÓŻNICOWANYM WPŁYWOM ANTROPOGENICZNYM AUTORSTWA MGR ANETY PUCHAŁY

Badania prowadzono w latach 2010-2012 na materiale glebowym pobranym z poziomów próchniczych 12 ogrodów parkowych zlokalizowanych w granicach administracyjnych następujących miast: Bytom, Kraków, Lublin, Miasteczko Śląskie, Zabrze i Zamość. Wytypowano ogrody parkowe usytuowane w strefie śródmiejskiej, na terenach będących pod presją skażeń antropogenicznych oraz na obszarach peryferyjnych miast, o podobnych warunkach fizjograficznych, lecz nie poddanych bezpośredniemu oddziaływaniu czynnika antropogenicznego. Potencjalnie wysokie zagrożenie skażeniem antropogenicznym reprezentowały obiekty: Bytom 1, Kraków 1, Lublin 1, Miasteczko Śląskie 1, Zabrze 1, Zamość 1, a potencjalnie niski poziom skażenia antropogenicznego: Bytom 2, Kraków 2, Miasteczko Śląskie 2, Lublin 2, Zabrze 2, Zamość 2. Gleby badanych parków zaliczono do następujących jednostek hierarchicznych systematyki gleb: dział – gleby antropogeniczne, rząd – gleby kulturoziemne, typ – hortisole. Na terenie każdego z 12 wytypowanych ogrodów parkowych wybrano po jednej reprezentatywnej powierzchni, w obrębie dużych trawników usytuowanych w centralnej części badanych parków. Analizowana próbka glebową była średnią z 5 próbek pobranych z każdej powierzchni.

Próbki glebowe do analiz laboratoryjnych z wybranych powierzchni pobierano w drugiej połowie października każdego roku, w okresach stabilnej pogody, w których gleba znajdowała się w stanie dynamicznej równowagi utrzymującej bieg procesów biochemicznych w granicach umiarkowanego nasilenia. Badaniami objęto te parametry gleb, które decydują o podstawowych elementach ich żywotności i mają bezpośrednie odniesienie do utrzymania stabilności urządzeniowych terenów zieleni w warunkach Polski. Oznaczenia właściwości fizykochemicznych gleb obejmowały: wilgotność metodą suszarkowo-wagową, pH w 1 mol KCl·dm⁻³ – potencjometrycznie, kwasowość hydrolityczną metodą Kappena, sumę kationów o charakterze zasadowym – gleb bezwęglanowych metodą Kappena, gleb węglanowych metodą Pallmanna, na podstawie których obliczono pojemność sorpcyjną i udział kationów o charakterze zasadowym w kompleksie sorpcyjnym, zawartości: węgla organicznego – metodą Tiurina w modyfikacji Simakowa, azotu ogółem – metodą Kjeldahla, (z wyliczeniem stosunku C:N), azotu amonowego i azotu azotanowego, przyswajalnych form fosforu i potasu wg Egnera-Riehmana oraz magnezu wg Schachtschabela. Ponadto oznaczono całkowitą zawartość metali ciężkich (Zn, Pb, Cd, Cu) – metodą spektrometrii emisyjnej na aparacie Leeman Labs (PS 950) ze wzbudzeniem ICP w argonie oraz zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) – metodą HPLC z detekcją UV (254 nm). W ramach analiz biochemicznych oznaczono aktywność 5 enzymów: dehydrogenaz, fosfatazy zasadowej, fosfatazy kwaśnej, ureazy i proteazy.

Uzyskane wyniki wykazały, że lokalizacja ogrodów parkowych i związana z nią intensywność presji antropogenicznej była czynnikiem wpływającym istotnie na właściwości

fizykochemiczne i aktywność biologiczną badanych gleb. W glebach parków położonych w strefie śródmiejskiej, w efekcie zwiększonego dopływu do środowiska glebowego C organicznego pochodzenia antropogenicznego, wartości stosunku C:N były istotnie szersze niż w glebach na peryferiach miast. Podwyższone w glebach parków śródmiejskich suma zasad wymiennych i pojemność sorpcyjna jest efektem depozycji domieszek o wysokiej zdolności sorpcji w trakcie historycznych przeobrażeń urbanistycznych i podobnie, jak notowana w okresie prowadzonych badań wysoka zawartość przyswajalnych form fosforu w tych glebach jest wskaźnikiem antropogenizacji gleby w centrach miast.

Zawartość analizowanych ciężkich (Zn, Pb, Cu, Cd) i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w badanych glebach, a także aktywność badanych parametrów biochemicznych wała się w szerokich granicach, jednak wyraźnie zależała od intensywności presji antropogenicznej. Najbardziej zanieczyszczone pierwiastkami śladowymi i WWA były gleby pochodzące z obszaru Górnego Śląska. Gleby z parków położonych w strefie śródmiejskiej cechowały się kilkakrotnie większą koncentracją analizowanych pierwiastków śladowych i WWA niż gleby z obrzeży miast.

Przeprowadzone badania wykazały wysoką inaktywację biologiczną gleb na terenach będących pod silną presją czynnika antropogenicznego. W glebach parków śródmiejskich aktywność enzymów była kilkakrotnie mniejsza niż w glebach położonych na obrzeżach miast. Świadczy to o zróżnicowaniu układów ekologicznych w części centralnej i peryferyjnej analizowanych miast. Najmniejszą aktywnością biochemiczną cechowały się gleby z obszaru Górnego Śląska. Wzajemne związki między badanymi wskaźnikami biochemicznymi i chemicznymi gleb przybierały zróżnicowany charakter w zależności od lokalizacji parków, a tym samym intensywności presji antropogenicznej (strefy śródmiejskie, peryferie miast). Istotną zależność pomiędzy aktywnością wskaźników biologicznych a zawartością węgla organicznego i azotu ogółem wykazano wyłącznie w przypadku próbek glebowych pochodzących z parków usytuowanych na peryferiach miast. Zupełny brak zależności pomiędzy zawartością węgla organicznego i aktywnością enzymatyczną gleb w strefach śródmiejskich mógł być związany z niskim udziałem substancji próchniczych w ogólnej zawartości materii organicznej w tych glebach, a w konsekwencji ograniczonej dostępności łatwo przyswajalnego węgla determinującego rozwój bakterii glebowych wytwarzających enzymy. W próbkach glebowych pochodzących z parków śródmiejskich wykazano dla większości badanych parametrów biochemicznych, za wyjątkiem ureazy, istotną ujemną zależność z sumą zasad wymiennych i pojemnością sorpcyjną. Natomiast w glebach z parków usytuowanych na peryferiach miast wszystkie badane parametry biochemiczne korelowały dodatnio z właściwościami sorpcyjnymi. Dane te wskazują, że w centrach miast, charakteryzujących się wysokim poziomem zanieczyszczenia środowiska, właściwości sorpcyjne gleb są wskaźnikiem dla tych ekosystemów nieadekwatnym. Podobne tendencje zaznaczyły się w przypadku relacji między wskaźnikami biochemicznymi a metalami ciężkimi oraz WWA. W glebach parków śródmiejskich aktywność dehydrogenaz, fosfatazy kwaśnej i alkalicznej korelowała ujemnie z zawartością Zn, Pb, Cu i Cd oraz sumą WWA, aktywność ureazy z Cd i WWA, zaś proteazy wyłącznie z Cd. Rozpatrując gleby pochodzące z parków położonych na peryferiach miast stwierdzono istotnie dodatnie koreacje między aktywnością wszystkich badanych parametrów biologicznych a zawartością węgla organicznego i azotu ogółem. Wykazano także jednoznacznie stymulujący wpływ sumy 16

WWA i poszczególnych metali ciężkich (Zn, Pb, Cu) na aktywność dehydrogenaz, fosfatazy kwaśnej i zasadowej i ureazy. Również aktywność proteazy wykazywała dodatnią, aczkolwiek nieistotną korelację z całkowitą zawartością pierwiastków śladowych i WWA. Efektu stymulacji nie stwierdzono w przypadku kadmu, który należy do szczególnie toksycznych pollutantów. Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdza odmienne warunki ekologiczne w strefach śródmiejskich i na peryferiach miast, co wskazuje, że stopień zanieczyszczenia gleb miejskich uzależniony jest ściśle od strefy terenów zurbanizowanych. Warto jednak podkreślić, że wykazane w niniejszych badaniach nasilające się z upływem lat niekorzystne zmiany ekochemicznego stanu gleb (wzrost alkalizacji oraz zawartości metali ciężkich i WWA, osłabienie aktywności biologicznej) zaznaczyły się również na peryferiach większości analizowanych miast, co wskazuje na nasilającą się presję antropogeniczną na terenach zurbanizowanych w Polsce.

SUMMARY

The studies were conducted between 2010 and 2012 on soil material sampled from the humic layers of 12 park gardens situated within the administrative borders of the following cities: Bytom, Cracow, Lublin, Miasteczko Śląskie, Zabrze and Zamość. The park gardens selected for the studies were situated in central zones as areas under pressure of anthropogenic contamination, and in city outskirt zones characterised by similar physiographic conditions but not subject to the direct impact of anthropogenic factors. Bytom 1, Cracow 1, Lublin 1, Miasteczko Śląskie 1, Zabrze 1 and Zamość 1 were highly exposed to anthropogenic contamination, while Bytom 2, Cracow 2, Miasteczko Śląskie 2, Lublin 2, Zabrze 2, Zamość 2 represented a potentially low anthropogenic contamination level. Soils from the parks were classified into the following soil taxonomy units: section – anthropogenic soils, order – anthrosols, and type – hortic anthrosols. For each of the 12 park gardens identified, one representative area was chosen within the large lawns situated in the central part of the parks. The analysed soil sample was made by averaging 5 samples taken from each area.

Soil was sampled for laboratory analyses from the selected areas, each year during the second half of October, in periods of stable weather, when the soil was in a dynamic equilibrium that ensured the moderate intensity of the biochemical processes. The studies covered soil parameters that determine the basic elements of soil fertility and which are directly connected with maintaining organised green areas stable under Polish conditions. The following physicochemical properties of the soils were established: soil moisture using the oven drying method, pH in 1 mol of KCl·dm⁻³ using the potentiometric method, hydrolytic acidity using the Kappen method, total basic cations – using the Kappen method for non-calcareous soils and the Pallmann method for calcareous soils (used to calculate the sorptive capacity and the share of basic cations in the sorption complex), and the content of: organic carbon – using the Tiurin method as modified by Simakov, total nitrogen – using the Kjeldahl method (calculating also the C:N ratio), ammonia nitrogen, nitrate nitrogen, assimilable forms of phosphorus and potassium according to Egner-Riehman, and magnesium according to Schachtschabel. Furthermore, the total content of heavy metals (Zn, Pb, Cd, Cu) was determined using inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy with argon by means of a Leeman Labs system (PS 950), while the content of polycyclic aromatic

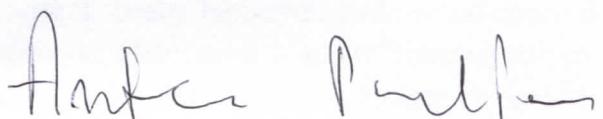
hydrocarbons (PAHs) was assayed using HPLC with UV detection (254 nm). Biochemical analyses included determination of the activity of 5 enzymes: dehydrogenases, alkaline phosphatase, acid phosphatase, urease and protease.

The results showed that the location of the park gardens and the related intensity of anthropogenic pressure had a significant impact on the physicochemical properties and the biological activity of the soils. In the soils of parks situated in central zones, increased inflow of organic C of anthropogenic origin to the soil environment resulted in a significantly wider range of values for the C:N ratio than in the soils from the outskirts. The increase in the total exchangeable bases and in the sorptive capacity of the soils from central parks is an effect of the depositing of impurities with considerable sorptive properties during past urban transformations, and, similar to the high content of assimilable forms of phosphorus in these soils recorded in the study period, it is an indicator of the anthropogenic changes occurring in city centre soils.

The content of analysed heavy metals (Zn, Pb, Cu, Cd) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the studied soils, as well as the activity of the tested biochemical parameters, represented a wide range of values, yet clearly depended on the intensity of anthropogenic pressure. Soils from Upper Silesia were the most contaminated with trace elements and PAHs. The concentrations of the analysed trace elements and PAHs were several times higher in the soils from parks situated in the city centre zone than in the soils from the outskirts.

The studies revealed high biological inactivation in those areas under strong pressure from the anthropogenic factor. In the soils from central parks, the activity of enzymes was several times lower than in the soils from the outskirts. This shows that the ecological system in central city areas differs from that in the outskirts of the cities. The soils from Upper Silesia were characterised by having the lowest biochemical activity. The interrelationships between the biochemical and chemical soil indicators varied depending on the location of the parks, and thus also on the intensity of anthropogenic pressure (central or outskirt zones). A significant relationship between the activity of biological indicators and the content of organic carbon and total nitrogen was demonstrated only in the case of soil samples from those parks situated in the outskirts. A total lack of correlation between the organic carbon content and the enzymatic activity of soils in the central zones could be connected with the low share of humic substances in the total organic matter in these soils and, as a consequence, with the limited availability of easily assimilable carbon, hence determining the development of the soil bacteria that produce enzymes. In the case of the soil samples from central parks, for the majority of the tested biochemical parameters, with the exception of urease, a significant negative correlation was demonstrated for total exchangeable bases and for the sorptive capacity. On the other hand, in the soils from parks situated on the outskirts, all the tested parameters positively correlated with the sorptive properties. This data shows that in central city zones, characterised by high environmental pollution, the sorptive properties of soils are not an appropriate indicator for these ecosystems. Similar tendencies were observed in the case of the relationship between biochemical indicators and heavy metals or PAHs. In the soils from central parks, the activity of dehydrogenases, acid phosphatase and alkaline phosphatase negatively correlated with the content of Zn, Pb, Cu, Cd and total PAHs, the activity of urease negatively correlated with the content of Cd and PAHs, whereas the activity

of protease negatively correlated with the content of Cd only. In soils from parks situated in the outskirts, significantly positive correlations were observed between the activity of all the tested biochemical parameters and the content of both organic carbon and total nitrogen. A total of the 16 PAHs and individual heavy metals (Zn, Pb, Cu) were shown to have a stimulating influence on the activity of dehydrogenases, acid phosphatase, alkaline phosphatase and urease. A positive (though insignificant) correlation was also observed between the activity of protease and the content of both trace elements and PAHs. A similar stimulation effect was not observed for cadmium, which is a particularly toxic pollutant. A statistical analysis has confirmed that the ecological conditions in central and outskirt zones differ, indicating that the degree of contamination of urban soils depends strictly on the urban zone. Nonetheless, it should be emphasised that the unfavourable changes in the ecological and chemical condition of soils (increased alkalinisation and content of both heavy metals and PAHs, lower biological activity) demonstrated in these studies, intensifying as the years go by, were observed also in the outskirts of the majority of the cities, demonstrating that anthropogenic pressure in urbanised areas in Poland is increasing.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Andrzej Pielka".