

Magdalena KRZYŻANIAK-SITARZ¹

WPŁYW TĘŻNI NA WARTOŚCI ŚREDNIOROCZNE STĘŻENIA KATIONÓW W KOMPLEKSIE SORPCYJNYM I ROZTWORZE GLEBOWYM CZARNYCH ZIEM W INOWROCŁAWIU

INFLUENCE OF GRADUATION TOWERS ON AVERAGE ANNUAL CATIONS CONTENT IN SORPTION COMPLEX AND SOIL SOLUTION OF BLACK EARTHS IN THE TOWN OF INOWROCŁAW

Abstrakt: Badaniami objęto gleby zlokalizowane w Parku Zdrojowym w Inowrocławiu, będące pod stałym wpływem tężni. Stałe oddziaływanie aerozoli unoszących się z tężni może na tyle zmodyfikować skład chemiczny gleb, że przestaną one w niedalekiej przyszłości funkcjonować jako czarne ziemie, a staną się glebami słono-sodowymi czy glebami antropogennymi słonymi. Ten specyficzny czynnik antropogenny powoduje wzrost stężenia kationów wapniowych i sodowych, zmieniając tym samym istotnie skład kompleksu sorpcyjnego analizowanych gleb. Analizy zawartości poszczególnych kationów w kompleksie sorpcyjnym wykazały wyraźną dominację jonów wapnia ($91,42 \div 333,35 \text{ mmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$), który w kilku profilach uzyskał często dwu- lub nawet trzykrotnie większe wartości stężenia niż w kujawskich czarnych ziemiach niepoddanych antropopresji. Kolejne miejsce w obsadzie kompleksu sorpcyjnego zajmował sód ($16,28 \div 73,46 \text{ mmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$). Badane gleby przyjmowały w większości poziomów wartości pośrednie stężenia sodu wymiennego, to znaczy charakteryzowały się kilkukrotnie większym stężeniem kationów sodowych w stosunku do niezasolonych czarnych ziem, jednak mniejszymi wartościami stężenia Na^+ niż w glebach poddanych silnej antropopresji przez przemysł sodowy. Pozostałe badane pierwiastki (Mg^{2+} , K^+) charakteryzowały się małym stężeniem zarówno w kompleksie sorpcyjnym, jak i roztworze glebowym i nie wykazywały cech akumulacji w którymkolwiek z poziomów genetycznych.

Słowa kluczowe: czarne ziemie, właściwości fizykochemiczne, antropopresja, tężnie

Gleby Parku Zdrojowego w Inowrocławiu, jak większość gleb Równiny Inowrocławskiej, należą do jednego z największych kompleksów czarnych ziem w Polsce [1]. Ziemie te charakteryzują duże zasoby materii organicznej, wysoka zawartość węgla wapnia, znaczna kationowa pojemność wymienna, związana z dużym stężeniem wapnia i magnezu oraz w mniejszym stopniu potasu. Zasobność czarnych ziem w kationy zasadowe wpływa na kształtowanie się odczynu tych gleb i niewielki udział w kompleksie sorpcyjnym kationów wodoru.

Ze względu na swoje położenie oraz przydatność rolniczą obszar czarnych ziem na Kujawach narażony jest na bardzo duży wpływ człowieka, czego konsekwencją są zmiany właściwości fizykochemicznych gleb. Najbardziej spektakularnym zjawiskiem degradacji tych gleb jest proces zasolenia. W Polsce naturalne zasolenie ma niewielki zasięg, dlatego też za główną przyczynę tego zjawiska w glebach na terytorium naszego kraju uważa się działalność człowieka, a szczególnie oddziaływanie przemysłu sodowego i wydobywczego, nawadnianie gleb ściekami, stosowanie nawozów mineralnych i środków służących do zwalczania śliiskości ciągów komunikacyjnych. Specyficznym czynnikiem występującym w Parku Zdrojowym w Inowrocławiu i wpływającym lokalnie na skład chemiczny gleb są tężnie. Długotrwałe oddziaływanie aerozoli unoszących się z tężni może na tyle

¹ Katedra Kształtowania i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, ul. Sucha 9, 85-789 Bydgoszcz, tel. 52 340 84 40, fax 52 340 81 41, email: sitmag@wp.pl

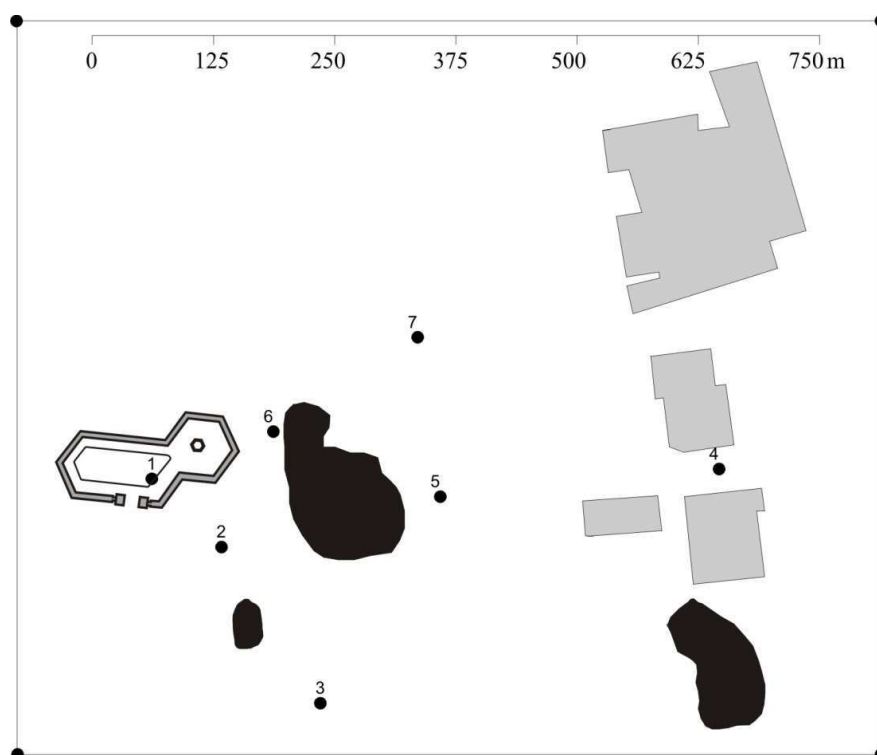
zmodyfikować skład chemiczny gleb, że przestaną one w niedalekiej przyszłości funkcjonować jako czarne ziemie, a staną się glebami słono-sodowymi czy glebami antropogennymi słonymi.

Celem niniejszych badań było określenie wpływu tężni na zmienność składu kompleksu sorpcyjnego i roztworu glebowego gleb Parku Zdrojowego w Inowrocławiu.

Materiał i metody badań

Obszar badań to blisko 60 hektarów powierzchni Parku Zdrojowego w Inowrocławiu. Na terenie parku trzykrotnie w ciągu roku (wiosna, lato, jesień) wykonano siedem odkrywek glebowych (rys. 1). Z wydzielonych i opisanych poziomów genetycznych profili glebowych pobrano próbki do analiz laboratoryjnych. W badaniach zastosowano ogólnie przyjęte w gleboznawstwie metody, którymi oznaczono następujące parametry glebowe:

- kationy wymienne Ca, Mg, Na i K w wyciągu 1M NH_4Cl o pH 8,2 metodą spektrometrii absorpcji atomowej i spektrometrii emisyjnej;
- formy wodnorozpuszczalne Ca, Mg, K i Na metodą spektrometrii absorpcji atomowej i spektrometrii emisyjnej;
- pojemność sorpcyjną oraz stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami, który obliczono matematycznie.



Rys. 1. Lokalizacja profili glebowych

Fig. 1. Location of soil profiles

Wyniki pomiarów jakości powietrza aspirowanego przy tężniach solankowych zebrane w opracowaniu Państwowego Zakładu Higieny w Poznaniu wskazują, iż dominującym związkem w wytwarzanym przez tężnie aerozolu jest chlorek sodowy ($0,79\div 95,96 \text{ mg m}^{-3}$). Zawartość chlorku sodowego jest zróżnicowana oraz zależna od odległości od tężni i wysokości nad powierzchnią ziemi [2].

Omówienie wyników

Na podstawie wyników badań zawartych we wcześniejszej publikacji [3] gleby Parku Zdrojowego w Inowrocławiu zakwalifikowano do typu czarnych ziem. Analiza zawartości poszczególnych kationów w kompleksie sorpcyjnym wykazała wyraźną dominację jonów wapnia ($91,42\div 333,35 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$), przy czym występowały specyficzne różnice w ilości tego pierwiastka w poszczególnych poziomach genetycznych profili glebowych (tab. 1). W profilach 1 i 7 uwidoczniła się przewaga ilościowa kationów Ca^{2+} w poziomie akumulacyjno-próchnicznym, natomiast w profilach 2-5 nastąpiła akumulacja kationów wapniowych w skale macierzystej. Z badań Cieśli [4] nad niezasolonymi czarnymi ziemiami kujawskimi wynika, że zawartość wapnia w tych glebach wynosi od 61 do $120 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$. Natomiast analizy Rytelewskiego i współprac. [5, 6] czy Czerwińskiego i współprac. [7] dotyczące gleb narażonych na oddziaływanie przemysłu sodowego wykazywały stężenie tego pierwiastka rzędu stu kilkudziesięciu $\text{mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$. Drugie miejsce w obsadzie kompleksu sorpcyjnego gleb zajmował sód ($16,28\div 73,46 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$). W profilach 1 i 6 nastąpiło wzbogacenie sodem w skale macierzystej. W profilach glebowych 3 i 7 dało się zauważyć akumulacje kationów Na^+ w poziomach powierzchniowych (tab. 1). Kation sodowy jako jeden z najłatwiej ługowanych z gleby przez wody opadowe może znajdować się w większych ilościach w powierzchniowych warstwach profilu tylko wtedy, gdy obserwuje się ciągły dopływ związków sodowych do gleby z określonych źródeł (w tym przypadku z tężni intensywnie pracujących szczególnie w sezonie letnim) [8]. Prowadzone w latach sześćdziesiątych przez Cieślę [4] szczegółowe badania chemizmu czarnych ziem kujawskich dowiodły, że zawartość sodu wymiennego w tym rzędzie gleb kształtuje się na poziomie $3\div 8 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$. Późniejsze analizy gleb poddanych awariom rurociągów solankowych czy przeciekom z osadników ścieków przemysłu sodowego dowodzą, że zawartość Na wymiennego w wielu przypadkach drastycznie wzrastała i dochodziła do wysokości $120\div 130 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ przy świeżych zalewach ze źródła zanieczyszczeń [5, 6, 9]. Badane gleby przyjmowały praktycznie we wszystkich poziomach wartości pośrednie, to znaczy charakteryzowały się kilkukrotnie większym stężeniem kationów sodowych w stosunku do niezasolonych czarnych ziem, jednak mniejszymi wartościami stężenia Na^+ niż w glebach poddanych oddziaływaniu przemysłu sodowego. Stężenie Mg wymiennego mieściło się w granicach $4,26\div 30,01 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 1) i były to wartości w większości poziomów cztero-, pięciokrotnie mniejsze niż w czarnych ziemiach niepoddanych antropopresji. Niewielki był również udział K wymiennego w kompleksie sorpcyjnym analizowanych gleb. Jego stężenie kształtowało się na niskim poziomie, zawierało się w przedziale $1,76\div 8,15 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ i nie wykazywało wyraźnych cech akumulacji w jakimkolwiek poziomie genetycznym.

Największe stężenie kationów w roztworze glebowym analizowanych profili przyjmowały kationy sodowe, stężenie ich mieściło się w przedziale

0,69÷42,51 mmol(+)-kg⁻¹. Ponadto w profilach glebowych 1, 2, 4-6 sól wodnorozpuszczalny wykazywał wzrost koncentracji wraz z głębokością (tab. 1).

Tabela 1
Zawartość form wymiennych i wodnorozpuszczalnych kationów w badanych glebach

The content of exchangeable and watersoluble cation forms in studied soils

Table 1

Głębokość Depth [cm]	PWK CEC	Ca ²⁺ wym	Mg ²⁺ wym	Na ⁺ wym	K ⁺ wym	H ⁺ wym	Ca ²⁺ wdn	Mg ²⁺ wdn	Na ⁺ wdn	K ⁺ wdn
	[mmol(+)-kg ⁻¹]									
Profil 1										
0÷20	277,06	220,29	10,85	41,64	4,28	0,00	1,04	1,17	14,51	0,69
20÷40	248,00	190,18	10,57	43,93	3,32	0,00	0,26	1,12	17,52	0,73
40÷60	197,21	130,13	7,52	56,31	3,25	0,00	0,12	1,43	26,22	1,10
110÷130	172,06	91,54	4,85	72,79	2,88	0,00	0,09	1,63	30,00	1,19
130÷150	249,60	168,45	4,66	73,46	3,03	0,00	0,20	2,04	31,64	1,78
Profil 2										
0÷20	201,01	162,28	12,93	17,65	8,15	0,00	0,92	1,33	1,57	2,12
20÷40	179,24	145,04	11,16	19,89	3,15	0,00	0,64	1,19	1,55	0,26
40÷60	200,94	168,09	10,17	20,05	2,63	0,00	0,39	1,20	3,25	0,41
82÷107	226,49	181,04	12,40	30,31	2,74	0,00	0,39	0,99	7,07	0,62
107÷150	358,03	307,00	15,15	32,97	2,91	0,00	4,31	0,70	10,65	0,34
Profil 3										
0÷20	192,08	130,41	10,22	24,79	4,76	21,90	0,36	0,91	0,85	1,45
20÷40	199,71	154,66	9,38	18,94	3,30	13,43	0,07	0,94	1,24	0,44
40÷55	255,49	207,49	11,94	21,16	3,07	11,83	0,04	1,00	0,99	0,55
55÷92	203,88	156,70	16,83	18,00	3,88	8,47	0,38	1,27	1,03	0,69
92÷150	329,57	292,56	12,18	19,15	2,91	2,77	5,31	0,98	1,19	0,28
Profil 4										
0÷20	160,46	132,77	8,51	16,37	2,81	0,00	0,83	1,08	0,93	1,02
20÷40	152,38	126,94	7,13	16,28	2,03	0,00	0,82	1,10	0,80	0,17
40÷60	176,97	151,22	7,52	16,46	1,77	0,00	1,11	1,13	0,75	0,15
83÷104	198,01	174,46	4,26	17,53	1,76	0,00	0,26	0,81	1,44	0,27
104÷150	376,95	327,56	15,03	31,09	3,27	0,00	0,62	0,95	10,03	0,52
Profil 5										
0÷20	332,40	268,34	30,01	30,78	3,27	0,00	5,12	2,52	10,00	0,49
20÷40	345,20	278,66	25,83	37,72	2,99	0,00	8,91	3,44	15,08	0,31
40÷60	332,36	267,01	23,43	37,29	4,63	0,00	5,66	3,21	15,65	1,23
104÷110	371,78	298,82	28,97	37,18	6,81	0,00	5,17	1,63	14,50	0,92
110÷150	378,49	321,71	13,98	39,29	3,51	0,00	5,33	1,23	15,99	0,56
Profil 6										
0÷20	298,43	242,00	10,35	41,88	4,20	0,00	0,62	0,99	19,71	1,28
20÷40	281,66	213,18	12,35	52,22	3,91	0,00	0,82	1,10	28,38	0,31
40÷60	411,53	333,35	13,79	60,10	4,29	0,00	0,90	1,20	31,38	0,46
79÷88	316,53	236,60	12,73	62,76	4,44	0,00	8,60	1,58	36,80	0,72
88÷108	340,26	260,69	10,30	64,42	4,85	0,00	8,83	1,52	39,80	0,81
108÷150	358,34	274,73	10,95	67,95	4,71	0,00	9,43	1,52	42,51	1,21
Profil 7										
0÷20	217,43	153,17	10,60	26,75	2,54	24,37	0,68	0,86	1,32	0,21
20÷40	237,63	188,90	5,86	20,61	2,13	20,13	0,17	0,66	0,96	0,37
40÷60	183,19	139,33	6,81	17,63	2,22	17,20	0,14	0,66	0,80	0,43
84÷128	148,32	109,59	6,07	17,76	2,23	12,67	0,07	0,75	0,69	0,95
128÷150	132,86	91,42	7,79	17,96	2,72	12,97	0,05	0,87	0,94	0,96

Badania wykazały, że ilość Na^+ rozpuszczalnego w wodzie przewyższała w wielu poziomach stężenia charakterystyczne dla niezasolonych czarnych ziem kujawskich, wynoszące średnio $7 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ [8], jednakże przyjmowała wartości mniejsze niż stężenie sodu wodnorozpuszczalnego w glebach narażonych na oddziaływanie przemysłu sodowego dochodzące nawet do $65\div 100 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ [5]. Zawartość wapnia wodnorozpuszczalnego charakteryzowała się stężeniem rzędu $0,05\div 9,43 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$. W profilach glebowych 2, 3 i 6 uwidoczniła się akumulacja kationów wapniowych w skale macierzystej (tab. 1). Formy wodnorozpuszczalne pozostałych pierwiastków przyjmowały małe wartości: Mg^{2+} $0,66\div 3,44 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$; K^+ $0,15\div 2,12 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ i nie wykazywały żadnych charakterystycznych tendencji w rozmieszczeniu w poszczególnych poziomach genetycznych.

Wnioski

1. Dominującym pierwiastkiem w kompleksie sorpcyjnym analizowanych gleb, niezależnie od lokalizacji odkrywki, był wapń. Ponadto w większości endopedonów stężenie Ca^{2+} było dwu-, a nawet trzykrotnie większe niż w czarnych ziemiach niepoddanych antropopresji.
2. Gleby Parku Zdrojowego w Inowrocławiu są czarnymi ziemiami o podwyższonej zawartości sodu, co przy małej ilości opadów atmosferycznych i ciągłym dopływie sodu z tężni może powodować negatywne zmiany ich właściwości fizycznych oraz składu kompleksu sorpcyjnego. To negatywne oddziaływanie kationów sodowych może być równoważone dużą zawartością jonów wapnia.
3. Zubożenie kompleksu w Mg^{2+} i K^+ może być spowodowane zwiększoną zawartością Na^+ w roztworze glebowym i kompleksie sorpcyjnym bądź wypieraniem szczególnie magnezu z kompleksu przez jony wapnia.

Literatura

- [1] Dąbkowska-Naskręt H.: *Zagrożenie degradacją i zanieczyszczeniem czarnych ziem kujawskich*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1998, **460**, 661-671.
- [2] Latour T., Czajka K., Drobnik M. i Sziwa D.: *Badania mikroklimatu w strefie przytężniowej w Inowrocławiu*. PZH, Zakład Tworzyw Uzdrawiskowych, Poznań 2004.
- [3] Krzyżaniak-Sitarz M.: *Wpływ antropopresji na właściwości fizykochemiczne gleb w Parku Zdrojowym w Inowrocławiu*. Ekol. Tech., 2008, **16**(4), 181-189.
- [4] Cieśla W.: *Właściwości chemiczne czarnych ziem kujawskich na tle środowiska geograficznego*. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Pr. Kom. Nauk Roln. i Leśnych, 1961, **8**, 4-98
- [5] Rytelewski J., Kasińska D., Poradziński M., Przedwojski R., Wróbel R.: *Chemia gleb rozmieszczonych wzdłuż rurociągów solankowych w rejonie Inowrocławia*. Zesz. Nauk. ART, Olsztyn, Rolnictwo 1988, **45**, 35-41.
- [6] Rytelewski J., Przedwojski R. i Poradziński M.: *Wpływ zakładów chemicznych na zasolenie gleb*. Mat. Konferencyjne Problematyka gleb zasolonych na Kujawach w aspekcie ich rekultywacji. Inowrocław 1986, **1**, 14-33.
- [7] Czerwiński Z., Praczyński J. i Piątek A.: *Wpływ odpadów z Janikowskich Zakładów Sodowych na tereny rolnicze*. Roczn. Glebozn., 1984, **35**(3/4), 87-105.
- [8] Kwasowski W.: *Zasolenie gleb i skład jonowy soli łatwo rozpuszczalnych w wodzie w rejonie wpływu elektrociepłowni Siekierki*. Roczn. Glebozn. 1996, **47**, 145-152.
- [9] Hulisz P., Pokojka U. i Posadzy W.: *Skutki awarii rurociągu solankowego Góra - Mątwy i metody przeciwdziałania degradacji gleb*. Inż. Ekol., Kształtowanie środowiska, PTIE, 2001, **5**, 63-69.

INFLUENCE OF GRADUATION TOWERS ON AVERAGE ANNUAL CATIONS CONTENT IN SORPTION COMPLEX AND SOIL SOLUTION OF BLACK EARTHS IN THE TOWN OF INOWROCLAW

Department of Environmental Development and Protection
University of Technology and Life Sciences, Bydgoszcz

Abstract: The research concerns soils located in the Inowrocław Spa Park, under continuous influence of graduation towers. Such a continuous impact of aerosols may modify chemical composition of soils, and may lead to transformation of black earths into salt-affected anthropogenic soils in the nearest future. This specific anthropogenic factor effected the increase of calcium and sodium cations content, significantly changing the composition of soil sorption complex of the analyzed soils. The results of separate cations content in sorption complex showed the domination of calcium cations ($91.42 \div 333.35 \text{ mmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$), which in several soil profiles attained a two or even three times higher value than in Cuiavian black earths under no anthropogenic influence. Sodium came second in content series of cations ($16.28 \div 73.46 \text{ mmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$). In most of the horizons of the investigated soils the content of these exchangeable cations was on average level. It means that the content of sodium cations was several times higher than in the black earths not affected by salt, yet lower than in soils under the influence of sodium industry. The rest of the analyzed cations (Mg^{2+} , K^+) were characterized by low concentration both in soil sorption complex and in the soil solution and did not show accumulation characteristics in any genetic horizons.

Keywords: black earth, physical and chemical properties, anthropopressure, graduation tower