Acta Agrophysica, 2001, 57, 159-168

CHARAKTERYSTKI HYDROFIZYCZNE GLEB BRUNATNYCH I PŁOWYCH POLSKI WYTWORZONYCH ZE SKAŁ MASYWNYCH

R. Walczak., B. Witkowska-Walczak, C. Sławiński

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie
Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27
e-mail: rwalczak@demeter.ipan.lublin.pl

S t r e s z c z e n i e. Przedstawiono charakterystyki hydrofizyczne gleb brunatnych i płowych Polski wytworzonych ze skał masywnych. Stwierdzono, że pomimo znaczącego zróżnicowania, badane gleby charakteryzowały się jednorodnością pod względem zarówno statycznych jak i dynamicznych właściwości wodnych. Najkorzystniejsze stosunki powietrzno-wodne panują w ich warstwach powierzchniowych.

S ł o w a k l u c z o w e: gleby brunatne, gleby płowe, charakterystyki hydrofizyczne.

WSTĘP

Gleby brunatne i płowe Polski wytworzone ze skał masywnych, t.j. powstałych na zwietrzelinach granitów, sjenitów, gabro, bazaltów, gnejsów, łupków krystalicznych, kwarcytów oraz piaskowców, użytkowane jako grunty orne, zajmują 4% powierzchni Polski. Występują one na terenach górskich i podgórskich, t.j. w Karpatach, Sudetach i Górach Świętokrzyskich (3,7%), a także na niewielkich obszarach Pojezierzy (0,3%) [1,23].

Ze względu na odmienne oddziaływanie głównych czynników glebotwórczych w obszarach górskich, gleby te znacznie różnią się swoimi właściwościami od takich samych gleb terenów nizinnych. Z rzeźbą terenu wiążą się procesy ich erozji i ciągłego odmładzania, a ponadto rzeźba terenu decyduje o kierunku ruchu roztworu glebowego, t.j. panuje w nich boczny ruch wody, co w znaczącym stopniu wpływa na przebieg procesów glebotwórczych. Rodzaj skały macierzystej, z jakiej wytworzone są gleby brunatne i płowe rejonów górskich, decyduje o ich miąższości oraz właściwościach fizycznych i chemicznych [2-4,7,8,10,13,20]. Gleby te zaliczane są do

kompleksu gleb górskich: zbożowego i owsiano-ziemniaczanego, na których praktycznie niemożliwa jest uprawa roślin ozimych [12,14,15,19,23].

W Banku Próbek Glebowych reprezentujących mineralne gleby Polski, gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych podzielono na cztery grupy [5,18,22], t.j. gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, gliniaste i szkieletowo-gliniaste (nr 16), (1,1%); gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, gliniaste (nr 17), (1,3%); gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, ilaste (nr 18), (0,3%); gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, pyłowe (nr 19), (1,3%).

Celem niniejszej pracy było określenie charakterystyk hydrofizycznych gleb brunatnych i płowych Polski wytworzonych ze skał masywnych, t.j. ich zdolności do retencjonowania oraz przewodzenia wody, które stanowiły bazę do opracowania map wodnych właściwości gleb Polski [18,22].

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania charakterystyk wodnych gleb brunatnych i płowych Polski wytworzonych ze skał masywnych przeprowadzono na podstawie 29 wzorcowych profili wybranych z Banku Próbek Glebowych Polski, których głębokość nie przekraczała 60 cm. Próbki glebowe pobrano z trzech warstw profili, t.j. warstwy powierzchniowej (ornej), podpowierzchniowej i podglebia, z różnych głębokości w zależności od wykształcenia danego profilu [5,22].

Gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, gliniaste i szkieletowo-gliniaste (grupa 1), reprezentowane były przez 10 profili. Gęstość próbek glebowych pobranych z poszczególnych warstw ich profili wahała się od 1,13 do 1,80 g cm^{-3}, a powierzchnia właściwa wyznaczona metodą adsorpcji pary wodnej od 23 do 101 $m^2 g^{-1}$.

Gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, gliniaste (grupa 2), reprezentowane były przez 5 profili. Gęstość próbek glebowych pobranych z ich warstw wahała się od 1,11 do 1,69 g cm^{-3}, a powierzchnia właściwa od 29 do 67 $m^2 g^{-1}$.

Gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, ilaste (grupa 3), reprezentowane były przez 5 profili. Gęstość próbek glebowych pobranych z ich warstw wahała się od 1,11 do 1,77 g cm^{-3}, a powierzchnia właściwa od 40 do 77 $m^2 g^{-1}$.

Gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, pyłowe (grupa 4), reprezentowane były przez 9 profili. Gęstość próbek glebowych pobranych z ich warstw wahała się od 1,31 do 1,81 g cm^{-3}, a powierzchnia właściwa od 24 do 70 $m^2 g^{-1}$ [17,18].

Krzywe retencji wodnej, t.j. zależność potencjał wody glebowej-wilgotność (statyczne charakterystyki wodne), gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych wyznaczono w procesie osuszania przy użyciu zestawu laboratoryjnego LAB 012 firmy Soil Moisture Equipment [6] dla 11 wartości potencjału wody glebowej w zakresie 98,1 - 1 471 500 J m^{-3} odpowiadających pF: 0; 1; 1,5; 2; 2,2; 2,5; 2,7; 3; 3,2; 3,7 i 4,2. Jako graniczne wartości wielkości średnic porów glebowych przyjęto 18,5 μm (pF 2,2) pomiędzy porami dużymi i średnimi oraz 0,2 μm (pF 4,2) pomiędzy porami średnimi i małymi [23].

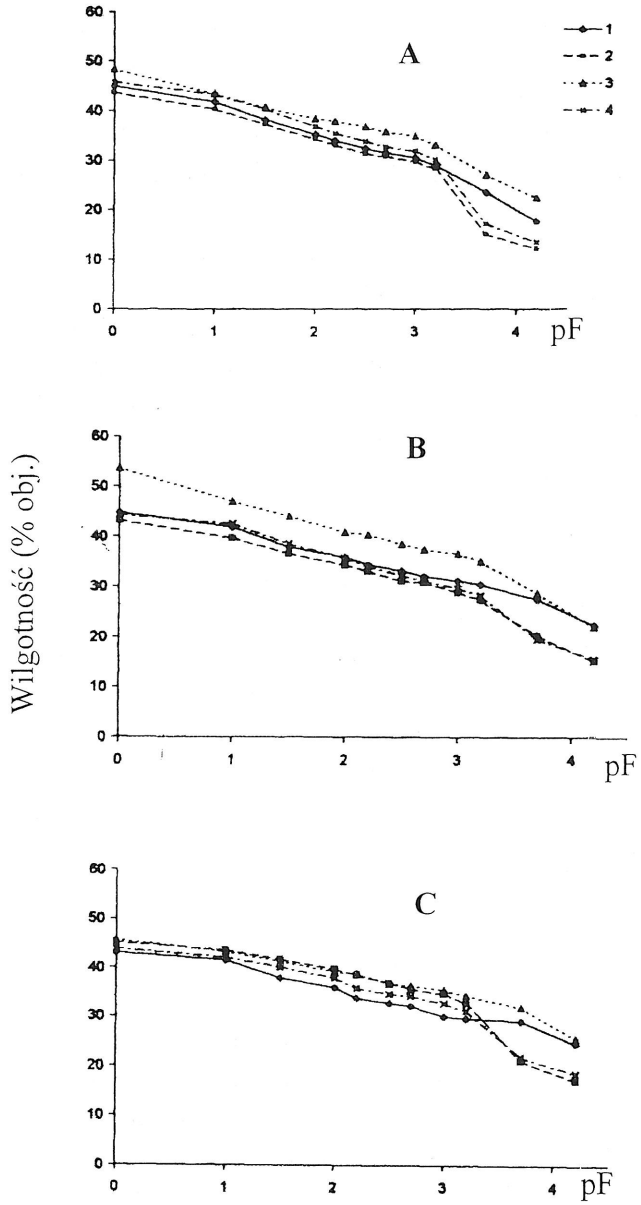
Wyznaczenie współczynników przewodnictwa wodnego (dynamiczne charakterystyki wodne) wykonano metodą profili chwilowych, opartą na pomiarze wilgotności i potencjału wody glebowej w wybranych warstwach próbki glebowej przy pomocy zestawu pomiarowego TDR w procesie osuszania [9,11,16,21].

WYNIKI BADAŃ

Zależność pomiędzy potencjałem wody glebowej (pF) a zawartością wody wyrażoną w cm^3 cm^{-3} dla gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych przedstawiono na rys 1. Ilość wody wiązanej różnymi siłami w jednostkowej objętości gleby jest szczególnie przydatna, gdyż określa możliwości poboru wody przez rośliny z obszaru gleby obejmowanego systemem korzeniowym oraz umożliwia bilansowanie zasobów wodnych w różnych warstwach gleby.

Z układu danych przedstawionych na rysunku wynika, że ilość wody zawarta w warstwie powierzchniowej gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych waha od 44% do 48% przy pF od 0 do 13-22% przy pF 4,2. Ilości wody retencjonowanej w warstwie podpowierzchniowej mieszczą się w granicach od 43 do 53% przy pF 0 i od 16% do 22% przy pF 4,2. W przypadku podglebia gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych przy pF 0 odnotowano wilgotności od 43 do 46%, a przy pF 4,2 od 17 do 25%. Należy podkreślić, że różnice wilgotności przy wybranych wartościach pF dla badanych próbek glebowych z różnych warstw profili badanych gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych wszystkich czterech grup nie przekraczają 10%. Na uwagę zasługują jedynie wyraźnie wyższe zawartości wody w próbkach gleb brunatnych i płowych, ilastych (grupa 3) w zakresie pF 0 - pF 3,2. Taki przebieg zależności potencjał wody glebowej-wilgotność dla badanych gleb świadczy o ich znacznej jednorodności pod względem statycznych właściwości hydrofizycznych.

Charakter przebiegu krzywych retencji w różnych warstwach gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych, zarówno gliniastych i szkieletowo-



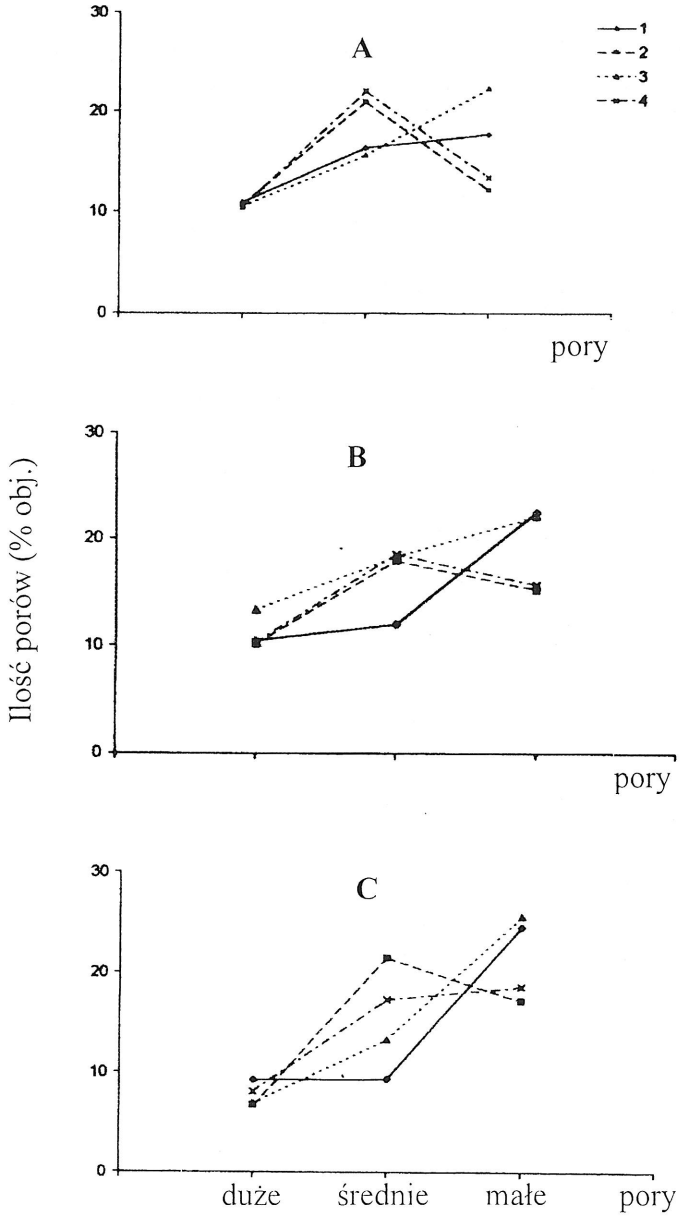
Rys. 1. Charakterystyki potencjał wody glebowej (pF) - wilgotność dla gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych; 1 - gliniaste i szkieletowo-gliniaste, 2 - gliniaste, 3 - ilaste, 4 - pyłowe; a) warstwa powierzchniowa, b) warstwa podpowierzchniowa, c) podglebie.

Fig. 1. Soil water potential (pF) - water content characteristics for brown (Cambisols) and grey-brown soils Luvisols) derived from lithic rocks; 1 - loamy and skeleton-loamy, 2 loamy, 3 clayey, 4 silty; a) surface layer, b) subsurface layer, c) subsoil.

gliniastych (grupa 1), gliniastych (grupa 2), ilastych (grupa 3) jak i pyłowych (grupa 4), jest podobny w zakresie potencjałów wody glebowej odpowiadających pF 0 - pF 3,2, gdzie można obserwować minimalne spadki wilgotności. Powyżej pF 3,2 gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych wszystkich czterech grup wykazują gwałtowny spadek wilgotności do pF 4,2 we wszystkich badanych warstwach profili. Najbardziej jest to widoczne dla gleb gliniastych i pyłowych, gdzie zmniejszenie zawartości wody dochodzi do 16-17%.

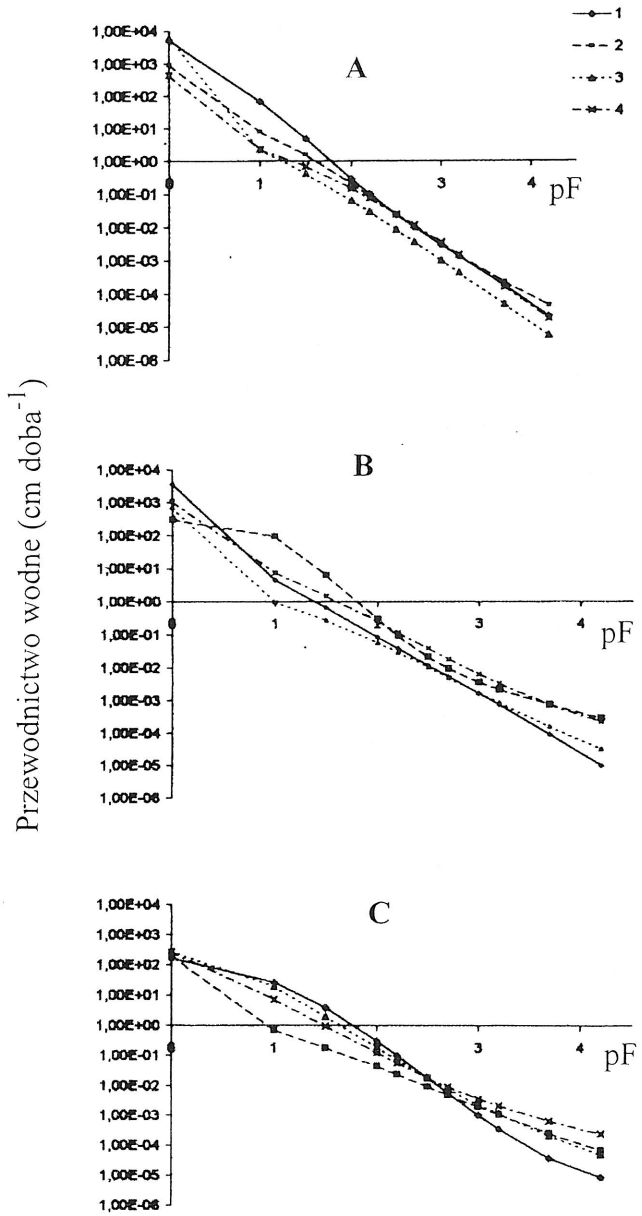
Ilość porów różnych wielkości znajdujących się w poszczególnych warstwach gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych przedstawiono na rys. 2. Z wykresów wynika, że największe ilości dużych porów (>18,5 μm), tzw. aeracyjnych lub filtracyjnych, odpowiadających za odprowadzanie nadmiaru wody z profilu glebowego (11-13%) znajdują się w warstwie powierzchniowej i podpowierzchniowej badanych gleb, najmniejsze zaś (7-9%) w ich podglebiu. Ilości porów małych (>0,2 μm), w których zatrzymywana jest woda niedostępna dla roślin, są maksymalne w podglebiu (24-26%) i w warstwie podpowierzchniowej (22-23%) gleb gliniastych i szkieletowo-gliniastych oraz ilastych (grupa 1 i 3), minimalne natomiast w warstwie powierzchniowej gleb gliniastych i pyłowych (grupa 2 i 4). Ilość porów średnich (0,2 μm - 18,5 μm), w których retencjonowana jest woda użyteczna dla roślin, wartości maksymalne (21-22%) osiąga w warstwie powierzchniowej gleb brunatnych i płowych, gliniastych i pyłowych (grupa 2 i 4) oraz w podglebiu gleb gliniastych (grupa 2) - 22%. Minimalne ilości porów średnich (9%) odnotowano w podglebiu badanych gleb gliniastych i szkieletowo-gliniastych (grupa 1). Z analizy przebiegu wartości ilości porów różnych kategorii w poszczególnych warstwach profilu glebowego wynika, że najkorzystniejsze stosunki wodno-powietrzne panują w warstwie powierzchniowej gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych, gliniastych i pyłowych (grupa 2 i 4), gdyż charakteryzują się one dużą ilością porów średnich oraz dostateczną ilością porów dużych, co zapewnia odpowiednią relację pomiędzy ilością wody dostępnej dla roślin a powietrzem znajdującym się w glebie. Gleby gliniaste i szkieletowo-gliniaste oraz ilaste (grupa 1 i 3) we wszystkich warstwach wykazują zbyt małe napowietrzenie, o czym świadczy ilość porów dużych nie przekraczająca 11%.

Zależność współczynnika przewodnictwa wodnego (k) od potencjału wody glebowej, wyrażonego w jednostkach pF, dla gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych przedstawiono na rys. 3. Z układu danych przedstawionych na rysunku wynika, że wartości współczynnika przewodnictwa wodnego w warstwie powierzchniowej gleb brunatnych i płowych wytworzonych



Rys. 2. Ilość porów różnych wymiarów dla gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych; 1 - gliniaste i szkieletowo-gliniaste, 2 - gliniaste, 3 - ilaste, 4 - pyłowe; a) warstwa powierzchniowa, b) warstwa podpowierzchniowa, c) podglebie.

Fig. 2. Amount of different size pores for brown (Cambisols) and grey-brown (Luvisols) soils derived from lithic rocks; 1 - loamy and skeleton loamy, 2 - loamy, 3 - clayey, 4 - silty: a) surface layer, b) subsurface layer, c) subsoil.



Rys. 3. Przewodnictwo wodne w funkcji potencjału wody glebowej dla gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych; 1 - gliniaste i szkieletowo-gliniaste, 2 - gliniaste, 3 - ilaste, 4 - pyłowe; a) warstwa powierzchniowa, b) warstwa podpowierzchniowa, c) podglebie.

Fig. 3. Water conductivity as a function of water potential for brown (Cambisols) and grey-brown soils (Luvisols) derived from lithic rocks; 1 - loamy and skeleton loamy, 2 - loamy, 3 - clayey, 4 - silty; a) surface layer, b) subsurface layer, c) subsoil.

ze skał masywnych zmniejszają się wraz ze wzrostem pF z 5,9 x 10^3 cm $doba^{-1}$ przy pF 0 do 5,7x 10^{-6} cm $doba^{-1}$ przy pF 4,2; w warstwie podpowierzchniowej z 3,6 x 10^3 cm $doba^{-1}$ do 1,0 x 10^{-5} cm $doba^{-1}$; a w podglebiu z 2,8 x 10^2 cm $doba^{-1}$ do 8,8 x 10^{-6} cm $doba^{-1}$. Z powyższego wynika, że wartości tego współczynnika przewodnictwa wodnego zmieniają się najbardziej (o dziewięć rzędów wielkości) w warstwie powierzchniowej badanych gleb. Z przebiegu krzywych na wykresach widać także, że zmniejszanie się wartości tego współczynnika w warstwie powierz-chniowej badanych gleb jest jednostajne wraz ze wzrostem wartości pF. W warstwie podpowierzchniowej, gleby gliniaste w zakresie pF 0 - pF 1 wykazują minimalny spadek wartości współczynnika, podczas, gdy pozostałe gwałtowny (o cztery rzędy wielkości). W podglebiu w zakresie niskich potencjałów spadek wartości współczynnika przewodnictwa wodnego jest niewielki dla gleb grup 1, 2 i 4. Powyżej pF 3 natomiast w warstwie podpowierzchniowej i w podglebiu zmniejszanie wartości współczynników przewodnictwa wodnego następowało stopniowo dla gleb grupy 2 i 4, a gwałtownie dla gleb grupy 1 i 3. Najwyższymi wartościami przewodnictwa wodnego w całym zakresie badanych potencjałów wody glebowej charakteryzowała się warstwa powierzchniowa gleb brunatnych i płowych, gliniastych i szkieletowo-gliniastych, gliniastych oraz pyłowych, wytworzonych ze skał masywnych. Najniższe wartości przewodnictwa odnotowano natomiast w podglebiu badanych gleb.

Analizując przebiegi charakterystyk hydrofizycznych, zarówno statycznych jak i dynamicznych, gleb brunatnych i płowych Polski wytworzonych ze skał masywnych należy stwierdzić, że pomimo niezwykle zróżnicowanego podłoża, na którym powstały, jak również odmiennych czynników glebotwórczych je kształtujących, charakteryzują się one znaczną jednorodnością.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań charakterystyk hyrofizycznych gleb brunatnych i płowych Polski wytworzonych ze skał masywnych oraz uzyskanych wyników można wyprowadzić następujące wnioski:

1. Ilość wody retencjonowana przez gleby brunatne i płowe wynosi od 53% przy pF 0 do 13 % przy pF 4,2.

2. Spadek ilości wody wraz ze wzrostem wartości pF we wszystkich warstwach profili badanych gleb jest łagodny w zakresie pF 0 - pF 3,2, natomiast powyżej pF 3,2 - gwałtowny.

3. Najkorzystniejsze stosunki wodno-powietrzne panują w warstwie powierzchniowej gleb brunatnych i płowych gliniastych i pyłowych, gdyż charakteryzują się one dużą ilością porów średnich oraz dostateczną ilością porów dużych, co zapewnia właściwą relację pomiędzy ilością wody dostępnej dla roślin a powietrzem znajdującym się w glebach.

4. Wartości współczynnika przewodnictwa wodnego w badanych glebach zmieniają się od 5,9 x 10^{3} przy pF 0 do 8,8 x 10^{-6} cm $doba^{-1}$ przy pF 4,2 i są najwyższe w ich warstwie powierzchniowej.

5. Charakterystyki hydrofizyczne gleb brunatnych i płowych wytworzonych ze skał masywnych, pomimo ich zróżnicowania genetycznego, wykazują znaczną jednorodność.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bednarek R., Prusinkiewicz Z.:** Geografia gleb. PWN, Warszawa, 1999.
2. **Chodak T., Szerszeń L., Kabała C., Karczewska A.:** Dominujące kierunki badań gleb górskich w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 464, 15-24, 1998.
3. **Dobrzański B., Gliński J.:** Występowanie mikroskładników w glebach Bieszczadów. Roczn. Glebozn., XXI, 2, 365-375, 1970.
4. **Firek A., Zasoński S.:** Wstępne badania niektórych własności różnie użytkowanych gleb w południowych partiach pasma Jaworzyny Krynickiej. Roczn. Glebozn., XX, 1, 99-116, 1969.
5. **Gliński J., Ostrowski J., Stępniewska Z., Stępniewski W.:** Bank próbek glebowych reprezentujących gleby mineralne Polski. Problemy Agrofizyki, 66, 1991.
6. Instrukcja obsługi komór nisko- i wysokociśnieniowych LAB 012. Soil Moisture Equipment Company. Santa Barbara, California, USA, 1987.
7. **Kowaliński S., Licznar S.:** Właściwości mikromorfologiczne niektórych gleb północnego stoku Karkonoszy. Roczn. Glebozn., XXIII, 1, 29-47, 1972.
8. **Kabała C., Szerszeń L:** Właściwości gleb brunatnych na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 464, 89-100, 1998.
9. **Kutilek M., Nielsen D.:** Soil hydrology. Catena Verlag, Cremlingen-Destedt, 87-243, 1994
10. **Maciaszek W., Wójcik A.:** Właściwości fizyczne wybranych szkieletowych gleb wytworzonych ze skał warstw podmagurskich w Beskidzie Niskim. Roczn. Glebozn., XLI, 1/2, 35-45, 1990.
11. **Malicki M., Plagge R., Renger M., Walczak R.:** Application of time-domain reflectometry (TDR) soil miniprobe for determination of unsaturated soil water characteristics from undisturbed soil cores. Irrig. Sci., 13, 65-72, 1992.
12. **Marcinek J.:** Problemy oznaczania szkieletowości gleb górskich. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 464, 133-142, 1998.
13. **Mazurski K.R.:** Litogeniczne gleby Sudetów w świetle badań masowych. Roczn. Glebozn., XXIX, 2, 97-111, 1978.
14. **Skiba S.:** Gleby górskie w systematyce gleb Polski. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 464, 25-36, 1998.
15. **Skiba S.:** Charakterystyka pokrywy glebowej Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 467, I, 21-32, 1999.

16. **Sobczuk H., Plagge R., Walczak R., Roth C.:** Laboratory equipment and calculation procedure to rapidly determine hysteresis of some hydrophysical properties under nonsteady flow conditions. Z. Pflanz. Bodenk., 155, 157-163, 1992.
17. Sprawozdanie z Projektu Badawczego KBN nr 5 P06 B 023 12: Opracowanie mapy powierzchni właściwej gleb Polski, (wykonawca- IA PAN w Lublinie), 2000.
18. Sprawozdanie z Projektu Badawczego KBN nr 5 P06B 012 15 Opracowanie bazy danych i map hydrofizycznych właściwości gleb ornych Polski, (wykonawca IA PAN w Lublinie), 2001.
19. **Szafranek A.:** Wpływ rzeźby terenu i skały macierzystej na kształtowanie się gleb z piaskowców dewońskich i triasowych regionu świętokrzyskiego. Roczn. Glebozn., XL, 2, 59-80, 1989.
20. **Uziak S.:** Wpływ rzeźby terenu na typologiczne zróżnicowanie pokrywy glebowej w Karpatach Fliszowych. Roczn. Glebozn., XX, 1, 81-95, 1969.
21. **Walczak R., Sławiński C., Malicki M., Sobczuk H.:** Measurement of water characteristics in soils using TDR technique: water characteristics of loess soil under different treatment. Int. Agrophysics, 7, 175-182, 1993.
22. **Walczak R., Witkowska-Walczak B., Sławiński C.:** Metodyczne aspekty tworzenia banku danych o hydrofizycznych charakterystykach gleb ornych Polski. Acta Agrophysica, 22, 245-251, 1999.
23. **Zawadzki S.:** [Red.] Gleboznawstwo. PWRiL, Warszawa, 1999.

HYDROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF POLISH BROWN AND GREY-BROWN SOILS DERIVED FROM LITHIC ROCKS

R. Walczak., B. Witkowska-Walczak., C. Sławiński

Polish Academy of Sciences, Institute of Agrophysics
20-290 Lublin 27, P.O.Box 201, Doświadczalna 4
e-mail: rwalczak@demeter.ipan.lublin.pl

S u m m a r y. In this paper the hydrophysical characteristics of Polish brown and grey-brown soils derived from lithic rocks are prestented. It was stated, that water retention curves and water conductivity coefficients for investigated soils were homogeneous. The good water-air conditions are noticed in the surface layer where the amount of medium pores is the highest and amount of large pores is sufficient.

K e y w o r d s: brown and grey-brown soils of Poland, hydrophysical characteristics.