

RETENCJA WODNA RĘDZIN POLSKI¹

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

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego, Polska Akademia Nauk, 20-290 Lublin 27
P.O. Box 201, Doświadczalna 4, e-mail: rwalczak@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono charakterystyki potencjał wody glebowej-wilgotność rędzin Polski. Stwierdzono, że rędziny czyste retencjonują większe ilości wody niż rędziny mieszane. Najkorzystniejsze stosunki wodno-powietrzne panują w warstwie powierzchniowej rędzin czystych oraz warstwie podpowierzchniowej rędzin mieszanych.

Słowa kluczowe: rędziny Polski, retencja wodna.

WSTĘP

Rędziny, należące do rzędu gleb wapniowcowych o różnym stopniu rozwoju, obejmują około 1,5 % powierzchni gruntów ornycy Polski. Występują one głównie w województwach: lubelskim, świętokrzyskim, małopolskim, śląskim oraz na niewielkich powierzchniach w innych częściach kraju. Użytkowane są głównie jako grunty rolnicze pod uprawę pszenicy, jęczmienia, rzepaku oraz buraków cukrowych [1, 3–7, 13].

Rędziny podzielić można na dwie grupy litogeniczne: rędziny węglanowe – wytworzone ze skał wapiennych i rędziny siarczanowe – wytworzone z gipsów. Rędziny są glebami międzystrefowymi, rozwijającymi się przede wszystkim pod wpływem skały macierzystej, opierające się w pewnym stopniu wpływowi klimatu. W typie rędzin, zależnie od nakładania się innych procesów na główny proces ich powstawania, wyróżnia się 6 podtypów: rędziny inicjalne, rędziny

¹ Praca wykonana częściowo w ramach projektu badawczego nr P06B01215 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

właściwe, rędziny czarnoziemne, rędziny brunatne, rędziny próchniczne górskie i rędziny butwinowe górskie [2, 8, 9, 12, 14–18, 20–25, 28, 29]. Rędziny występują jako czyste i mieszane. Pierwsze z nich powstają wyłącznie ze zwietrzliny skały wapiennej, drugie – ze zwietrzliny skały wapiennej i różnych domieszek (piasek, glina, less, il), które namywane i nawiewane na wietrzejące skały wapienne uczestniczą w procesach glebotwórczych rędzin. Taki podział rędzin przyjęto w opracowaniu IUNG pt. "Rolnicza przestrzeń produkcyjna Polski w liczbach" oraz w Banku Gleb Mineralnych Polski [10, 19, 26, 27].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie krzywych retencji wodnej, tj. zależności pomiędzy potencjałem wody glebowej a wilgotnością, rędzin Polski.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Rędziny czyste reprezentowane były przez 10 wzorcowych profili glebowych, w których macierzysta skała wapienna zlegała na głębokości od 40 do 120 cm. Rozkład granulometryczny utworów leżących nad nią wahał się od gliny lekkiej do gliny ciężkiej. Gęstość rędzin czystych wahała się od 1,19 do 1,70 Mg m⁻³; zawartość materii organicznej od 0,61 do 2,62%; powierzchnia właściwa wyznaczona metodą adsorpcji pary wodnej od 17 do 129 m² g⁻¹; zawartość CaCO₃ od 0 do 62,4%; a pH od 6 do 7.

Rędziny mieszane reprezentowane były przez 16 wzorcowych profili glebowych, w których macierzysta skała wapienna zalegała na głębokości od 45 do 80 cm. Rozkład granulometryczny utworów leżących ponad nią wahał się od piasku gliniastego lekkiego do gliny ciężkiej. Gęstość wynosiła od 1,30 do 1,80 Mg m⁻³; zawartość materii organicznej od 0,56 do 2,88%; a powierzchnia właściwa wyznaczona metodą adsorpcji pary wodnej od 19 do 151 m² g⁻¹; zawartość CaCO₃ od 0,1 do 76%; a pH od 5,5 do 11.

Podstawowe właściwości badanych rędzin przedstawiono w Tabeli 1.

Charakterystyki potencjał wody glebowej (pF) – wilgotność, tj. krzywe retencji wodnej, nazywane też statycznymi wodnymi charakterystykami gleb, wyznaczono dla jedenastu punktów krzywej retencji w procesie osuszania w zakresie potencjałów 98,1 J m⁻³ (pF 0) – 155 500 J m⁻³ (pF 3,2) przy użyciu zestawu pomiarowego LAB 012 oraz dla potencjałów 490 330 J m⁻³ (pF 3,7) i 1 471 500 J m⁻³ (pF 4,2), przy użyciu zestawu pomiarowego LAB 0123 firmy Soil Moisture Equipment, USA [11]. Jako graniczne wartości wielkości średnic porów glebo-

wych przyjęto $18,5 \mu\text{m}$ (pF 2,2) pomiędzy porami dużymi i średnimi oraz $0,2 \mu\text{m}$ (pF 4,2) pomiędzy porami średnimi i małymi [29].

WYNIKI BADAŃ

Zależność pomiędzy potencjałem wody glebowej (pF) a zawartością wody wyrażoną w $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ dla rędzin czystych i mieszanych przedstawiono na Rys. 1 i 2. 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 rysunkach wynika, że ilość wody zawarta w warstwie powierzchniowej rędzin czystych (Rys.1a) wynosi od 48% przy pF 0 do 22% przy pF 4,2, natomiast w rędzinach mieszanych (Rys.2a) waha się od 42% przy pF 0 do 10% przy pF 4,2.

Ilości wody retencjonowanej przy różnych potencjałach w warstwie podpowierzchniowej rędzin czystych (Rys.1b) wahają się od 55% przy pF 0 do 25 % przy pF 4,2 i są znacznie wyższe niż w przypadku rędzin mieszanych (Rys.2b), w których zawartość wody przy pF 0 wynosi 46%, a przy pF 4,2 – 17%. Podobne zależności odnotowano dla podglebia rędzin. W przypadku rędzin czystych (Rys.1c) ilość wody zatrzymywanej przy pF 0 wyniosła 56%, a przy pF 4,2 – 33%, natomiast dla rędzin mieszanych (Rys.2c) – odpowiednio 49% i 12%. Należy podkreślić, że różnice wilgotności przy wybranych wartościach pF dla badanych prób glebowych dochodzą nawet do 30% w przypadku rędzin czystych, a do 20% w przypadku rędzin mieszanych. Świadczy to o tym, że rędziny mieszane charakteryzują się znacznie większą jednorodnością pod względem statycznych charakterystyk wodnych niż rędziny czyste.

Charakter przebiegu krzywych retencji w różnych warstwach rędzin czystych i mieszanych jest podobny w zakresie potencjałów pF 0–pF 1, gdzie można obserwować minimalne spadki wilgotności. Powyżej pF 1 rędziny czyste wykazują łagodny spadek wilgotności do pF 4,2, przy którym zawartość wody we wszystkich warstwach była wyższa od 20%. Natomiast we wszystkich warstwach rędzin mieszanych zawartość wody po przekroczeniu pF 1 gwałtownie zmniejsza się, by przy pF 3, 7–pF 4,2 osiągnąć 10–17%.

Tabela 1. Podstawowe właściwości badanych rędzin*

Table 1. Basic properties of investigated rendzinas

Nr profilu	Warstwa	Zawartość cząstek elementarnych (%) (średnica w mm)				Materia organiczna (%)	Powierzchnia właściwa (m ² g ⁻¹) (H ₂ O)	Gęstość (Mg m ⁻³)	CaCO ₃ (%)	pH w KCl
		>1	1-0,1	0,1-0,02	<0,02					
		3	4	5	6					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rędziny czyste										
452	A	4	58	18	24	0,6	17,1	1,72	0	6,5
	B	3	50	13	37	0,1	44	1,69	0,1	6,5
	C	1	45	17	38	0,1	-	1,28	1,2	7,0
563	A	3	49	25	26	0,9	32,6	1,21	2,1	6,5
	B	3	50	23	27	0,2	35	1,56	0,4	7,0
565	A	4	50	21	29	1,2	22,5	1,57	9,1	7,0
	B	0	28	23	49	0,4	93	1,22	35,8	7,0
684	A	3	20	27	53	2,2	89,4	1,37	0,5	7,0
	AB	4	24	17	59	1	109	1,14	0,1	7,0
	C	1	16	21	63	0,4	-	1,13	0,1	7,0
810	A	2	14	36	50	2,6	115,1	1,09	17,6	6,0
	A/C	1	12	21	67	1,7	119	1,33	20,7	6,0
	C	0	5	18	77	0,3	-	1,53	62,4	6,5
811	A	1	30	31	39	2,6	80,7	1,43	13,0	6,0
	A/C	0	9	16	75	1	75	1,07	48,3	6,0
	C/G	0	4	17	79	0,3	-	1,4	59,8	6,0
815	A	1	22	26	52	2,3	97,6	1,39	6,7	6,0
	A/C	0	17	21	62	1	120	0,98	4,2	6,0
822	A	4	48	21	31	1,3	37,7	1,45	0,2	6,0
	A/C	0	28	13	59	0,7	94	1,27	0,2	6,0
841	A	0	0	47	53	1,5	83	1,28	1,1	6,0
	A/C	30	0	45	55	1	129	1,12	8,0	6,0
842	A	0	0	48	52	1,6	88	1,19	0,4	6,0
	A/C	0	1	40	59	0,8	100	1,2	0,4	6,0
440	A	1	36	40	24	0,4	21,5	1,63	0,3	7,0
	B	1	31	13	56	0,1	84	1,34	3,2	7,0
561	A	1	49	28	23	1,6	39	1,49	4,6	7,0
	B	2	63	16	21	0,8	26	1,47	20,6	7,0
	C	0	64	20	16	0,2	-	1,15	14,3	7,0
566	A	0	51	20	29	1	29,3	1,42	39,7	7,0

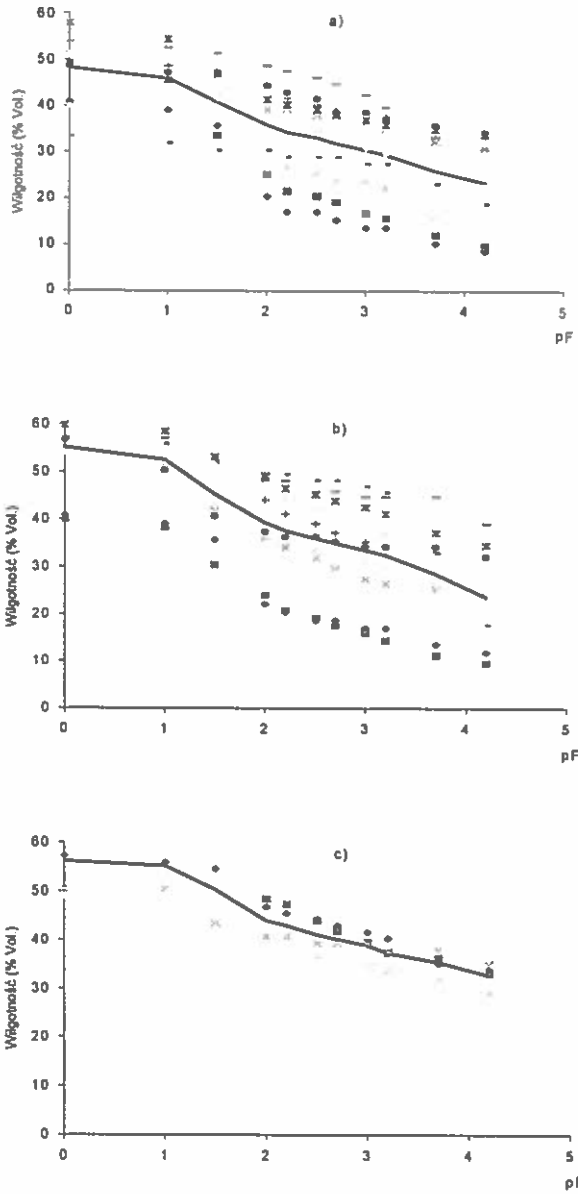
Rędziny mieszane										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	A	1	51	20	29	0,9	24	1,49	0,8	7,0
724	A	4	37	28	35	1	32,9	1,74	0,1	7,5
	B	2	36	34	30	0,2	19	1,78	0,1	7,5
	B/C	2	37	12	51	0,1	-	1,84	1,2	7,5
726	A	5	68	16	16	0,9	19	1,83	0,1	8,0
	B	2	38	18	44	0,4	48	1,8	0,3	8,0
727	A	2	60	14	26	1,2	29,8	1,57	10,2	8,0
	B	10	29	18	53	0,5	83	1,42	1,4	8,0
728	A	3	64	20	16	0,8	19	1,75	0,8	8,0
	B	3	52	14	34	0,3	34	1,7	1,2	8,0
813	A	3	68	11	21	1,4	45,4	1,27	0,1	6,0
	(B)	3	54	6	40	1,2	93	1,56	1,6	5,5
814	A	6	75	9	16	1,3	33,4	1,64	1,9	6,0
	(B)	7	44	10	46	0,4	130	1,93	0,5	6,0
820	A	1	66	11	23	0,6	37,7	1,44	0,4	6,0
	(B)	0	22	16	62	0,4	151	2,03	4,0	5,5
828	A	9	63	17	20	2,9	49,6	1,29	7,2	6,0
	(B)	8	50	6	44	0,8	73	1,53	0,1	6,0
829	A	4	59	25	16	1,4	35,1	1,33	0,5	6,0
	(B)	1	46	11	43	0,4	72	1,43	0,8	6,0
837	A	0	79	9	12	0,7	25,5	1,7	0,2	6,0
	(B)	6	36	16	48	0,7	125	1,14	1,0	6,0
839	A	0	66	16	18	1,1	25,8	1,67	0,1	6,0
	(B)	0	34	21	45	0,5	72	1,61	0,1	6,0
873	A	2	65	15	20	0,9	24	1,57	7,8	6,5
	CB	1	64	15	21	0,2	22	1,71	5,5	7,0
875	A	3	81	8	11	0,6	20,4	1,67	2,1	6,0
	C	16	43	14	43	0,2	32	1,58	75,9	6,5

*dane zamieszczone w tabeli pochodzą z:

pkt 1-7, 11 – Banku Próbek Gleb Mineralnych Polski [10],

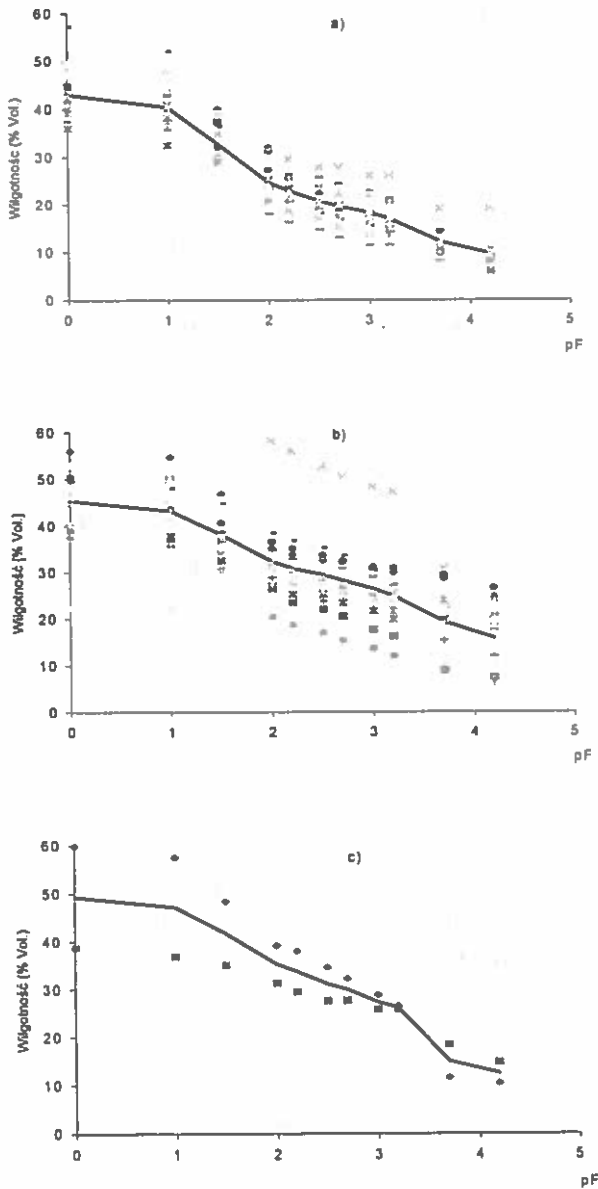
pkt 8 – sprawozdania z PB 5 P06 B 023 12 „Opracowanie mapy powierzchni właściwej gleb orných Polski”,

pkt 9, 10 – badań własnych autorów.



Rys. 1. Charakterystyki potencjał wody glebowej (pF)–wilgotność rędzin czystych: a) warstwa powierzchniowa, b) warstwa podpowierzchniowa, c) podglebie.

Fig. 1. Soil water potential (pF)–water content characteristics for pure rendzinas: a) surface layer, b) subsurface layer, c) subsoil.



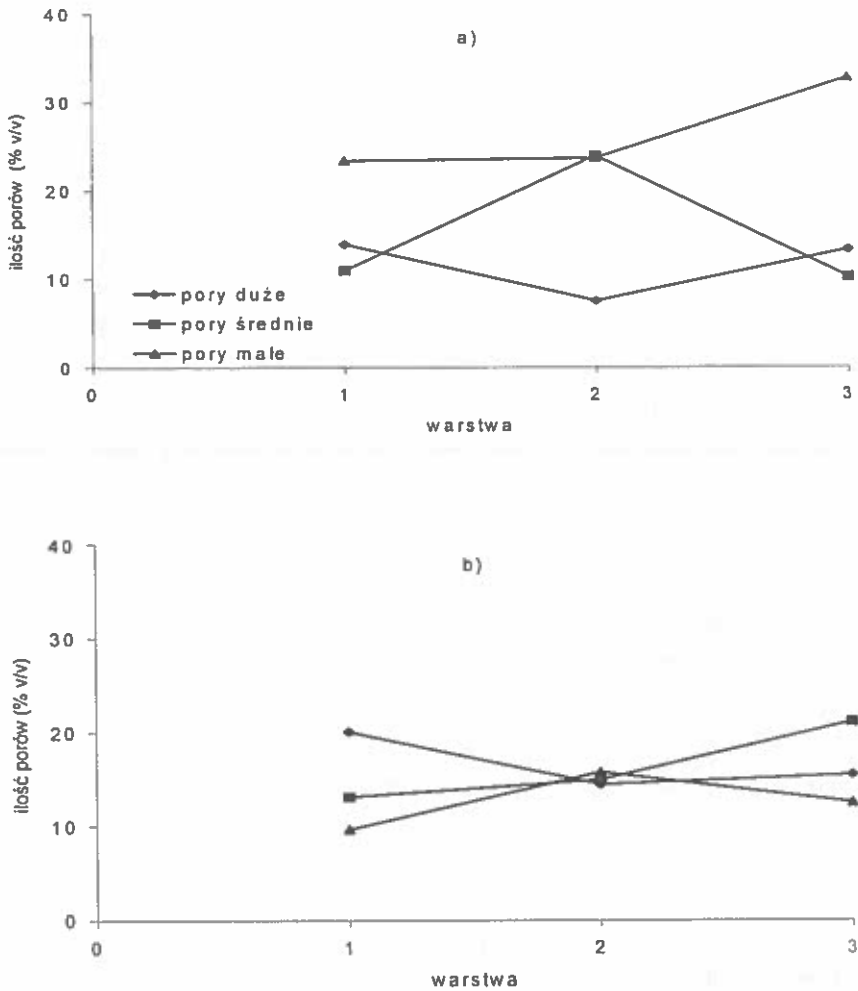
Rys. 2. Charakterystyki potencjał wody glebowej (pF)–wilgotność rędzin mieszanych: a) warstwa powierzchniowa, b) warstwa podpowierzchniowa, c) podglebie.

Fig. 2. Soil water potential (pF)–water content characteristics for mixed rendzinas: a) surface layer, b) subsurface layer, c) subsoil.

Z analizy poszczególnych wykresów wynika, że rędziny czyste we wszystkich warstwach profilu retencjonują większe ilości wody niż rędziny mieszane. Różnice w zawartościach wody są największe w warstwie powierzchniowej i podglebiu dla pF większych od 2,2 i wynoszą od 10 do 32%, a najmniejsze dla warstwy powierzchniowej w zakresie potencjałów pF 0–pF 1, gdzie maksymalne różnice dochodzą do 3–5%.

Ilość porów różnych wielkości znajdujących się w poszczególnych warstwach rędzin czystych i mieszanych przedstawiono na Rys.3. Z wykresów wynika, że największe ilości porów dużych ($\varphi > 18,5 \mu\text{m}$), tzw. aeracyjnych lub filtracyjnych, odpowiadających za odprowadzanie nadmiaru wody z profilu glebowego, – 25%, znajdują się w podglebiu rędzin mieszanych, najmniejsze zaś w warstwie podpowierzchniowej rędzin czystych – 7%. Ilości porów małych ($\varphi < 0,2 \mu\text{m}$), w których zatrzymywana jest woda niedostępna dla roślin, są minimalne w warstwie powierzchniowej rędzin mieszanych – 10%, maksymalne zaś w podglebiu rędzin czystych – 35%. Ilość porów średnich ($18,5 \mu\text{m} < \varphi < 0,2 \mu\text{m}$), w których retencjonowana jest woda użyteczna dla roślin, maksymalne wartości osiąga w warstwie podpowierzchniowej rędzin czystych – 24% i podglebiu rędzin mieszanych – 22%. Z analizy przebiegu wartości ilości porów różnych kategorii w poszczególnych warstwach profilu glebowego wynika, że najkorzystniejsze stosunki wodno-powietrzne panują w warstwie powierzchniowej rędzin czystych i warstwie podpowierzchniowej rędzin mieszanych, gdzie stosunek ilości porów dużych i średnich wynosi około 1:1 przy ich udziale wynoszącym kilkanaście procent.

Przedstawione powyżej wyniki badań wskazują, że charakter przebiegu krzywych retencji wodnej, tj. zależności pomiędzy potencjałem wody glebowej a zawartością wody, wyznaczonych dla rędzin Polski wynika z ich budowy i właściwości fizykochemicznych. Rędziny czyste, zbudowane ze skał wapiennych bez domieszki piasku, gliny lub ilitu, generalnie wykazują większą powierzchnię właściwą i mniejsze zagęszczenie niż rędziny mieszane, czym tłumaczyć można retencjonowanie przez nie większych ilości wody w całym badanych zakresie potencjałów wody glebowej we wszystkich badanych warstwach profilu glebowego.



Rys. 3. Ilość porów różnych wymiarów w warstwach badanych gleb: a) rędziny czyste, b) rędziny mieszane; 1 – warstwa powierzchniowa, 2 – warstwa podpowierzchniowa, 3 – podglebie.

Fig. 3. Amount of different size pores in investigated rendzinas: a) pure rendzinas, b) mixed rendzinas; 1 – surface layer, 2 – subsurface layer, 3 – subsoil.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników stwierdzono, że:

- rędziny czyste wykazywały znacznie większą zdolność do retencjonowania wody niż rędziny mieszane;
- charakter przebiegu krzywych retencji dla różnych warstw rędzin czystych i mieszanych jest zbliżony w zakresie pF 0–pF 1; powyżej pF 1 rędziny czyste charakteryzują się łagodnym spadkiem wilgotności do pF 4,2, natomiast w rędzinach mieszanych spadek wilgotności w tym zakresie pF jest gwałtowny;
- rędziny mieszane pod względem statycznych charakterystyk wodnych wykazały znacznie większą jednorodność niż rędziny czyste;
- najkorzystniejsze stosunki wodno-powietrzne panują w warstwie powierzchniowej rędzin czystych oraz w warstwie podpowierzchniowej rędzin mieszanych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bednarek R., Prusinkiewicz Z.:** Geografia gleb. PWN, Warszawa, 1997.
2. **Bujak K.:** Wpływ narzędzi aktywnych na plonowanie roślin i niektóre właściwości rędzin. Wyd. AR w Lublinie. s. Rozprawy Naukowe, t.78, 1–35, 1983.
3. **Dobrzański B.:** Wpływ rzeźby terenu na typologię rędzin Wyżyny Lubelskiej. Annales UMCS, s.E, XX, 2, 26–36, 1965.
4. **Dobrzański B.:** Występowanie rędzin na skalach fliszu karpackiego. Annales UMCS, s.E, V, 12–30, 1950.
5. **Dobrzański B.:** Zależność występowania rędzin na Wyżynie Lubelskiej od oddziaływania erozji wodnej. Annales UMCS, s.E, XIX, 1, 2–17, 1964.
6. **Dobrzański B., Turski R.:** Rędziny Wyżyny Lubelskiej wytworzone ze skał węglanowych okresu kredowego. Roczn. Nauk Roln., s. D, Monografie, 148, 1972.
7. **Dobrzański B.:** Rędziny Polski. Roczn. Nauk Roln., s.D, Monografie, 208, 1–143, 1987.
8. **Domżał H.:** Wpływ wilgotności na agrofizyczne właściwości rędzin wytworzonych ze skał kredowych Wyżyny Lubelskiej. WSR Lublin, Maszynopis, 1–89, 1970.
9. **Domżał H.:** Zagęszczenie fazy stałej i jego rola w kształtowaniu wodno-powietrznych właściwości gleb. Rozprawa habilitacyjna. Maszynopis. AR w Lublinie, 1977.
10. **Gliński J., Ostrowski J., Stępniewska Z., Stępniewski W.:** Bank próbek glebowych reprezentujących gleby mineralne Polski. Problemy Agrofizyki, 66, 1991.
11. **Instrukcja obsługi komór niskociśnieniowych LAB 012 i wysokociśnieniowych LAB 0123.** Soil Moisture Equipment Company. Ed. Soil Moisture Equipment Comp., Santa Barbara, California, USA, 1987.
12. **Koźmiński Z.:** Atlas uwilgotnienia gleb w Polsce. Wyd. AR Szczecin, 1997.

13. Kuźnicki F.: Właściwości i typologia gleb wytworzonych z kredowej opoki odwapnionej Rostocza w nawiązaniu do charakterystyki i genetycznego podziału rędzin. Roczn. Gleb., XV, 2, 345–408, 1965.
14. Kuźnicki F., Skłodowski P.: Zawartość i charakterystyka form związków próchnicznych w rędzinach wytworzonych ze skał węglanowych różnych formacji geologicznych. Roczn. Gleb., XXVI, 4, 1975.
15. Kuźnicki F., Białousz S., Kamińska H., Oszmiańska M., Skłodowski P., Ziemińska A., Żakowska H.: Rędziny wytworzone z utworów różnych formacji geologicznych na obszarze Gór Świętokrzyskich i ich obrzeżeniach. Roczn. Gleb., XXVII, 2, 19–45, 1976.
16. Leszczyńska E.: Reliktowe gleby typu czerwonoziemnego oraz rędziny brunatne i właściwe wytworzone z jurajskich wapieni i margli Jury Krakowsko-Wieluńskiej i zachodniej części mezozoicznej Gór Świętokrzyskich. Roczn. Nauk Roln., s.D, Monografie, 1, 120, 1–128, 1966.
17. Licznar S., Drozd J., Licznar M.: Skład frakcyjny próchnicy rędzin Polski południowo-zachodniej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 411, 131–138, 1993.
18. Mazur Z.: Próba oceny erozji rędzin kredowych woj. lubelskiego. Roczn. Nauk Roln., s.A, 92, 1, 127–183, 1966.
19. Ostrowski J.: Zasady generalizacji gleb w banku danych glebowych o rolniczej przestrzeni produkcyjnej. IMUZ Falenty, 1993.
20. Pomian J.: Wpływ rzeźby terenu na występowanie rędzin fliszowych. Annales UMCS., s.B, XVIII, 3, 32–67, 1963.
21. Strzemski M.: Rędziny i borowiny gipsowe okolic Buska i Wiślicy. Roczn. Nauk Roln., 54, 438–483, 1950.
22. Strzemski M.: Rędziny węglanowe woj. kieleckiego. Roczn. Nauk Roln., s.D, Monografie, 81, 1–115, 1958.
23. Turski R.: Wpływ erozji na niektóre właściwości rędzin kredowych Lubelszczyzny. Wyd. WSR w Lublinie, 4, 1–56, 1959.
24. Turski R., Uziak S., Zawadzki S.: Gleby. Seria: Środowisko Przyrodnicze Lubelszczyzny. LTN Lublin, 1993.
25. Uziak S.: Rzekome rędziny niektórych okolic Rostocza. Annales UMCS, s.E, XIX, 36–55, 1964.
26. Walczak R., Sławiński C., Witkowska-Walczak B.: Metodyczne aspekty tworzenia banku danych o hydrofizycznych charakterystykach gleb ornych Polski. Acta Agrophysica, 22, 245–251, 1999.
27. Witek T.: Rolnicza przestrzeń produkcyjna Polski w liczbach. IUNG Puławy, 1974.
28. Witkowska-Walczak B.: Charakterystyki hydrofizyczne rędziny o strukturze agregatowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 436, 167–174, 1996.
29. Zawadzki S.: (red.) Gleboznawstwo. PWRiL., Warszawa, 1999.

WATER RETENTION OF POLISH RENDZINAS

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

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

Summary: In this paper the water potential-moisture characteristics of Polish rendzinas are presented. Polish rendzinas were divided for two groups: so-called pure and mixed. Pure rendzinas are formed only from calcareous rocks and mixed rendzinas containing not only calcareous rocks but also admixture of sand, loam and silt. It was stated, that pure rendzinas retained more water than mixed rendzinas. The most comfortable water-air conditions are in surface layer of pure rendzinas and subsurface layer of mixed rendzinas.

Keywords: rendzinas of Poland, water retention.