

STANISŁAW ZĄBEK

## INFILTROMETR DWUPIERŚCIENIOWY W BADANIACH POLOWYCH PRZY ZRÓŻNICOWANYCH WARUNKACH GLEBOWYCH I UPRAWOWYCH

Oddział Wrocławski Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa

Do badań polowych dość często używany jest infiltrometr pierścieniowy, szczególnie tam, gdzie woda gruntowo-glebową zalega głębiej. Funkcjonowanie tego typu przyrządu badano w polu w latach 1955–1976 [1, 3, 4] i na modelu [2, 5]. Starano się określić przydatność pierścienia zewnętrznego infiltrometru, wpływ jego wielkości na infiltrację, rozchodzenie się wody z pierścieni infiltrometru przy wykorzystaniu pierwiastków znaczonych i pomiar siły ssącej gleby.

Badania te, a w szczególności doświadczenia K o p p a [4], wniosły wiele nowego do znajomości procesu infiltracji w warunkach polowych. Nie została jednak wyjaśniona sprawa wpływu roślinności i typu systemu korzeniowego na przemieszczanie się wody glebowej, a z zagadnień techniczno-metodycznych — głębokość warstwy wody w infiltrometrze, liczba powtórzeń do wyeliminowania zmienności glebowej w warunkach polowych i przydatności pierścienia zewnętrznego infiltrometru.

Celem wyjaśnienia tych braków przeprowadzono na polu doświadczalnym IUNG w Laskowicach Oławskich doświadczenia polowe, które zreferowano poniżej. Opublikowano już wstępne wyniki tych doświadczeń [8], a wcześniej również wyniki badań modelowych [7].

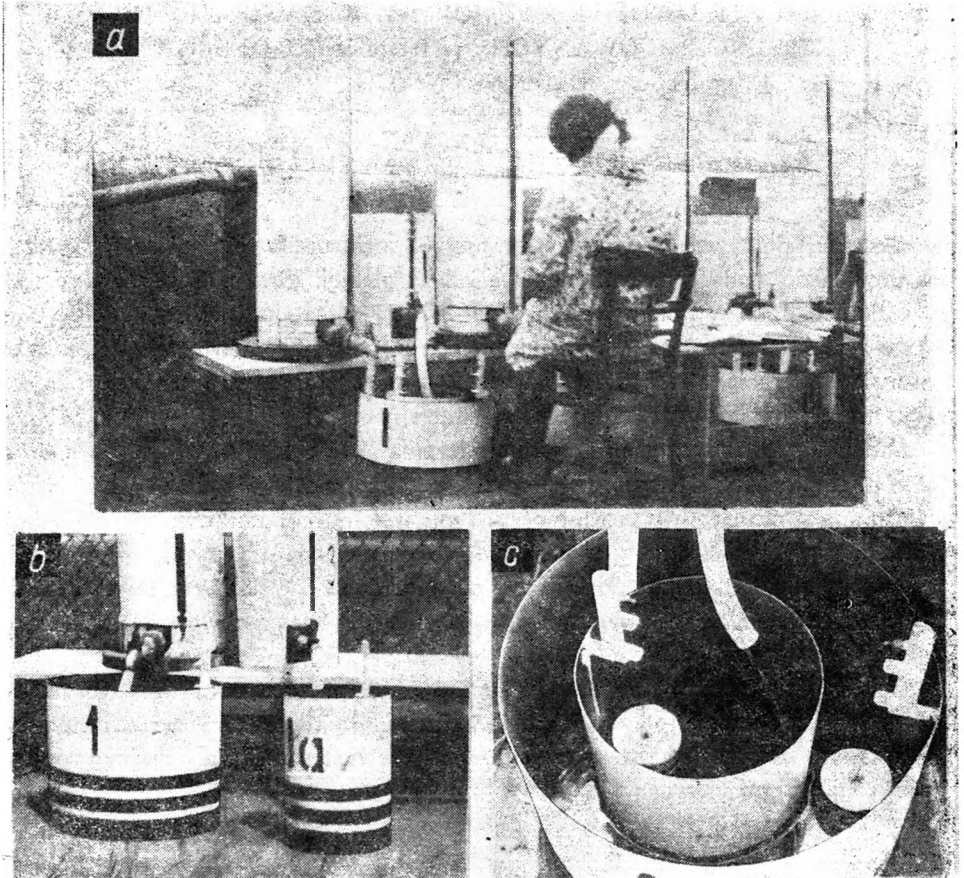
### MATERIAŁ I METODA

Na dwu różniących się składem mechanicznym glebach użytkowanych rolniczo, piaszczystej luźnej (piasek 86%, pył 10%, części spławialne 4%) i gliniastej (piasek 47%, pył 19%, części spławialne 34%), założono w układzie bloków losowanych w trzech powtórzeniach dwa doświadczenia o tych samych obiektach uprawowych:

- ugór czarny 4 lata,
- lucerna na zielonkę 4 lata,
- jednoroczne: owies, rzepak, żyto, łubin.

Każdy obiekt uprawowy o wymiarach  $3 \times 6 = 18 \text{ m}^2$  podzielono na 3 równe części, przewidziane do zainstalowania równocześnie 3 infiltrometrów o trzech (5, 10, 20 cm) głębokościach warstwy wody.

Natężenie infiltracji mierzono w tym samym terminie w obu doświadczeniach za pomocą infiltrometrów dwupierścieniowych. Pierścień zewnętrzny o  $\varnothing 45 \text{ cm}$  i wewnętrzny o  $\varnothing 25 \text{ cm}$  jednakowej wysokości (45 cm) wciskano do gleby współśrodkowo na tę samą głębokość i do każdego z nich dolewano w miarę ubywania wodę z oddzielnych 2 zbiorników (rys. 1) zaopatrzonych w wodowskazy. W ciągu



Rys. 1. Infiltrator dwupierścieniowy do badania infiltracji w doświadczeniach polowych w Laskowicach Oławskich

*a* — poziom wody w pierścieniu zewnętrznym był podtrzymywany ze zbiornika o pojemności 90 l, a w pierścieniu wewnętrznym — ze zbiornika o pojemności 22 l, *b* — oba pierścienie obsługiwane przez oddzielne zbiorniki, *c* — współśrodkowe umieszczenie cylindrów z urządzeniem kontrolującym poziom wody

#### Double-ring infiltrometer for the infiltration determination in field experiments at Laskowice Oławskie

*a* — the water layer in the outer ring was maintained from the reservoir of 90 l capacity and in the inner ring — from the reservoir of 22 l capacity; *b* — double-rings attended by particular reservoirs, *c* — concentric placement of cylinders with a device for the water level control

5 godzin trwania pomiarów jeden infiltrometr na glebie piaszczystej zużywał 180–240 l wody, a na glebie gliniastej 120–185 l wody. Jeden z trzech poziomów wody (5, 10, 20 cm), przyjęty dla danego infiltrometru, utrzymywano w obu cylindrach przez uzupełnianie ubytku z odpowiedniego zbiornika sygnalizowanego wodowskazem pływakowym, zamontowanym w każdym cylindrze (rys. 1c). Notowano każdorazowe ilości wody dolanej oraz czas. Stosunek tej ilości do czasu, w którym następowało nieznaczne obniżenie poziomu z uwzględnieniem powierzchni infiltracji w urządzeniu, był miarą natężenia infiltracji wyrażonej w milimetrach słupa wody na minutę.

W ciągu 5 godzin trwania pomiaru takich dolewań na glebie piaszczystej było 75–150, a na glebie gliniastej 20–70 i tyle samo par liczb zawierało zestawienie do obliczeń statystycznych, gdzie kolejno rosnącym czasem przyporządkowywano każdorazowo pomierzone natężenie infiltracji. Łącznie za 4 lata w obu doświadczeniach było 803 takich zestawień.

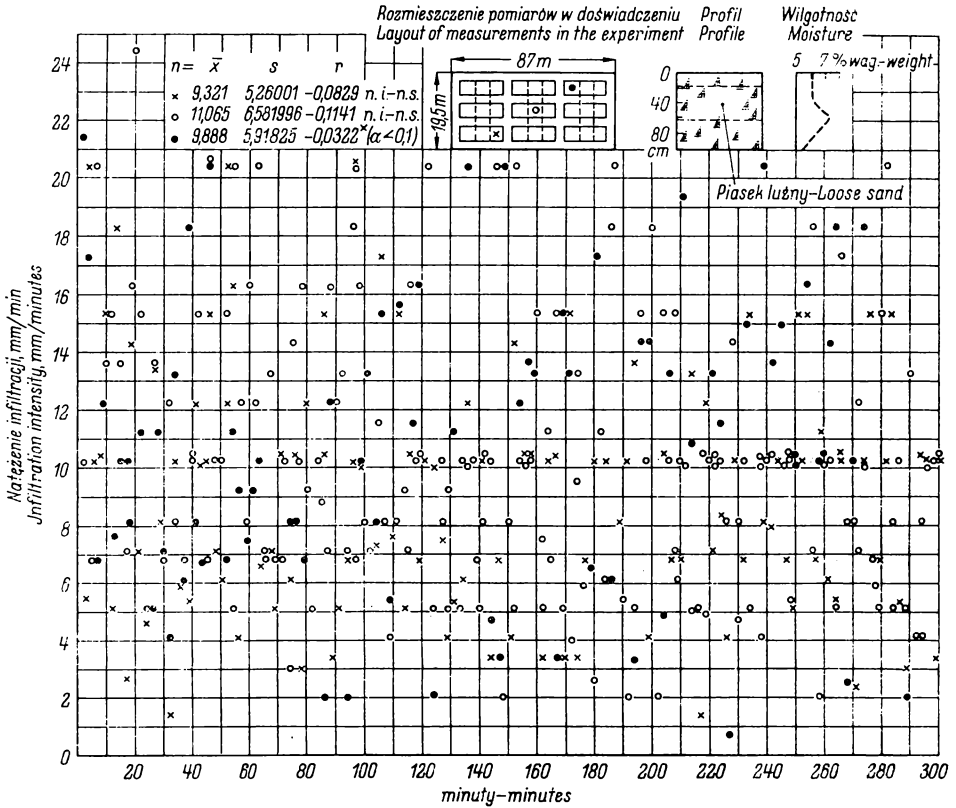
### WYNIKI

Korelacja między natężeniem infiltracji i czasem przy poziomie istotności  $\alpha \leq 0,1$ . Na rys. 2 przedstawiono rozrzut pomiarów w równoległych powtórzeniach na glebie piaszczystej, a na rys. 3 — na glebie gliniastej. W doświadczeniu na glebie piaszczystej tylko w jednym przypadku współczynnik korelacji okazał się istotny, w pozostałych pięciu przypadkach był nieistotny (rys. 2 i 3). W ciągu 4 lat w doświadczeniu na glebie piaszczystej (rys. 4) współczynniki korelacji  $r$  były zawarte w przedziale od  $-0,8$  do  $+0,5$ . W przedziale od  $-0,8$  do  $-0,2$  dominowały niemal wyłącznie istotne współczynniki korelacji, natomiast nieistotne w przedziale od  $-0,2$  do  $+0,2$ . W doświadczeniu na glebie gliniastej lekka granica między współczynnikami istotnymi i nieistotnymi nie jest tak wyraźna, ponieważ w przedziale od  $-0,3$  do  $-0,2$  obie kategorie współczynników występują jednakowo. Istotne ich wartości dominują w przedziale od  $-0,7$  do  $-0,3$ , a nieistotne od  $-0,2$  do  $+0,3$ .

Na glebie piaszczystej  $r$  było istotne w 130 przypadkach (32% wszystkich pomiarów), a w doświadczeniu na glebie gliniastej — w 165 przypadkach (42% wszystkich pomiarów).

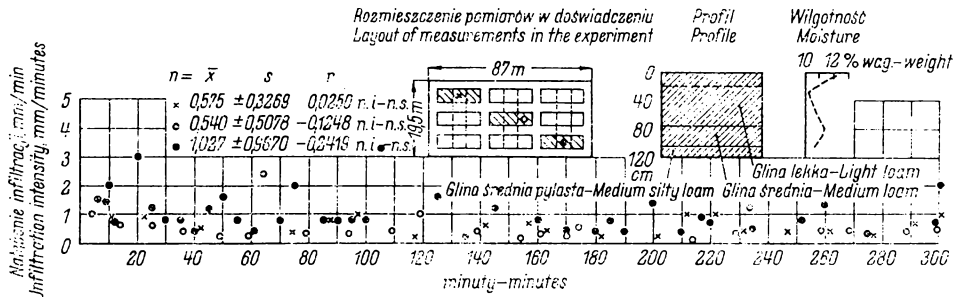
Natężenie infiltracji a głębokość warstwy wody w pierścieniach infiltrometru. W okresie 4 lat natężenie infiltracji rosło w doświadczeniu na glebie piaszczystej ze wzrostem warstwy wody  $h$  ( $NIR_{(0,0)} = 0,59$ ) w obu pierścieniach infiltrometru ( $NIR_{(0,0)} = 0,40$ ) i było istotne między ugiem i poletkami pod roślinami. Natomiast w doświadczeniu na glebie gliniastej istotne ( $NIR_{(0,0)} = 0,27$ ) okazały się tylko różnice między ugiem a roślinami (rys. 4 i 5).

Natężenie infiltracji a typ rośliny (lucerna, rzepak i łubin mają korzeń palowy, natomiast owies i żyto korzeń wiązkowy). W doświadczeniu na glebie piaszczystej zarówno w pierścieniu wewnętrznym, jak i zewnętrznym istotne są różnice między poszczególnymi uprawami: w cylindrze wewnętrznym infiltracja wzrastała pod zbożami (w porównaniu z ugiem) o 80%, a w cylindrze zewnętrznym o 72%. Pod lucerną i rzepakiem odpowiednio o 50 i 40%. Dla rosnących



Rys. 2. Rozrzut natężenia infiltracji w trzech równoległych powtórzeniach na glebie piaszczystej na poletkach z żytem 28.IV.1975 przy głębokości warstwy wody w infiltrimetrach  $h = 10$  cm

Infiltration intensity distribution in three parallel replications in sandy soil on plots with rye, April 28, 1975, at the water layer depth in the infiltrimeters  $h = 10$  cm



Rys. 3. Rozrzut natężenia infiltracji w trzech równoległych powtórzeniach na glebie gliniastej na poletkach na ugorze czarnym 30.IV.1975 przy głębokości warstwy wody w infiltrimetrach  $h = 10$  cm

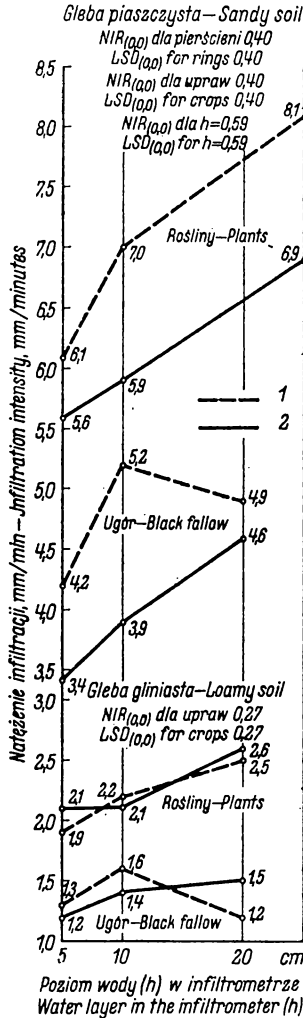
Infiltration intensity distribution in three parallel replications in loamy soil on plots with black fallow, April 30, 1975, at the water layer depth in the infiltrimeters  $h = 10$  cm

r:t	Pierścień wewnętrzny Inner ring						Pierścień zewnętrzny Outer ring					
	Ugór Black fallow		Pod roślinami Under plants				Ugór Black fallow		Pod roślinami Under plants			
	5	10	20	5	10	20	5	10	20	5	10	20
Głębokość warstwy wody w infiltrometrach w cm Water layer depth in the infiltrimeters in cm												
-0,8 ÷ -0,7												
-0,7 ÷ -0,6			•	••							•	
-0,6 ÷ -0,5			•			•			•••			
-0,5 ÷ -0,4	•		•••		•	•		•••			••	••••
-0,4 ÷ -0,3	•••	•••••	•••••	•	•	•••••	•••••	•••••	•••••	•	••	•••••
-0,3 ÷ -0,2	•••	•••••	•••••	•	•••	•••	•••••	•••••	•••••	••	•••••	•••••
-0,2 ÷ -0,1	•	••	••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	••	•••••	•••••
-0,1 ÷ 0,0	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••
0,0 ÷ 0,1	•••••	•	•••••	•••••	•••••	•••••	•	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••
0,1 ÷ 0,2	•••••	•		•••••	•••	•••••	•		•••••	•••••	•••••	•
0,2 ÷ 0,3	•	•		•	•					•••••		•
0,3 ÷ 0,4									•			
0,4 ÷ 0,5				•••		•						
-0,7 ÷ -0,6						•					••	••
-0,6 ÷ -0,5				••	•••••	•••••	•	••			•••••	•••••
-0,5 ÷ -0,4	••		•	••	•••••	•••••		•••••	•••••	••	•••••	•••••
-0,4 ÷ -0,3	•••••	••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	••	•••••	•••••
-0,3 ÷ -0,2	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	••	•••••	•••••
-0,2 ÷ -0,1	•••••	•	••	••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	••	•••••	••
-0,1 ÷ 0,0	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•	••	••	•••••	••
0,0 ÷ 0,1	•	•••••		••		•		••	••	•	•••••	••
0,1 ÷ 0,2	••	•		•		•	•		••	••	••	••
0,2 ÷ 0,3				•	••	•	•		••		••	••
0,3 ÷ 0,4												•••
0,4 ÷ 0,5			•									
0,5 ÷ 0,6		•			•							•
0,6 ÷ 0,7							•-1					
0,7 ÷ 0,8							•-2		•			

Na glebie piaszczystej  
On the sandy soil

Na glebie gliniastej  
On the loamy soil

Rys. 4. Współczynnik korelacji między natężeniem korelacji a czasem w pomiarach 5-godzinnych w okresie 4 lat w doświadczeniu na glebie piaszczystej oraz na glebie gliniastej  
wartości dla r: 1 — istotne ( $\alpha \leq 0,1$ ), 2 — nieistotne  
Coefficient of correlation between the infiltration intensity and the time in 5-hour measurements in the 4-year period of the experiment on sandy soil and on loamy soil  
values for r: 1 — significant ( $\alpha \leq 0,1$ ), 2 — non-significant



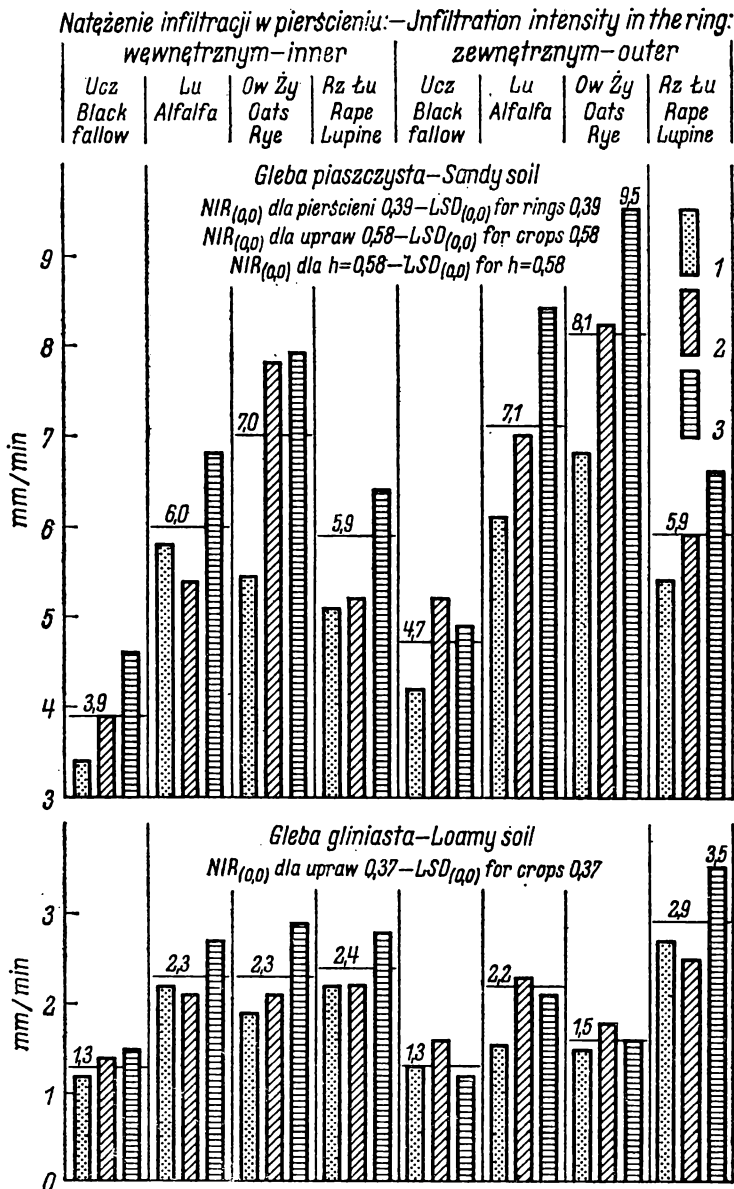
Rys. 5. Średnia w 5-godzinnym czasie pomiaru natężenia infiltracji w pierścieniu wewnętrznym i zewnętrznym infiltrometru w 4-letnim doświadczeniu  
 infiltracja w pierścieniu: 1 — zewnętrznym, 2 — wewnętrznym

Mean in the 5-hours infiltration intensity measurement in the inner and outer ring of the infiltrometr in the 4-year experiment

1 — infiltration in the outer ring, 2 — in the inner ring

głębokości  $h$  warstwy wody w infiltratorze natężenie infiltracji rosło w pierścieniu zewnętrznym w 7 przypadkach, a w pierścieniu wewnętrznym w 9 przypadkach na 12 możliwych (rys. 6).

W doświadczeniu na glebie gliniastej istotne różnice infiltracji są w pierścieniu wewnętrznym, między ugorem a lucerną, zbożami, rzepakiem i łubinem. W pierścieniu zewnętrznym różnice istotne występują między ugorem i zbożami a lucerną, rzepakiem i łubinem. Wzrost warstwy wody w infiltratorze w tym doświadczeniu nie miał istotnego wpływu na natężenie infiltracji.



Rys. 6. Natężenie infiltracji średnio w 4-letnim doświadczeniu polowym w Laskowicach Oławskich  
 natężenie infiltracji w pierścieniu wewnętrznym, zewnętrznym; h — poziom wody: 1 — 5 cm, 2 — 10 cm, 3 — 20 cm  
 Mean infiltration intensity in the 4-year field experiment at Laskowice Oławskie  
 infiltration intensity in the inner, outer ring; h — water level: 1 — 5 cm, 2 — 10 cm, 3 — 20 cm

## WNIOSKI

1. W doświadczeniach polowych na glebie piaszczystej rozrzut natężenia infiltracji w czasie 5-godzinnego czasu pomiaru był znaczny, co spowodowało, że w 4-letnim okresie korelacja między natężeniem infiltracji i czasem była istotna w 32% przypadków. W doświadczeniu na glebie gliniastej udział istotnych współczynników natężenia infiltracji wzrósł do 42% ogólnej liczby pomiarów.

2. Infiltrometr dwupierścieniowy dobrze wychwytuje różnice uwarunkowane typem budowy systemu korzeniowego roślin. W doświadczeniu na glebie piaszczystej zboża (owies, żyto), w porównaniu z ugorem, zwiększały natężenie infiltracji o 79% w pierścieniu wewnętrznym i o 72% w pierścieniu zewnętrznym (lucerna zwiększała odpowiednio o 53 i o 51%, a rzepak i łubin o 51% i o 25%).

Takiej prawidłowości nie wykazywały pomiary natężenia infiltracji w doświadczeniu na glebie gliniastej.

3. Przy analizie 4-letnich pomiarów polowych teoretyczny dowód Philipa [6], mówiący o tym, że przyrost warstwy wody w infiltrometrze o 1 cm powinien zwiększać infiltrację o około 2%, został potwierdzony w ograniczonym zakresie na glebie piaszczystej. Na glebie gliniastej wpływ głębokości warstwy wody w infiltrometrze na infiltrację okazał się nieistotny.

## LITERATURA

- [1] Ahuja L. R., El-Swaify S. A., Rahman A.: Measuring properties of soil with a double-ring infiltrometer and multidepth tensiometers. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 40, 1976, 4.
- [2] Aronovici V. S.: Model study of ring infiltrometer performance under low initial soil moisture. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 19, 1955, 1.
- [3] Burgy R. H., Luthin J. N.: A test of the single and double ring types of infiltrometers. *Trans. Amer. Geoph. Union.* 37, 1956, 2.
- [4] Kopp E.: Die permeabilität durchlässiger Böden die Gliederung des Makroporenraumes und die Beziehungen zwischen Permeabilität u. Bodentypen. *Z.f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung* 1965, 2.
- [5] Olson T., Schwartzendruber C. D.: Model study of the doubling ring infiltrometer in layered system. 7th Intern. Congress of Soil Science Madison Viskon. USA 1960, 1.
- [6] Philip J. R.: Theory of infiltration. 6. Effect of water-depth over the soil. *Soil Sci.* 85, 1958, 5.
- [7] Ząbek S.: Wpływ składu mechanicznego i budowy profilu glebowego czterech rodzajów gleby na wsiąkalność wodną. *Rocz. glebozn.* 27, 1976, 4.
- [8] Ząbek S.: Dynamika infiltrowania wody w glebę piaszczystą i gliniastą lekką w ugorze czarnym pod lucerną i roślinami jednorocznymi w świetle 4-letnich badań polowych. *Rocz. glebozn.* 30, 1979, 1.

*Obliczenie współczynników regresji wykonano w ZETO JUNG w Puławach. Dziękuję p. mgr. Bogdanowi Pietrasowi za przekonsultowanie spraw metodycznych.*



С. ЗОМБЕК

**ДВУХЦИЛИНДРОВЫЙ ИНФИЛЬТРОМЕТР В ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И РАЗЛИЧНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЧВЫ**

Институт растениеводства, удобрения и почвоведения, Филиал во Вроцлаве

## Резюме

В опыте на песчаной почве интенсивность инфильтрации (в мм/мин) за период 4 лет в черном паре и под растениями была в среднем на 10% ниже во внутреннем, чем во внешнем цилиндре при всех глубинах слоя воды. В опыте на суглинистой почве различия в интенсивности инфильтрации между двумя цилиндрами колебались в пределах 2-4%; они бывали иногда меньше во внутреннем цилиндре, а иногда наоборот, независимо от глубины слоя воды и от способа использования почвы (пар, культура).

Когда в инфильтрометрах слой воды повышался: 5, 10, 20 см, то интенсивность инфильтрации повышалась под растениями как: 100, 111, 127 в случае песчаной и 100, 134, 118 в случае суглинистой почвы, тогда как под паром она повышалась или снижалась как: 100, 106, 97 в случае песчаной и 100, 134, 118 – суглинистой почвы.

Результаты полученные с помощью двухцилиндрового инфильтрометра в период 5-часовых измерений показали существенные различия в интенсивности инфильтрации между паром и делянками под растительным покровом. Кроме того в опыте на песчаной почве были обнаружены существенные различия между растениями со стержневыми корнями (люцерна, люпин, рапс) и растениями с мочковатыми корнями (овес, рожь). Для научно-исследовательских целей число параллельных повторностей в полевых измерениях должно составлять не менее 4.

S. ZĄBEK

**DOUBLE-RING INFILTRMETER IN FIELD INVESTIGATIONS UNDER DIFFERENT SOIL AND CULTIVATION CONDITIONS**

Institute of Soil Science and Cultivation of Plants, Branch Division in Wrocław

## Summary

The infiltration intensity in mm/min for the 4-year period in the experiments on sandy soil under fallow and under crops was, on the average, by 10% weaker in the inner than in outer cylinder at all depths of water layer. On the other hand, in the experiment on loamy soil the differences in the infiltration intensity between both cylinders varied within 2-4%, but were either less in the inner than in the outer cylinder or vice versa — irrespective of the outer layer depth and of the cultivation kind (fallow, crops).

Along with an increase of the water layer in infiltrometers by 5, 10, 20 cm, increased also the infiltration intensity under crops as 100, 111, 127 (on sandy soil), as 100, 134, 149 on loamy soil, and on the fallow — as 100, 106, 97 (on sandy soil) and as 100, 134, 108 on loamy soil.

The results obtained by means of the double-ring infiltrometer during the 5-hour measurement time showed significant differences in the infiltration intensity between fallow and plots sown with crops. Also in the experiment on sandy soil considerable differences occurred between crops with tap roots (alfalfa, lupine, rape) and those with fibrous roots (oats, rye).

The number of parallel replications in field experiments carried out for scientific-research purposes should not be less than four.

*Doc. dr Stanisław Ząbek  
Wrocławski Oddział IUNG  
Wrocław, pl. Engelsa 5*