

## ZMIANA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH MODELOWYCH URBANOZIEMÓW W WYNIKU DODANIA DO NICH SUBSTANCJI ORGANICZNEJ

*G. Bowanko, M. Hajnos*

Instytut Agrofizyki PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27  
e-mail: Gbowanko@demeter.ipan.lublin.pl

**Streszczenie.** Sporządzono modelowe mieszaniny urbanoziemów z gleby lessowej (poziomy A i B) z materiałami budowlanymi: cegłą, betonem, gazobeton, zaprawą. Następnie do mieszanin dodano torf. Tak otrzymane modelowe urbanoziemy poddano cyklowi mrożenia i rozmrażania. Dla wszystkich mieszanin wyznaczono pH, zbadano skład granulometryczny oraz określono wielkości powierzchni właściwej metodą adsorpcji pary wodnej.

**Słowa kluczowe:** urbanoziemy, torf, pH, adsorpcja pary wodnej.

### WSTĘP

Urbanoziemy należą do gleb antropogenicznych czyli gleb najbardziej zdegradowanych intensywną działalnością człowieka [4]. Na terenie miast mamy do czynienia z ilościowym ubytkiem gleb, niszczeniem w całości ich profilu, ograniczaniem lub w całości niwelowaniem obiegu wody i powietrza w środowisku glebowym. W wyniku wprowadzanych do gleb różnego rodzaju materiałów odpadowych zmieniają się ich właściwości chemiczne, fizyczne i fizykochemiczne. Do odpadów, które występują w dużych ilościach i w znaczny sposób zmieniają właściwości gleb, należą także materiały budowlane [1-4, 6, 7, 9, 10]. Są one pozostawiane w wierzchniej warstwie gleby po zakończeniu prac budowlanych. Jednym ze stosowanych sposobów zagospodarowania tych odpadów jest zebranie większych kawałków gruzu, rozdrobnienie ich i użycie jako podkładu pod nowo budowane jezdnie. Natomiast najczęściej stosowanym sposobem rekultywacji tak

zdegradowanych terenów jest po zebraniu większych kawałków gruzu, wyrównanie terenu, naniesienie gleby bogatej w materiał organiczny i zasianie trawy.

Odczyn i skład granulometryczny to właściwości fizyko-chemiczne opisujące stan gleby ściśle związany z jej właściwościami sorpcyjnymi, które decydują o podstawowych funkcjach gleby. Powierzchnia właściwa gleby jest również wielkością, która opisuje zdolności sorpcyjne badanego materiału. W poniższej pracy wyznaczono ją metodą adsorpcji pary wodnej [5, 8].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wnoszonego materiału organicznego (torfu) do modelowych mieszanin urbanoziemów na zmianę ich właściwości fizykochemicznych.

#### MATERIAŁY I METODY

Badaniu poddano mieszaniny gleby lessowej (pobranej z wierzchniej warstwy profilu: A (5 cm) i B (25 cm), w Elizówce k/Lublina (Typic Eutrochrept) z gruzem. Na gruz składają się równowagowe ilości betonu, cegły, gazobetonu i zaprawy. Modelowe mieszaniny przygotowano w następujących stosunkach wagowych gleba-gruz: 90–10; 80–20; 70–30; 60–40; 50–50. Przygotowany materiał przesiany został przez sito o średnicy oczek  $\phi = 1$  mm i przechowywany był w temperaturze pokojowej. Dodawanym materiałem organicznym do modelowych urbanoziemów był torf (Eutric Histosoil), który został zmielony i przesiany przez sito o średnicy oczek  $\phi = 1$  mm.

Proces adsorpcji-desorpcji wody został przeprowadzony metodą standardową w oparciu o polską normę PN-Z-19010-1. Badane próbki umieszczano w komorze próżniowej nad roztworami kwasu siarkowego o kolejno malejącej a następnie rosnącej gęstości. Po 48 godz. określano masę wilgotnych próbek poprzez ich ważenie oraz wyznaczano gęstość kwasu siarkowego. Ilość zaadsorbowanej pary wodnej przy danym  $P/P_c$ , obliczono z różnicy masy próbki wilgotnej i suchej określonej po zakończeniu pomiarów adsorpcyjnych, po 24-godzinnym suszeniu ich w temperaturze 105°C.

Dane doświadczalne adsorpcji z przedziału względnych ciśnień pomiędzy  $0.05 < P/P_0 < 0.35$  aproksymuje się do postaci liniowej równania BET:

$$y/a = 1/(a_m C) + x(C-1)/(a_m C)$$

gdzie:  $a$  jest ilością zaadsorbowanej pary przy  $P/P_0 = x$ ,  $y = x/(1-x)$ ,  $a_m$  – statystyczną pojemnością monowarstwy,  $C = \exp[(E_a - E_c)/RT]$ ,  $E_a$  – energią adsorpcji,  $E_c$  – energią kondensacji adsorbatu,  $R$  – uniwersalną stałą gazową, a  $T$  – temperaturą.

Na podstawie nachylenia otrzymanej prostej oraz wartości w punkcie jej przecięcia z osią rzędnych oblicza się wartości  $C$  oraz  $a_m$ . Powierzchnię właściwą  $S$ , oblicza się ze wzoru:

$$S = L\omega a_m / M ,$$

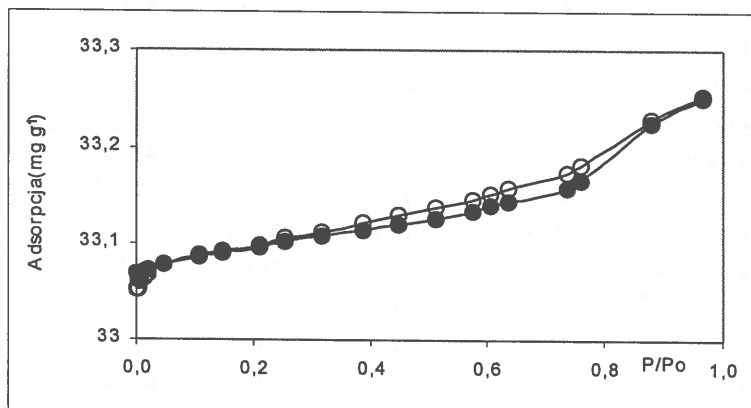
gdzie:  $\omega$  jest powierzchnią zajmowaną przez pojedynczą molekułę adsorbatu (powierzchnia siadania),  $L$  – liczba Avogadro, a  $M$  – masą cząsteczkową adsorbatu.

Pomiar pH przeprowadzono metodą elektrometryczną przy zastosowaniu pH-metru firmy Radiometer, w roztworach nad sedymencie gleby w wodzie destylowanej i roztworze 1M KCl. Stosunek gleby do roztworu wynosił 1:2,5.

Skład granulometryczny modelowych mieszanin urbanoziemów wyznaczono w oparciu o metodę Bouyoucos'a w modyfikacji Cassagrande'a i Pruszyńskiego.

## WYNIKI

Otrzymane doświadczalne izotermy adsorpcji – desorpcji pary wodnej mają ten sam kształt i są izotermami II typu, zgodnie z teorią BET, dlatego też przedstawiono izotermy dla gleby z poziomu A jako przykład (Rys.1).



Rys. 1. Izotermy adsorpcji i desorpcji pary wodnej na materiale glebowym z poziomu A.  
Fig. 1. The isotherms of water vapour adsorption and desorption of soil from A horizon.

Z danych adsorpcyjnych, w oparciu o teorię BET wyliczono powierzchnie właściwe badanych mieszanin oraz energie adsorpcji pary wodnej (Tabela 1). Obecność materiałów budowlanych powoduje, że otrzymane wielkości powierzchni właściwych oraz energii adsorpcji różnią się od tych samych wielkości wyznaczonych dla naturalnych gleb. Dodanie do modelowych mieszanin urbanoziemów materiału organicznego spowodowało kolejną zmianę wszystkich wielkości opisujących adsorpcję pary wodnej. Nastąpił znaczny przyrost powierzchni właściwej badanych próbek. Nieznacznie obniżyła swoją wartość molowa energia adsorpcji.

**Tabela 1.** Powierzchnia właściwa i energia adsorpcji pary wodnej na modelowych urbanoziemach z dodatkiem i bez dodatku torfu

**Table 1.** Specific surface area and adsorption energy for model urban soil with and without peat

Próbka	% wag. składników w modelowych mieszaninach	bez torfu		z torfem	
		S [m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ]	E <sub>ads</sub> [KJ mol <sup>-1</sup> ]	S [m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ]	E <sub>ads</sub> [KJ mol <sup>-1</sup> ]
Gleba (poziom A)		30,25	52,72	80,79	52,42
Gleba-Cegła	50–50	17,95	59,62	71,02	52,49
Gleba-Beton	50–50	30,78	61,05	90,82	55,06
Gleba-Gazobeton	50–50	51,70	56,98	92,93	53,35
Gleba-Zaprawa	50–50	20,48	56,62	79,22	53,72
Gleba-Gruz	90–10	28,58	52,91	82,62	53,16
Gleba-Gruz	80–20	28,41	54,31	81,02	53,39
Gleba-Gruz	70–30	27,82	54,93	80,53	53,17
Gleba-Gruz	60–40	29,52	57,47	78,55	53,68
Gleba-Gruz	50–50	27,33	56,92	76,80	50,84
Gleba (poziom B)		34,20	52,83	82,74	52,53
Gleba-Cegła	50–50	13,72	60,03	72,10	52,64
Gleba-Beton	50–50	19,88	60,84	85,12	53,79
Gleba-Gazobeton	50–50	52,82	56,02	98,93	55,06
Gleba-Zaprawa	50–50	21,32	55,98	79,17	53,78
Gleba-Gruz	90–10	32,70	54,96	84,43	53,72
Gleba-Gruz	80–20	31,70	55,35	82,32	53,42
Gleba-Gruz	70–30	28,80	55,84	81,38	53,01
Gleba-Gruz	60–40	29,40	56,54	81,07	53,55
Gleba-Gruz	50–50	26,50	55,48	79,78	52,66

Następnie analizowano zmiany odczynu w modelowych mieszaninach. Obecność materiałów budowlanych wpłynęła na zwiększenie się poziomu pH, natomiast dodanie substancji organicznej spowodowało gwałtowne obniżenie poziomu pH (Tabela 2).

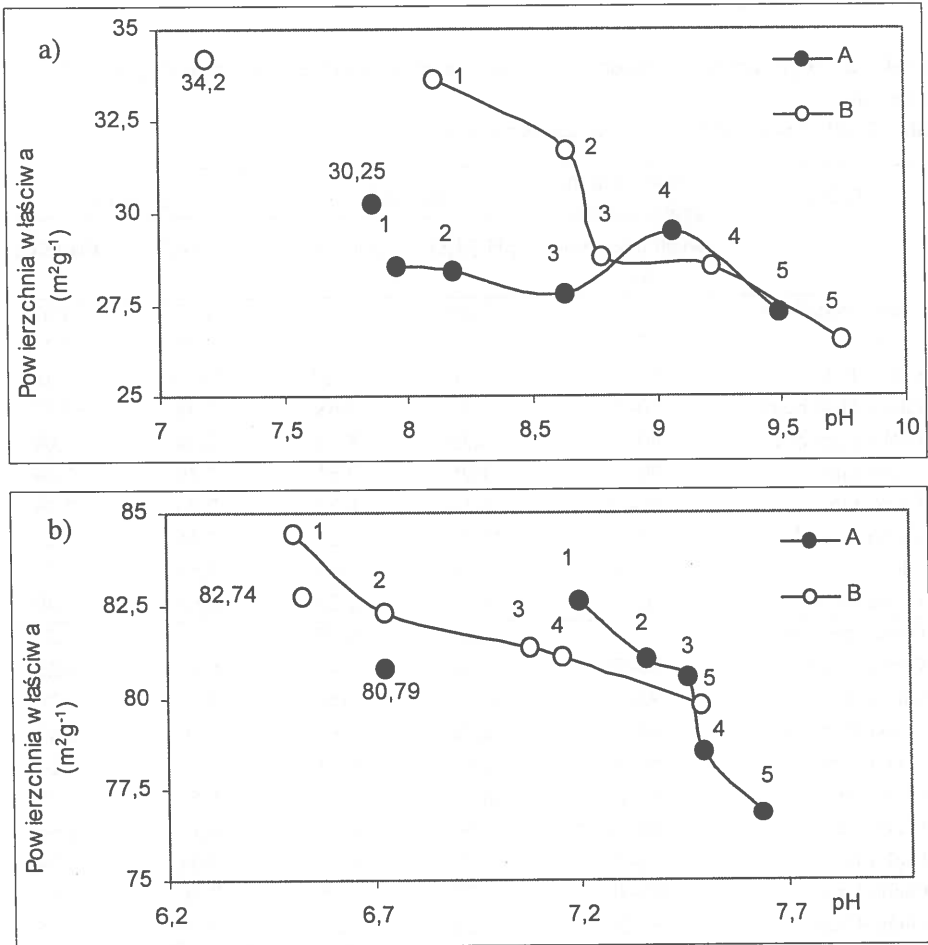
**Tabela 2.** Wyznaczone wielkości pH analizowanych modelowych urbanoziemów bez torfu i z torfem

**Table 2.** pH of model urban soil with and without peat

Próbka	% wag. składników w modelowych mieszaninach	Bez torfu		Z torfem	
		pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	pH (H <sub>2</sub> O)	PH (KCl)
Gleba (poziom A)		7,86	7,19	6,53	6,02
Gleba-Cegła	50–50	7,93	7,25	6,03	5,91
Gleba-Beton	50–50	11,63	11,17	10,46	10,06
Gleba-Gazobeton	50–50	8,03	7,68	7,48	7,37
Gleba-Zaprawa	50–50	8,80	8,12	7,24	7,08
Gleba-Gruz	90–10	7,95	7,64	7,20	7,06
Gleba-Gruz	80–20	8,18	8,02	7,36	7,19
Gleba-Gruz	70–30	8,63	8,27	7,46	7,23
Gleba-Gruz	60–40	9,06	8,85	7,50	7,26
Gleba-Gruz	50–50	9,49	9,24	7,64	7,40
Gleba (poziom B)		7,21	6,60	6,73	6,37
Gleba-Cegła	50–50	7,94	7,43	6,61	6,21
Gleba-Beton	50–50	11,35	10,80	9,71	9,36
Gleba-Gazobeton	50–50	8,06	7,85	7,60	7,47
Gleba-Zaprawa	50–50	8,87	8,00	7,32	7,24
Gleba-Gruz	90–10	8,11	7,87	6,51	6,59
Gleba-Gruz	80–20	8,64	8,39	6,73	6,65
Gleba-Gruz	70–30	8,78	8,32	7,08	6,94
Gleba-Gruz	60–40	9,22	9,02	7,16	7,06
Gleba-Gruz	50–50	9,74	9,21	7,49	7,35

Dla modelowych urbanoziemów stwierdzono zależność odwrotnie proporcjonalną pomiędzy wielkością powierzchni właściwej a pH, która jest jeszcze bardziej widoczna dla mieszanin z dodatkiem substancji organicznej Rys. 2. Na rysunkach dodatkowe, pojedyncze punkty dotyczą „czystej” nie zdegradowanej gleby (Rys.2a) i gleby z dodatkiem torfu (Rys.2b). Opisane są one wartościami ich wielkości powierzchni właściwej. Punkty na krzywych opisane cyframi, odpowiadają zawartościom gleby w modelowym urbanoziemie: 1 (90%); 2 (80%);

3 (70%); 4 (60%); 5 (50%). Jak można zauważyć wzrostowi pH towarzyszy spadek wielkości powierzchni właściwej i ma to miejsce zarówno w przypadku gleby z poziom A jak i B.



**Rys. 2.** Zależność powierzchni właściwej od pH modelowych urbanoziemów, (a) – próby glebowe bez dodatku torfu, (b) – próby glebowe z dodatkiem torfu, A, B – poziom.

**Fig. 2.** Relation between specific surface area and pH of model urban soil. (a) – soils mixtures without peat, (b) – soils mixtures with peat, A, B – horizon.

Stosunek powierzchni właściwej do pH nie jest proporcjonalny. Na Rys. 2a przedstawione są zależności powierzchni właściwej i pH dla prób glebowych bez

dotatku torfu. Wyznaczone wartości powierzchni właściwej zarówno dla mieszanin gleby z poziomu A jak i B można odnieść praktycznie do tego samego zakresu pH. Dodanie torfu do modelowych mieszanin spowodowało obniżenie wartości odczynu (pH) dla wszystkich próbek glebowych zarówno z poziomu A jak i B (rys.2b). W przypadku mieszanin gleby z poziomu A nastąpiło znaczne zawężenie przedziału wartości pH, któremu odpowiadają wyznaczone wielkości powierzchni właściwej. W przypadku gleby z poziomu B zmniejszenie się przedziału pH jest nieznaczne a odpowiadający mu zakres zmiany wartości powierzchni właściwej zmniejszył się od połowę w stosunku do mieszanin bez torfu.

**Tabela 3.** Skład granulometryczny wyznaczony dla modelowych urbanoziemów z dodatkiem i bez dodatku torfu

**Table 3.** Granulometric composition of model urban soil with and without peat

Próbka	% wag. Składników w modelowych mieszaninach	Bez torfu			Z torfem		
		Piasek	Pył	Ił	Piasek	Pył	Ił
Gleba (poziom A)		9	51	39	26	56	18
Gleba-Cegła	50-50	24	41	35	29	41	30
Gleba-Beton	50-50	42	35	23	41	34	25
Gleba-Gazobeton	50-50	40	39	21	40	38	22
Gleba-Zaprawa	50-50	46	32	22	47	31	22
Gleba-Gruz	90-10	13	43	44	38	39	23
Gleba-Gruz	80-20	22	38	40	32	41	27
Gleba-Gruz	70-30	25	34	41	32	38	30
Gleba-Gruz	60-40	36	25	39	38	38	24
Gleba-Gruz	50-50	39	21	40	39	42	19
Gleba (poziom B)		12	47	41	28	50	22
Gleba-Cegła	50-50	11	55	34	23	48	29
Gleba-Beton	50-50	38	37	25	37	34	29
Gleba-Gazobeton	50-50	39	39	22	39	36	25
Gleba-Zaprawa	50-50	42	32	26	43	31	26
Gleba-Gruz	90-10	11	51	38	25	43	32
Gleba-Gruz	80-20	13	46	41	29	45	26
Gleba-Gruz	70-30	18	44	38	32	44	24
Gleba-Gruz	60-40	28	29	43	39	43	18
Gleba-Gruz	50-50	34	42	24	40	40	20

Piasek (1-0,1 mm); Pył (0,1-0,02 mm); Ił (<0,02 mm)

Wzrost zawartości substancji organicznej w próbach glebowych wpłynął na zwiększenie, nawet dwukrotne, wartości wyznaczonej powierzchni właściwej. Wzrost wielkości powierzchni właściwej nastąpił we wszystkich mieszaninach. Również skład granulometryczny uległ zmianie. Po dodaniu do gleby badanych materiałów budowlanych nastąpił przyrost zawartości frakcji piasku kosztem frakcji pyłu i łu (Tabela 3). W wyniku dodania do modelowych urbanoziemów substancji organicznej otrzymano utwory, w których nie stwierdzono (w większości wypadków) znacznego zróżnicowania zawartości frakcji granulometrycznych. Jedynie gleba lessowa zarówno z poziomu A i B zmieniła istotnie swój skład granulometryczny.

#### WNIOSKI

1. Dodanie substancji organicznej do modelowych urbanoziemów znacząco wpłynęło na zmianę właściwości fizykochemicznych analizowanych utworów glebowych. Dodany torf powodował znaczący, nawet kilkukrotny, wzrost powierzchni właściwej.
2. Modelowe urbanoziemy charakteryzowały się podwyższonym poziomem pH w porównaniu do podstawowej gleby.
3. Dodanie do gleby materiałów budowlanych spowodowało przesunięcie zawartości poszczególnych frakcji w kierunku zwiększenia ilości piasku. Ma to miejsce w przypadku dodawania pojedynczych materiałów budowlanych.
4. Obecność substancji organicznej obniżała wpływ materiałów budowlanych na poziom pH modelowych urbanoziemów (o jedną, dwie jednostki).
5. Osiągany poziom pH, jedynie poza przypadkiem mieszaniny gleby z betonem, był optymalny dla rozwoju roślin i organizmów glebowych.
6. Obniżanie poziomu pH może powodować cofanie procesu wysycania kompleksu sorpcyjnego jonami Ca i Mg, które pochodzą z gruzu budowlanego i przez to zapobiegać powstawaniu na terenie miast pararendzin antropogenicznych.

#### PIŚMIENNICTWO

1. Aey W., Blume H.P.: Genesis and ecology of old and young town soils used as gardens. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 25, 33–38, 1993.



2. **Bazzoffi P., Pellergrini S., Rocchini A., Morandi M., Grosselli O.:** The effect of urban refuse compost and different tractors tyres on soil physical properties soil erosion and mice yield. *Soil & Tillage Research*, 48, 275–286, 1998.
3. **Diaz E., Roldan A., Lax A., Albaladejo J.:** Formation of stable aggregates in degraded soil by amendment with urban refuse and peat. *Geoderma*, 63, 277–288, 1994.
4. **Dobrzański B., Zawadzki S.:** *Gleboznawstwo*. PWRi L, 1993.
5. **Gregg S.J., Sing K.S.W.:** *Adsorption, Surface Area and Porosity*. Academic Press, 1978.
6. **Huinink Jan Th. M.:** Soil quality requirements for use in urban environments. *Soil and Tillage Research* 47, 157–162, 1998.
7. **Jim C.Y.:** Urban soil characteristic and limitations for landscape planting in Hong Kong. *Landscape and Urban Planning*, 40, 235–249, 1988.
8. **Ościk J.:** *Adsorpcja*. PWN, 1979.
9. **Paterson E., Berrow M.L., Wilson M.J.:** Soil protection. W: *Maculae Land Use Research Institute – Annual Report, 1988–1989*.
10. **Paterson E., Sanka M., Clark L.:** Urban soils as pollutant sinks – a case study from Aberdeen, Scotland. *Applied Geochemistry*, 11, 129–131, 1996.

## CHANGES OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF MODEL URBAN SOILS DUE TO ADDITION OF ORGANIC MATTER

*G. Bowanko, M. Hajnos*

Institute of Agrophysics PAS, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27, Poland  
e-mail: Gbowanko@demeter.ipan.lublin.pl

**Summary.** Model urban soil were composed by mixing of a loessial soil with either 50% w/w brick, concrete, foam concrete or mortar. Then into these mixtures organic mater was added. The mixtures were moisten to 25% of their field water capacity and subjected to six cyclic changes of temperature. After the cycles on the model mixtures measurements of pH, granulometric composition, and specific surface area by the water vapour adsorption were performed. Organic matter modified the above properties to a large extent.

**Keywords:** urban soil, peat, pH, water vapour adsorption.