

HENRYK DOMŻAŁ, WALDEMAR MARTYN,
ANNA SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ

WYKORZYSTANIE OZNACZEŃ WODNO-POWIETRZNYCH
WŁAŚCIWOŚCI RĘDZIN DO OKREŚLANIA WILGOTNOŚCI
POCZĄTKU NAWADNIANIA ORAZ WIELKOŚCI DAWEK
POLEWOWYCH

Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Lublinie
Dyrektor — prof. dr hab. R. Turski

Rędziny należą, ze względu na dużą zasobność w składniki pokarmowe i próchnicę oraz obojętny odczyn, do ważnych rolniczo typów gleb. Są one przydatne do uprawy najbardziej wymagających roślin, takich jak buraki cukrowe, pszenica, warzywa i niektóre gatunki drzew owocowych. Największe znaczenie gospodarcze mają rędziny na terenie wojewódz lubelskiego i kieleckiego, gdzie zajmują dość znaczną powierzchnię.

Czynnikiem ograniczającym wielkość plonów otrzymywanych na rędzinach jest woda. Mimo dużej potencjalnej żyzności tych gleb występujące okresowo w latach suchych niedobory wody pociągają za sobą znaczne niekiedy spadki plonów. Zdolność rędzin do gromadzenia wody jest ściśle związana z miąższością profilu, składem mechanicznym i domieszkami materiału obcego. Charakterystyczny dla rędzin deficyt wody jest wynikiem małej miąższości poziomu próchnicznego, niedostatecznego podsiąkania kapilarnego i dużej przepuszczalności podłoża, zwłaszcza w przypadku spękanych twardych wapieni, margli i opok. Dodatkowym niekorzystnym elementem jest fakt, że znaczna część wody bardzo silnie związana jest przez fazę stałą gleby, a tym samym niedostępna dla roślin.

Ażeby w warunkach intensywnej gospodarki na rędzinach sprostać wodnym wymaganiom roślin, powstaje konieczność okresowego uzupełniania zasobów wody drogą nawodnień.

Istnieje szereg sposobów określania wielkości dawek polewowych oraz wilgotności początku nawadniania [3]. Wśród nich, ze względu na możliwość szybkiego zastosowania, zasługuje na uwagę grupa metod opar-

tych na badaniach wodnych właściwości gleb. W metodach tych dawkę nawodnieniową wyznacza się z różnicy między połową pojemnością wodną a wilgotnością początku hamowania wzrostu roślin [8] lub wilgotnością równą 50% użytecznej pojemności wodnej [3]. Połową pojemność wodną najdokładniej określa się metodą małych zalewanych płaszczyzn. Co raz częściej jednak wyznacza się jej wartość laboratoryjnie z krzywych pF, przyjmując wilgotność odpowiadającą sile ssącej w zakresie pF 2,0-2,5 [8].

Przy posługiwaniu się tymi metodami wielkość dawki nawodnieniowej oraz moment początku nawadniania są ściśle związane z wartościami obu granicznych wilgotności. Dzieżyc [3] uważa jednak, że stosowane obecnie skomplikowane metody służące do ustalania dawek wody potrzebnych do nawodnień nie są dostatecznie dokładne, ponieważ brak im podbudowy w postaci badań regionalnych. Wykonane przez nas badania wodno-powietrznych właściwości rędzin postanowiliśmy więc wykorzystywać do oceny niedoborów wody w glebie i określenia wielkości dawek nawodnieniowych. Mogą one znaleźć zastosowanie praktyczne, gdyż już obecnie niektóre użytki zielone założone na rędzinach (ZRD Bezek, powiat Chełm Lubelski) są intensywnie deszczowane.

METODYKA

Analizowane rędziny pochodzą z terenu województwa lubelskiego i kieleckiego. Do badań pobrano próbki o zachowanej strukturze z poziomów genetycznych 6 profilów rędzin, wytworzonych ze skał kredowych zróżnicowanych typologicznie i gatunkowo. Pobrano również próbki z 5 poziomów próchnicznych rędzin, z których, ze względu na dużą zawartość odłamków wapieni lub margli, nie udało się uzyskać próbek o nie naruszonej strukturze z głębszych poziomów genetycznych. We wszystkich przypadkach próbki pochodziły z pól po zbiorze pszenicy ozimej, co pozwoliło na wyeliminowanie zmienności wynikającej ze stosowania różnych zabiegów uprawowych. Glebę pobierano do cylindrów o pojemności 100 cm³.

Badane rędziny reprezentują następujące podtypy:

- rędziny początkowego stadium rozwoju (profil nr 1),
- rędziny właściwe (profile nr 2, 3, 4),
- rędziny brunatne (profile nr 5, 6, 7),
- rędziny czarnoziemne (profile nr 8, 9, 10, 11).

Krzywe zdolności zatrzymywania wody przez glebę pF wyznaczono za pomocą bloków pyłowych, pyłowo-kaolinowych oraz komór wysokiściennych, zgodnie z metodyką opisaną przez Zawadzkiego [9]. Oznaczenie wykonano w 5 powtórzeniach. Na podstawie krzywych pF określono:

- połową pojemność wodną przy pF 2,0,
- pojemność powietrzną w stanie połowej pojemności wodnej,
- wilgotność początku hamowania wzrostu roślin przy pF 2,7,
- wilgotność punktu trwałego wędnięcia roślin przy pF 4,2.

Porowatość dyferencjalną wyliczono na podstawie krzywych pF zgodnie z metodyką podaną przez Trzeckiego [8].

Pozostałe właściwości gleb oznaczono następującymi metodami:

— Skład mechaniczny metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Prószyńskiego. Zawartość frakcji piasku określono po przemyciu na sicie o średnicy oczek 0,1 milimetra. Analizę wykonano bez dekalcytacji.

— Zawartość próchnicy metodą Tiurina w modyfikacji Simakowa.

— Ciężar objętościowy w cylindrach pojemności 100 cm³.

— Porowatość ogólną metodą zatapiania cylindrów w wodzie.

— Maksymalną higroskopijność — w suszarce próżniowej nad 3,3% H₂SO₄ przy podciśnieniu 0,8 atmosfery.

Na podstawie krzywych sorpcji wody, przy wykorzystaniu metody podanej przez Trzeckiego [8], opracowano nomogramy dla poziomów próchnicznych poszczególnych gleb. Pozwalają one na określenie dawek wody potrzebnych do uzyskania stanu połowej pojemności wodnej w zależności od wilgotności aktualnej oraz od aktualnego potencjału wody glebowej. Chcąc porównać zdolności retencyjne wszystkich badanych rędzin, przyjęto do obliczeń warstwę jednakowej miąższości równą 20 centymetrów. Jest to strefa, w której grupuje się główna masa korzeni, zwłaszcza w rędzinach inicjalnych i właściwych, posiadających często pod warstwą orną trudno wietrzejący rumosz skalny.

Nomogramy sporządzono dla jednorodnej warstwy gleby, posługując się wzorem na niedobór wody w glebie.

$$t/ha = \Delta w \cdot h$$

gdzie:

Δw — różnica między połową pojemnością wodną a wilgotnością aktualną w procentach objętościowych,

h — miąższość warstwy gleby w centymetrach.

Wzór ten może być zastosowany dla kilku profilowo niejednorodnych warstw do określenia niedoboru wody w glebie

$$t/ha = \Delta w_1 \cdot h_1 + \dots \Delta w_n \cdot h_n$$

Całkowity niedobór wody w glebie jest sumą niedoborów kolejnych warstw gleby.

Skład mechaniczny, zawartość próchnicy i węgla wapnia w badanych rędzinach
 Mechanical composition, humus and calcium carbonate content in rendzina soils investigated

Nr profilu Profile No.	Poziom gene- tyczny Genetic horizon	Procentowa zawartość frakcji mechanicznych o ϕ mm % of content of mechanical fractions with ϕ in mm								Zawar- tość próchni- cy Humus content %	Zawartość CaCO ₃ CaCO ₃ content % 51,3
		1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02- 0,005	0,005- 0,002	<0,002	Σ 0,1-0,002	Σ < 0,02		
1	A ₁	19	14	8	23	20	16	22	59	2,35	51,3
2	A ₁ A ₁ /C	34	8	11	5	19	23	19	47	2,91	6,6
		32	13	12	11	4	28	25	43	0,95	35,4
3	A ₁	27	14	15	8	6	30	29	44	3,45	9,9
4	A ₁	56	4	7	6	8	19	11	33	1,72	16,0
5	A ₁	33	15	9	14	7	22	24	43	2,53	3,6
6	A ₁ /B/	38	24	11	8	3	16	35	27	2,79	11,8
		42	22	8	6	1	21	30	28	0,91	7,9
7	A ₁ /B/	18	15	13	14	8	32	28	54	3,42	2,4
		15	14	17	3	7	44	31	54	1,49	2,1
8	A ₁ A ₁ /C	23	13	10	11	7	36	23	53	2,58	14,7
		12	15	8	14	6	48	23	65	1,99	12,1
9	A ₁ A ₁ /C	16	4	10	17	15	38	14	70	3,24	9,6
		7	3	10	19	18	43	13	80	0,84	28,4
10	A ₁ A ₁ /C	14	8	17	20	16	25	25	61	5,47	7,1
		4	8	14	19	18	37	22	74	0,92	6,4
11	A ₁	18	9	18	19	12	24	27	55	4,72	25,6

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W badanych rędzinach stwierdziliśmy znaczne różnice w wodno-powietrznych właściwościach, będące następstwem różnic w składzie mechanicznym, strukturze, zawartości próchnicy i węglanów (tab. 1). Wartości połowej pojemności wodnej, punktu hamowania wzrostu roślin i punktu trwałego wędnięcia oraz zawartości wody dostępnej i niedostępnej charakterystyczne są dla poszczególnych gleb i zgodne z danymi publikowanymi przez innych autorów [2, 5, 6]. Istnieje jednak duża zmienność tych właściwości w obrębie jednostek systematycznych (tab. 2). Ilość wody potrzebnej do uzupełnienia różnicy między daną wilgotnością aktualną a połową pojemnością wodną musi być więc ściśle określona dla konkretnej gleby poprzez badania jej zdolności zatrzymywania wody.

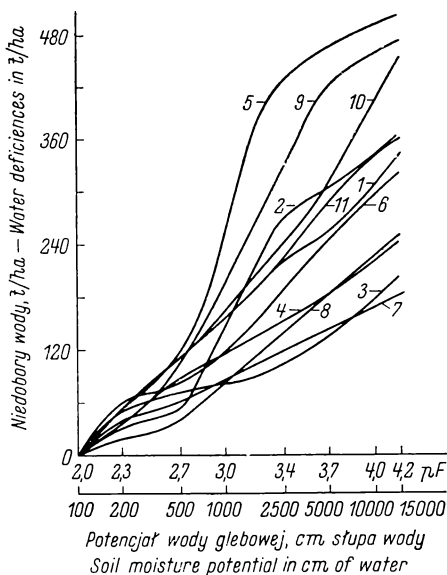
Posługując się krzywymi sorpcji wody wykonaliśmy w sposób opi-

Tabela 2

Właściwości wodno-powietrzne badanych rędzin
Water and air properties of rendzina soils investigated

Nr profilu Profile No.	Poziom genetyczny Genetic horizon	Ciężar objętościowy g/cm ³ Bulk density, in g/cm ³	Porowatość ogólna Total porosity %	Połowa pojemności wodna, przy pF 2,0 Field water capacity %	Stosunek pojemności powietrznej do wodnej przy pF 2,0 Air and water capacity ratio at pF 2.0	Porowatość różnicowa Differential porosity %		
						< 0,2 μ	0,2-30 μ	> 30 μ
1	A ₁	1,27	51,0	33,0	1 : 1,8	16,0	11,5	23,5
2	A ₁	1,22	52,1	35,0	1 : 2,0	17,0	7,0	28,1
	A ₁ /C	1,09	57,3	34,5	1 : 1,5	25,0	6,5	25,8
3	A ₁	1,03	61,5	29,5	1 : 1,1	20,5	7,5	33,5
4	A ₁	1,41	42,5	27,5	1 : 2,5	15,5	8,5	18,5
5	A ₁	1,15	58,0	36,0	1 : 3,0	11,0	9,0	38,0
6	A ₁	1,19	53,5	27,0	1 : 1,0	11,0	10,5	32,0
	/B/	1,35	48,7	27,0	1 : 1,3	16,0	7,0	25,7
7	A ₁	1,12	55,6	33,0	1 : 1,4	23,0	7,0	25,6
	/B/	1,30	55,0	32,0	1 : 1,4	19,0	9,5	26,5
8	A ₁	1,21	50,0	32,5	1 : 2,0	20,0	6,5	23,5
	A ₁ /C	1,23	57,3	34,0	1 : 1,4	26,0	4,5	26,8
9	A ₁	1,08	56,9	47,5	1 : 4,7	24,0	12,5	20,4
	A ₁ /C	1,23	52,5	46,0	1 : 2,5	29,0	12,5	11,0
10	A ₁	1,23	52,5	43,5	1 : 16,0	27,0	14,5	11,0
	A ₁ /C	1,28	53,0	47,5	1 : 8,0	27,0	11,0	15,0
11	A ₁	1,25	56,5	39,5	1 : 2,3	22,0	12,5	23,0

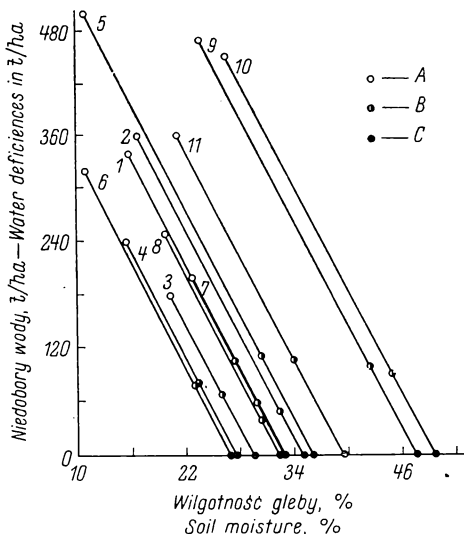
sany w części metodycznej wykres pozwalający na określenie niedoboru wody w 20-centymetrowej warstwie ornej gleby przy dowolnym potencjale wody glebowej (rys. 1). Jak wiadomo z literatury [7, 9], graniczną wilgotnością, przy której należy rozpocząć nawadnianie gleby, jest punkt początku hamowania wzrostu roślin, odpowiadający pF 2,7, czyli 500 cm słupa wody. Ilość wody konieczna do osiągnięcia stanu połowej pojemności jest przy pF 2,7 największa w profilach nr 1, 5, 11 i wynosi 100-110 t/ha (10-11 mm). Nieco niższe niedobory występują w profilach nr 9 i 10 (80-90 t/ha, czyli 8-9 mm wody). Natomiast zdecydowanie mniejsze różnice między wilgotnością początku hamowania wzrostu roślin a połową pojemnością wodną wykazują profile nr 2, 3, 4, 6, 7, 8. Są to rzędziny pochodzące z województwa kieleckiego (z wyjątkiem profilu nr 4), zawierające znaczny procent frakcji piasku. Retencja wody w zakresie pF 2,0-2,7 wynosi w tych glebach 40-80 t/ha (4-8 mm wody). Różnice między



Rys. 1.

Rys. 1. Zależność dawki nawodnieniowej od potencjału wody glebowej
1, 2, ... 11 — numery profilów

Dependence of irrigation rate on soil moisture potential
1, 2, ... 11 — Nos of profiles



Rys. 2.

Rys. 2. Zależność dawki nawodnieniowej od wilgotności gleby wyrażonej w % objętościowych

1, 2, ... 11 — numery profilów, A — wilgotność punktu trwałego wędnięcia, B — wilgotność początku hamowania wzrostu roślin, C — połowa pojemność wodna

Dependence of irrigation rate on soil moisture expressed in vol. %

1, 2, ... 11 — Nos of profiles, A — moisture of permanent wilting point, B — moisture of plant growth inhibition start, C — field water capacity

dzy badanymi rędzinami w wielkości dawek wody potrzebnych do osiągnięcia przez glebę połowej pojemności wodnej pogłębiają się wraz ze wzrostem aktualnego potencjału wody glebowej. Przy wartościach siły ssącej gleby większych od 2500 cm słupa wody (pF 3,4) zaznacza się wyraźne zróżnicowanie przebiegu krzywych obrazujących zależność niedoboru wody od potencjału wody glebowej (rys. 1).

Na rysunku 2 przedstawiono niedobory wody w 20-centymetrowej warstwie gleby w zależności od jej aktualnej wilgotności. Zależność ta ma charakter prostoliniowy, wobec tego do wykreślenia prostej dla konkretnej gleby potrzebne są tylko dwa punkty. Prosta przecina oś x w punkcie odpowiadającym połowej pojemności wodnej, a jej kąt nachylenia do tej osi uzależniony jest od miąższości warstwy, dla której wykonuje się obliczenia. Po sporządzeniu wykresu można łatwo określać niedobory wody w glebie przy każdej wilgotności aktualnej wyrażonej w procentach objętościowych.

Analizując rysunek 2 zauważyć można, że w dwóch profilach odznaczających się najcięższym składem mechanicznym (profile nr 9 i 10) i wysokimi pojemnościami wodnymi nawadnianie należy rozpoczynać przy bardzo wysokiej wilgotności (ponad 40% obj.), stosując jednak średnie dawki wody (80-90 t/ha). Nie obserwuje się więc zależności między połową pojemnością wodną a wielkością dawki nawodnieniowej obliczoną na podstawie wilgotności początku hamowania wzrostu roślin.

Oprócz metody określania wilgotności początku nawadniania na podstawie pF 2,7, istnieje pogląd, że nawadnianie należy rozpocząć, w chwili gdy zapas wody w glebie wynosi 50% wody użytecznej. Dla większości badanych rędzin wilgotności odpowiadające pF 2,7 są wyższe niż obliczone na podstawie retencji wody użytecznej (tab. 3). Duże różnice stwierdzono zwłaszcza w rędzinach o ciężkim, ilastym składzie mechanicznym (profile 9, 10). Wilgotność początku nawadniania równa 50% wody użytecznej odpowiada w badanych rędzinach wartościom pF w zakresie 2,8-3,4 (w większości przypadków 3,0-3,3). Obie metody oparte są na tej samej zasadzie — nawadnianie rozpoczyna się po wyczerpaniu w glebie zapasu wody łatwo dostępnej, a różnice wynikają ze sposobu przyjęcia tego momentu.

Wyznaczone (obu sposobami) wilgotności, przy których powinno się rozpocząć nawadnianie, porównano z wilgotnością optymalną dla roślin, równą 50-60% porowatości ogólnej [4]. Z porównania tego wynika, że w większości przypadków wilgotność początku nawadniania zbliżona jest do wilgotności optymalnej, natomiast w czarnoziemnych rędzinach ilastych — znacznie od niej wyższa (tab. 3).

Wybór sposobu obliczania niedoborów wody w glebie powinien być ściśle związany z potrzebami wodno-powietrznymi roślin. W świetle

Porównanie dwu metod wyznaczania początku nawadniania i dawek nawodnieniowych
Comparison of two methods of irrigation start and irrigation rates determination

Nr profilu Profile No.	Poziom genetyczny Genetic horizon	Wilgotność początku nawadniania przy pF 2,7 Moisture of irrigation start in % at pF 2.7	Dawka wody konieczna do osiągnięcia stanu polowej pojemności wodnej t/ha Water rate required for reaching the field water capacity state in t/ha	Wilgotność początku nawadniania równa 50% wody użytecznej Moisture of irrigation start equal to 50% of useful water		Dawka wody konieczna do osiągnięcia stanu polowej pojemności t/ha Water rate required for reaching the field water capacity state in t/ha	Wilgotność optymalna dla roślin /50-60% porowatości ogólnej/ Optimal moisture for plants /50-60% of total porosity/%
				%	pF		
1	A ₁	27,5	110	24,5	2,95	170	25,5-30,6
2	A ₁	32,5	50	26,0	3,05	180	26,0-31,2
3	A ₁	26,0	70	25,0	2,80	90	30,5-37,1
4	A ₁	23,5	80	21,5	2,85	120	21,0-25,2
5	A ₁	30,5	110	23,5	3,10	250	29,0-34,8
6	A ₁	23,0	80	19,0	3,30	160	26,0-31,3
7	A ₁	30,0	60	23,0	3,15	100	27,8-33,3
8	A ₁	30,5	40	24,0	3,40	170	25,0-30,0
9	A ₁	42,5	100	35,5	3,15	220	28,4-33,6
10	A ₁	45,0	90	38,5	3,30	240	26,2-31,4
11	A ₁	34,0	110	30,5	3,05	180	28,2-33,8

otrzymanych wyników wydaje się słuszne przyjmowanie za podstawę do wyznaczania dawki nawodnieniowej na użytkach zielonych przedziału wilgotności odpowiadającego pF 2,0-2,7. Dla upraw polowych o mniejszych wymaganiach wodnych za początek nawadniania można również przyjąć wilgotność równą 50% wody użytecznej.

LITERATURA

- [1] Birecki M., Trzecki S.: Siła ssąca (pF), pojemność polowa i niektóre inne właściwości wodne w profilu naturalnym i sztucznym piaszczystej gleby lekkiej. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 50b, 1961, 41-50.
- [2] Dobrzański B., Turski.: Rędziny kredowe Wyżyny Lubelskiej. Roczn. Nauk rol. Ser. D, 148, 1971.
- [3] Dzieżyc J.: Deszczowanie roślin. PWRiL, Warszawa 1970.
- [4] Schroeder G.: Melioracje wodne w rolnictwie. Arkady, Warszawa 1972.
- [5] Turski K.: Wpływ erozji na niektóre właściwości rędzin kredowych Lubelszczyzny. Cz. I. Ann. UMCS Sec. E, 13, 1958, 1, 1-47.
- [6] Turski R.: Wpływ erozji na niektóre właściwości rędzin kredowych Lubelszczyzny. Cz. II. Ann. UMCS Sec. E, 14, 1959, 2, 31-52.
- [7] Trzecki S.: Próba wyznaczenia jednorazowej dawki polewowej przy nawadnianiu deszczownianym w zależności od składu mechanicznego gleby. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 88, 1968, 137-144.
- [8] Trzecki S., Król H., Szuniewicz J.: Metody oznaczania różnych pojemności wodnych i porowatości różnicowej gleb. PTG, Warszawa 1971.
- [9] Zawadzki S.: Laboratoryjne oznaczanie zdolności retencyjnej utworów glebowych. Wiad. IMUZ, 11, 1973, 2, 11-31.

Г. ДОМЖАЛ, В. МАРТЫН, А. СЛОВИՆСКА-ЮРКЕВИЧ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ВОДНО-ВОЗДУШНЫХ СВОЙСТВ
РЕНДЗИН ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ НАЧАЛА ОРОШЕНИЯ
И ВЕЛИЧИНЫ ПОЛИВНЫХ ДОЗ

Институт почвоведения и агрохимии,
Сельскохозяйственная академия в Люблине

Резюме

Исучалась зависимость доз орошения от потенциала почвенной влаги и от влажности рендзин. Для исследований были отобраны образцы 11 меловых рендзин, зачисляемых к разным подтипам. Кривые способности удерживания воды почвой (pF) определяли с помощью блоков пылевидных, пылевидно-каолиновых и барокамер. На основании кривых сорбции влаги были вычислены для гумусового горизонта отдельных почв номограммы, разрешающие делать отсчеты величины дозы воды необходимой для доведения почвы до состояния полевой влагоемкости. Полученные результаты показывают, что дефициты воды в пределах от влажности начала торможения роста растений до состояния полевой влагоемкости зависят прежде всего от распределения пор в почве, а не от величины (значений) полевой влагоемкости. Представленный метод определения величины поливной дозы при орошении согласно кривым сорбции воды заслуживает широкого применения в практике.

H. DOMŻAŁ, W. MARTYN, A. SŁOWIՆSKA-JURKIEWICZ

MAKING USE OF DETERMINATION RESULTS OF WATER AND AIR
PROPERTIES OF RENDZINA SOILS FOR DETERMINING IRRIGATION
START MOISTURE AND MAGNITUDE OF IRRIGATION RATES

Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry
Agricultural University of Lublin

Summary

The investigation on dependence of irrigation rates on soil moisture potential and moisture content in rendzina soils were carried out. For the investigation samples from 11 cretaceous rendzina soils belonging to various subtypes were taken. The curves of water retention ability of soil (pF) were set up by means of silt and silt-kaolin blocks and of high-pressure chambers. Basing on water sorption curves, nomograms were worked out for humus horizons of particular soils, enabling to read the water rate required for reducing the given soil to the state of field water capacity. The results obtained prove that the water deficiencies within the range from plant growth inhibition start to the field water capacity, depend, first of all, on distribution of pores in soil and not on field water capacity value. The presented method of determining field water rate at irrigation basing on pF curves can be widely applied in the practice.

Dr Henryk Domżał
Instytut Gleboznawstwa i
Chemii Rolnej AR
Lublin, ul. Leszczyńskiego 9

Wpłynęło do PTG w lutym 1974 r.

