

RUCH WODY W WARSTWIE ORNEJ DWU TYPÓW GLEB
PRZY RÓŻNYM STANIE ICH WILGOTNOŚCI.

CZ. I. SZYBKOŚĆ PRZEMIESZCZANIA SIĘ WODY W GŁĘB
WARSTWY ORNEJ

WASSERBEWEGUNG IN DEN KRUMEN ZWEIER BODENTYPEN BEI VERSCHIE-
DENEN STAND DER BODENFEUCHTIGKEIT
I TEIL. SCHNELLIGKEIT DES WASSEREINDRINGENS IN DIE TIEFE DER
KRUME

ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ НА РАЗЛИЧНОЙ ГЛУБИНЕ ПАХОТНОГО СЛОЯ
ДВУХ ПОЧВЕННЫХ ТИПОВ ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОДЕРЖАНИИ ВЛАГИ
В ПОЧВЕ

ЧАСТЬ I. СКОРОСТЬ ПРОНИКНОВЕНИЯ ВОДЫ НА РАЗЛИЧНЫЕ ГЛУБИНЫ
ПАХОТНОГО СЛОЯ

MIECZYŚŁAW BIRECKI, STANISŁAW TRZECKI

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin SGGW — Warszawa

Lehrstuhl für Allgemeinen Acker und Pflanzenbau der Landwirtschaftlichen
Hochschule, Warszawa

Кафедра общего земледелия Главной сельскохозяйственной школы в Варшаве

WSTĘP I PRZEGLĄD LITERATURY

Przy regulowaniu warunków wilgotnościowych dla roślin ważną rzeczą staje się znajomość zasad magazynowania, jak i przemieszczania się wód glebowych (1, 2, 6). Najczęstszym kierunkiem w warunkach naturalnych jest przemieszczanie się wody w kierunku pionowym (w dół i w górę). Boczne przemieszczanie wskutek znacznie mniejszych różnic wilgotnościowych w kierunku poziomym jest w warunkach naturalnych mniej istotne (7). Szybkość przemieszczania się wody jest różna. Bardzo szybko przemieszcza się w dół woda grawitacyjna, tym szybciej im jest bardziej gruboziarniste środowisko. Ten ruch wody nazywamy przepuszczalnością (4, 6, 8). Znacznie wolniej (ale jeszcze względnie szybko) przemieszcza się woda kapilarna — spoista. Jest to woda, która jak podaje Rode za Abramową znajduje się między punktem tzw. najmniejszej połowej wilgotności

(w przybliżeniu równy wodnej pojemności polowej), a wilgotnością rozrywania kapilar (7). Francesson (7) na drodze eksperymentalnej stwierdza, że w zależności od składu mechanicznego szybkość w kapilarnym przemieszczaniu się wody w dół i w górę może się różnić w granicach od 0 do 10 razy.

Wreszcie gwałtowny spadek ruchliwości występuje przy dalszym obniżaniu się wilgotności gleby tj. przy wodzie znajdującej się w małych kapilarach i przy tzw. wodzie błonkowej. Nowsze badania wykazują, że w tym wypadku następuje bardzo powolne przemieszczanie wody. Głównym czynnikiem wywołującym to zjawisko jest różnica w tzw. potencjale wilgotnościowym poszczególnych warstw glebowych. Mniejszą zaś rolę odgrywa różnica temperatur i stopień zagęszczenia gleby (3, 5, 7).

Dążąc do wyrównania wilgotności woda przemieszcza się od niższego do wyższego potencjału wilgotnościowego, od grubszych do cieńszych kapilar, bądź też błonek otaczających cząsteczki glebowe. Badanie ruchu wody w warstwie ornej jest stosunkowo skomplikowane, gdyż wchodzi tu w grę szereg zjawisk równocześnie zachodzących, jak np. parowanie powierzchniowe, pobieranie wody przez korzenie roślin, podsiąkanie, a po deszczu i przesiąkanie w dół.

Dlatego też badanie roli poszczególnych czynników w przebiegu zjawisk związanych z ruchem wody lepiej jest przeprowadzać w warunkach laboratoryjnych pozwalających na wyeliminowanie niektórych zjawisk, szczególnie sobie przeciwstawnych.

Tak też postąpiliśmy w naszych badaniach nad przemieszczaniem się wody w głąb warstwy ornej przy różnym stanie jej wilgotności.

Uzyskane z tych badań wyniki przytaczamy poniżej.

OPIS WARUNKÓW DOŚWIADCZENIA

Badania przeprowadzone w laboratorium Katedry Ogólnej Uprawy Roli i Roślin SGGW na dwu typach gleb, a mianowicie czarnej ziemi średniej i bielicy piaszczystej lekkiej, pochodzących z Pola Doświadczalnego RZD — SGGW w Chylicach.

Skład mechaniczny warstw ornych wyżej wymienionych gleb, zawartość w nich próchnicy oraz przepuszczalność przedstawia tabela 1.

Przed przystąpieniem do badań ilości i szybkości przemieszczania się wody w warstwie ornej przeprowadzono na tychże glebach długotrwałe pomiary kalibracyjne różnych elementów elektrometrycznych do mierzenia wilgotności gleby (bloki gipsowe z elektrodami nierdzewnymi, meta-

Tabela 1

Skład mechaniczny, zawartość próchnicy i przepuszczalność w warstwie ornej gleb użytych do badań
 Mechanische Zusammensetzung, Humusgehalt und Wasserdurchlässigkeit der Krumen der in den Versuchen angewandeten Böden
 Механический состав, содержание гумуса и проникновение воды в пахатном слое почв взятых для исследования

Rodzaj gleby Bodentyp Тип почвы	% części szkieletowych Skeletanteil % Скелетная фракция %		% części ziemistych Feindeggehalt % % części ziemistych		W części ziemistej % frakcji w mm Körnerfraktionenanteil in % der Feinerde В песчанисто-пылевой фракции % частиц в мм											W części ziem. % grup frakcji w mm Körnerfraktions- gruppenanteil in % der Feinerde В песчанисто-пыле- вой фракции % групп фракции в мм			% próchnicy Humusgehalt %		Przepuszczalność w ml/min Wasserdurchlässigkeit in ml/Min Проницаемость в мм/мин	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17						
Szarna ziemia Schwarzerdeboden Тёмноцветная (чер- ная) почва	2,7	97,3	13,7	21,6	24,2	7,5	8,5	8,0	4,5	12,0	59,5	16,0	24,5	1,70	0,160	0,015						
Bielica piaszczysta Sandiger Podsolboden Суглинистый подзол	1,1	98,9	17,7	26,3	34,0	10,0	3,5	2,5	3,5	2,5	78,0	13,5	8,5	0,80	0,240	0,048						

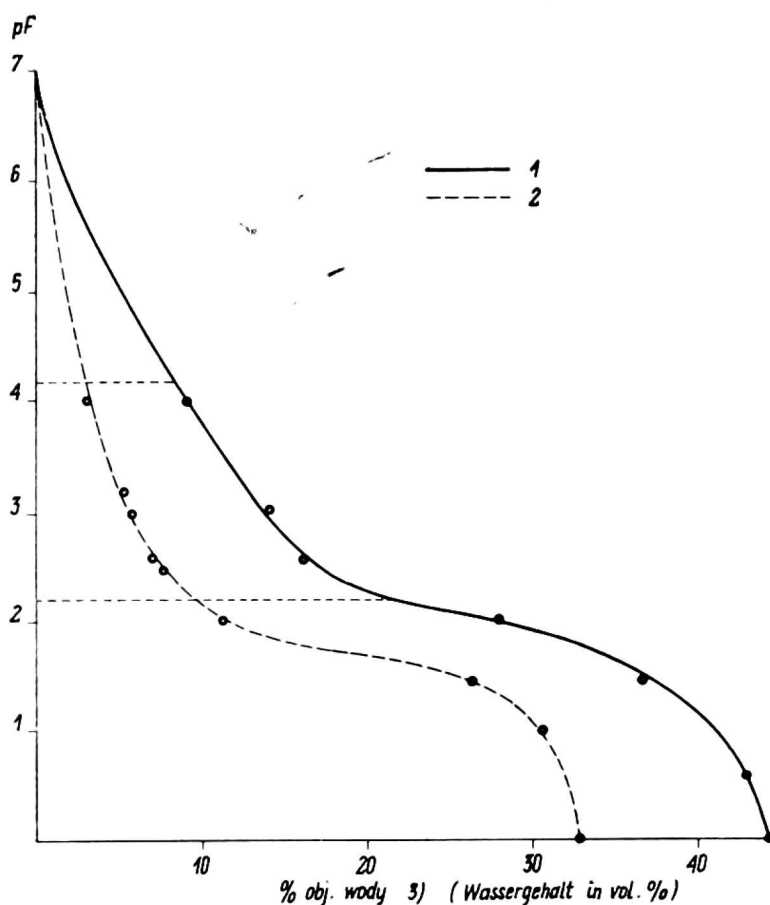
lowymi i węglowymi, bloki gipsowo-piaskowe z takimiż elektrodami, oraz płytki węglowe umieszczone bezpośrednio w glebie).

Kalibrowanie elementów pomiarowych jak i następnie sam pomiar wilgotności gleby przy przemieszczaniu się w niej wody prowadzono przy prawie jednakowej temperaturze tj. przy około $+20^{\circ}\text{C}$. Takie postępowanie pozwoliło wyeliminować zmienność oporności elektrycznej powodowanej zmianami termicznymi środowiska. Sam pomiar oporności w jednym i drugim wypadku tj. przy kalibracji jak i następnie w badaniach ruchu wody prowadzono mostkiem Wheatstone'a stosując prąd zmienny o częstotliwości 1500 Hz, uzyskiwany poprzez zainstalowanie w układzie pomiarowym generatora. Jako wskaźnika skompensowania mostku Wheatstone'a używano słuchawek elektrycznych.

Skala pomiarowa zastosowanego układu elektrycznego wynosiła od 1 do 100 000 Ω .

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów porównawczych jakości pracy zastosowanych bloków i elektrod, do dalszych badań nad ruchem wody w glebie, jako najbardziej odpowiednie wybrano elektrody węglowe w kształcie płytek umieszczane bezpośrednio w glebie.

Typ gleby Bodentyp Тип почвы	Porowatość całkowita Gesamtporenvolumen Общая порозность	Porowatość niekapilarna Nichtkapillare Porosität Некапиллярная порозность	Porowatość kapilarna Kapillare Porosität Капиллярная порозность		
			Pory duże grosse Poren Поры большие < pF 2,2 (> 18 μ)	Pory średnie mittlere Poren Поры средние od pF 2,2 do pF 4,2 (od 18—0,2 μ)	Pory małe kleine Poren Поры малые > pF 4,2 (< 0,2 μ)
1	2	3	4	5	6
1. czarna ziemia	51	6,7	23,3	12,7	8,3
2. bielica piaszczysta	40	7,0	23,7	6,3	3,0
1. Schwarzerdeboden					
2. Sandiger Podsolboden					
1. Тёмноцветная (черная почва)					
2. Песчаная подзолистая почва					



Wykres 1. Krzywe pF dwu wziętych do badań gleb przy stanie skupienia analogicznym do uzyskanego w wazonach: 1 — czarna ziemia, 2 — bielica piaszczysta

Abb. 1. p — Kurven der beiden in den Versuchen angewandeten Böden bei einer Lagerungsdichte analogisch wie in den Gefässen: 1 — Schwarzerdeboden, 2 — sandiger Podsolboden

Рис. 1. Кривые pF двух взятых на исследования почв, плотность которых аналогична до полученной в вегетационных сосудах: 1 — тёмноцветная (черная) 2 — песчаная подзолистая почва, 3 — объемный % воды

Wymiary tych elektrod wynosiły $5 \times 20 \times 25$ mm. Do każdej elektrody (wewnątrz) był przymocowany na stałe dobrze izolowany przewód elektryczny; wyprowadzony do pomiarów na zewnątrz gleby.

Badania ruchu wody w warstwie ornej dwu typów gleb przeprowadzono w doświadczeniu wazonowym. Do napełniania wazonów użyto dokładnie wymieszanych gleb w stanie podsuszonym. Wagowo wilgotność czarnej ziemi wynosiła 2,4%, a bielicy piaszczystej 0,14%. Wysokość warstwy gleby w wazonach wynosiła 20 cm. W niej w odstępach co 3 cm umieszczono parami wyżej opisane elektrody węglowe bezpośrednio w glebie. Pozwalały one prowadzić pomiary zmian wilgotności w 6 poziomach 20 centymetrowej warstwy ornej tych gleb, co dawało dostatecznie dobrą możliwość śledzenia ilości i szybkości przemieszczania się wody w głąb gleby przy dodawaniu jej w niewielkich porcjach na powierzchni.

Dla wyliczenia właściwych ilości wody oznaczono siły ssące, występujące w użytej do badań glebie, przy różnej (zmniejszającej się) wilgotności, wyrażając je współczynnikiem pF. Uzyskane wartości przedstawia wykres 1.

Jak z niego wynika pojemność kapilarna wynosiła w czarnej ziemi 31,4% wag. (44,3% obj.), a w bielicy piaszczystej 20,5% wag. (33,0% obj.), pojemność polowa przy pF 2,2 analogicznie 14,9% wag. (21% obj.) i 5,8% wag. (9,3% obj.), oraz ilości wody niedostępnej dla roślin 6,0% wag. (8,3% obj.) i 1,8% wag. (3,0% obj.).

Z punktu widzenia życia roślin najbardziej interesującym jest określanie zmian wilgotności od punktu tzw. wilgotności polowej (lub nieco powyżej) do punktu tzw. wilgotności trwałego wędnięcia, oraz przemieszczanie się wody w tym przedziale.

Na podstawie znajomości sił zatrzymywania wody w poszczególnych glebach wyliczono potrzebną ilość wody, jaką należy dodać do gleby, by osiągnąć wilgotność bliską $1/2$, 1 i $1\frac{1}{2}$ pojemności polowej.

Jak wynika z wyliczenia 20 cm warstwa orna nasycona do pojemności polowej (przy pF około 2,2) w zależności od gleby mieści w sobie; czarna ziemia 42, a bielica piaszczysta około 20 mm opadu.

Często opady spadające na przysuszoną glebę są mniejsze, niż wymagane do osiągnięcia pojemności polowej w warstwie ornej, względnie i w warstwach głębiej położonych.

W warunkach naturalnych zwilżają one wtedy powierzchniowo (do pewnej głębokości) warstwę orną, by następnie częściowo wyparować, a częściowo być pobrane przez korzenie roślin.

Niżej zamieszczone tabele 2, 3 i 4 pokazują szybkość i ilość przemieszczających się wód w dół warstwy ornej (w wazonach) przy niepobieraniu ich przez korzenie i wyeliminowaniu parowania. Jak wynika z tabeli 2 szybkość przemieszczania się niewielkiej dawki wody ($1/2$ w stosunku do nasycenia przy poj. polowej) jest bardzo mała. Przeciętna szybkość waha się od 0,02 do 0,03 cm/godz.

Woda w tej ilości wprowadzona na powierzchnię gleby dostaje się częściowo na głębokość 20 cm dopiero po 27 dobach. Przy tejże ilości dodanej wody nawet po 146 dobach nie występuje wyrównanie wilgotności w całej warstwie ornej. Góra jest prawie 3-krotnie wilgotniejsza niż dół.

Na uwagę zasługuje duże podobieństwo w przemieszczaniu się wód przy podobnych wartościach pF na czarnej ziemi jak i bielicy piaszczystej. Nie przytoczone w tej pracy dane uzyskane w równocześnie prowadzonych pomiarach na glinie lekkiej i piasku luźnym, pochodzących z warstw głębszych tychże gleb potwierdzają również dużą zgodność w wyżej przytoczonej prawidłowości przemieszczania się wód w dół.

Po dodaniu na powierzchnię następnej porcji wody (wystarczającej na nasycenie do pojemności połowej), szybkość przemieszczania się znacznie wzrasta. Z szybkością 13 — 16 cm/godz dochodzi ona w głąb do 13 cm w bielicy piaszczystej i 16 cm w czarnej ziemi. Dalsze przenikanie w głąb gwałtownie maleje. W czarnej ziemi następny 3 cm odcinek przebywa wo-

Tabela 2

Ilość i szybkość przemieszczenia się wody w 20 cm warstwie ornej przy opadzie wystarczającym do nasycenia jej do $1/2$ pojemności połowej

Die Menge und Schnelligkeit des Wassereindringens in die Krume bei einem Niederschlag der zur Sättigung der 20 cm Schicht bis zu $1/2$ der Feldkapazität ausreicht

Gleba Boden	Ciężar obj. Volumengewicht	Woda doszła Das Wasser kam		Z szybkością Mit der Schnelligkeit		Przeciętna szybkość w cm/godz. Mittlere Schnelligkeit in cm/Std.	Wilgotność w % objęt. na różnych (co 3 cm) głębokościach warstwy ornej po: Bodenfeuchtigkeit in Vol.— % in verschiedenen Tiefen (je 3 cm) der Krume nach:							
		do głęb. bis zur Tiefe	po upły- wie nach Ablauf von	w warstwie in der Schicht	w cm/godz. in cm/Std.		1 godz. 1 Std.	21 godz. 21 Std.	8 do- bach 8 Tage	16 do- bach 16 Tage	20 do- bach 20 Tage	27 do- bach 27 Tage	146 dobach (przed doda- niem nast. porcji wody) 146 Tage (vor Zugabe der nächsten Wasserdose)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Czarna ziemia Schwarzerdeboden Тёмноцветная (черная) почва	1,41	4 cm	1 godz*	do 4 cm	4,0	0,029	35,0	34,0	31,0	29,0	28,0	25,5	11,0	
				Std. bis 4 „										
		7 „	21 „	4—7 „	0,15		3,3	3,4	3,9	6,0	8,0	9,6	7,8	
		10 „	8dób**	7—10,,	0,017			3,3	3,4	3,8	4,0	4,6	6,1	
			Tage											
		13 „	16 „	10—13,,	0,015				3,3	3,4	3,7	3,9	5,0	
16 „	20 „	13—16,,	0,031				3,3	3,4	3,8	4,6				
19 „	27 „	16—19,,	0,017					3,3	3,4	4,5				
Bielica piaszczysta Sandiger Podsolboden Песчаная подзолистая почва	1,61	4 cm	1 godz*	do 4 cm	4,00	0,023	7,0	15,1	15,7	17,0	17,5	17,5	10,5	
				Std. bis 4 „										
		7 „	21 „	4—7 „	1,05		0,2	5,0	11,0	14,7	16,3	13,4	11,7	
		10 „	9dób**	7—10,,	0,015			0,2	1,6	3,4	4,7	7,0	10,0	
			Tage											
		13 „	17 „	10—13,,	0,015				0,2	1,4	1,6	3,0	7,9	
16 „	22 „	13—16,,	0,025				0,2	1,4	1,6	5,1				
19 „	34 „	16—19,,	0,010					0,2	1,4	3,0				

* Час

** Сут.

Таблица 2

Количество и скорость проникания воды в 20 см пахотном слое почвы при осадках достаточных для насыщения её до 1/2 полевой влагоемкости

Почва	Объемный вес почвы	Вода дошла:				Средняя скорость в см/час	Влажность в объемных % на разной (каждые 3 см) глубине пахотного слоя спустя:						
		до глубины	спустя	со скоростью			1 час	2 часа	8 суток	16 суток	20 суток	27 суток	146 суток (пер-ед добавлением следующей порции воды)
				в слое	см/час								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

da w ciągu 1 doby, a 6 cm odcinek w bielicy piaszczystej aż w ciągu 7 dób.

Wartości te wskazujące na gwałtowny spadek prędkości przemieszczania się wody są najprawdopodobniej wartościami granicznymi między prędkością przemieszczania się wody w kapilarach średnich (woda dostępna), a kapilarach małych (woda niedostępna), w obu bowiem glebach na głębokości 10—16 cm powstawała i utrzymywała się przez dłuższy czas bez większych zmian wilgotność nieznacznie tylko przekraczająca punkt wędnięcia roślin (tab. 3) Warstwy niżej położone mogły więc otrzymać tylko wodę z warstw wyżej położonych, w których była ona związana z dużą siłą przekraczającą 10 atm. Również i przy tej dawce wody tj. przy pojemności polowej nie następuje jej wyrównanie w całej warstwie ornej. Jak widać z ostatniej rubryki tabeli 3 wyrównanie wilgotności nie nastąpiło nawet po 82 dobach od momentu zadania drugiej porcji wody wystarczającej łącznie z pierwszą na nasycenie warstwy ornej do pojemności polowej.

Podobnie jak przy pierwszej dawce wody i w tym wypadku na obu, bądź co bądź dość różnych glebach, wystąpiło duże podobieństwo w rozmieszczeniu wody. Przy dawce wystarczającej do doprowadzenia gleby do siły ssącej około 2,2 pF najbardziej wilgotną po 82 dobach była gleba na głębokości 13 cm, a najsuchsza na samym dole tj. na głębokości 19 cm.

Dalsze porcje wody doprowadzające już wilgotność gleby ponad pojemność polową (przy pF ok. 1,8) powodują dalszy wzrost szybkości przesiąkania w dół. Do głębokości 13—16 cm woda przy tej wilgotności przesika po 1/2 godz., a do dna dopiero po 22 godz. Przeciętna szybkość przy sile ssącej około 1,8 pF w obu glebach jest analogiczna i wynosi 0,86 cm/godz.

Przy tej wilgotności szczególnie na bielicy piaszczystej daje się obserwować po 35 dobach odpływ w dół części wody. Poziomy dolne są 2-krotnie wilgotniejsze, niż poziomy górne warstwy ornej. Tego zjawiska nie

Tabela 3

Ilość i szybkość przemieszczania się wody w 20 cm warstwie ornej przy opadzie wystarczającym do nasycenia jej do pojemności połowej.

Die Menge und Schnelligkeit des Wassereindringens in die Krume bei einem Niederschlag der zur Sättigung der 20 cm Schicht bis zur Feldkapazität ausreicht.

Gleba Boden	Ciężar obj. gleby Volumen- gewicht	Woda doszła Das Wasser kam:			Przeciętna szybkość w cm/godz. Mittlere Schnellig- keit in cm/Std.	Wilgotność w % obj. na różnych (co 3 cm) głębokościach warstwy ornej po: Bodenfeuchtigkeit in Vol.—% in verschiedenen Tiefen (je 3 cm) der Krume nach:											
		do głęb. bis zur Tiefe	po upływie nach Ablauf von	z szybko- ścią cm/godz. mit der Schnel- ligkeit in cm/Std		1/2 godz. Std	1 godz. Std	4 godz. Std	1 dobie Tag	7 dobach Tage	82 dobach*) Tage*)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Czarna ziemia Schwarzerdeboden Тёмноцветная (черная) почва	1,41	4 cm	1 godz ¹⁾ Std	śred- nio ³⁾ 16	0,79							23,5	29,0	17,7			
		7 „	„									20,0	21,0	16,6			
		10 „	„									36,0	26,0	18,5			
		13 „	„									10,5	23,5	20,0			
		16 „	„									5,5	8,4	17,1			
		19 „	1 doby ²⁾ Tag	0,12								4,5	5,1	13,5			
Bielica piaszczysta Sandiger Podsolboden Песчаная позолистая почва	1,61	4 cm	1/2 godz Std	śred- nio ³⁾ 20	0,11							17,6	18,0	17,3	14,3	9,7	
		7 „	„ Std									13,4	14,6	15,6	15,2	10,9	
		10 „	„									10,3	10,4	10,5	15,1	12,4	
		13 „	1 godz ¹⁾									6	7,9	8,2	8,2	9,5	14,7
		16 „	4 „ Std									1	5,1	5,1	5,2	5,5	10,1
		19 „	7 dób ²⁾ Tage	0,017								3,0	3,0	3,0	3,3	5,7	

*) Po 228 dobach od początku doświadczenia
*) Nach 228 Tage vom Anfang des Versuches
*) Спустя 228 суток с начала опыта

1) час
2) сут.
3) Средняя скорость

Таблица 3

Количество и скорость проникания воды в 20 см пахотном слое почвы при осадках достаточных для насыщения её до полной полевой влагоемкости

Почва	Объем- ный вес почвы	Вода дошла:			Средняя скорость в см/час	Влажность в объемных % на разной (каждые 3 см) глубине пахотного слоя спустя:					
		до глубины	спустя	со ско- ро- стью см/час		1/2 часа	1 час	4 часа	1 сутки	7 суток	82 суток*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tabela 4

Ilość i szybkość przemieszczania się wody w 20 cm warstwie ornej przy opadzie wystarczającym do nasycenia jej do 1¹/₂ pojemności połowej
 Die Menge und Schnelligkeit des Wassereindringens in die Krume bei einem Niederschlag der zur Sättigung der 20 cm Schicht bis zu 1¹/₂ der Feldkapazität ausreicht

Gleba Boden	Ciężar obj. gleby Volumen- gewicht	Woda doszła: Das Wasser kam:			Przeciętna szybkość w cm/godz. Mittlere Schnellig- keit in cm/Std	Wilgotność w % obj. na różnych (co 3 cm) głębokościach warstwy ornej po: Bodenfeuchtigkeit in Vol.—% in verschiedenen Tiefen (je 3 cm) der Krume nach:				
		do głębokości bis zur Tiefe	po upływie nach Ablauf von	z szybkością w cm/godz. mit der Schnellig- keit in cm/Std		1/2 godz. Std	11 godz. Std	22 godz. Std	33 dobach*) Tage	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Czarna ziemia Schwarzerdeboden Тёмноцветная (черная) почва	1,41	4 cm	1/2 godz**	32	0,86	40,5	42,5	36,7		
		7 „				33,5	34,8	32,7		
		10 „				42,5	40,5	38,5		
		13 „				Std	28,5	39,0	39,5	
		16 „				17,7	20,7	38,3		
		19 „	22 godz** Std	0,13		13,5	14,3	35,3		
Bielica piaszczysta Sandiger Podsolboden Песчаная подзолистая почва	1,61	4 cm	1/2 godz**	26	0,86	16,0	14,5	13,3	10,0	
		7 „				14,3	13,2	12,5	10,2	
		10 „				13,3	13,0	12,4	11,3	
		13 „				Std	15,2	16,1	17,0	15,2
		16 „				11 godz** Std	0,28	10,1	10,8	12,1
		19 „	22 godz** Std	0,27		5,7	5,7	7,0	19,4	

*) Po 263 dobach od początku doświadczenia

*) Nach 263 Tage vom Anfang des Versuches

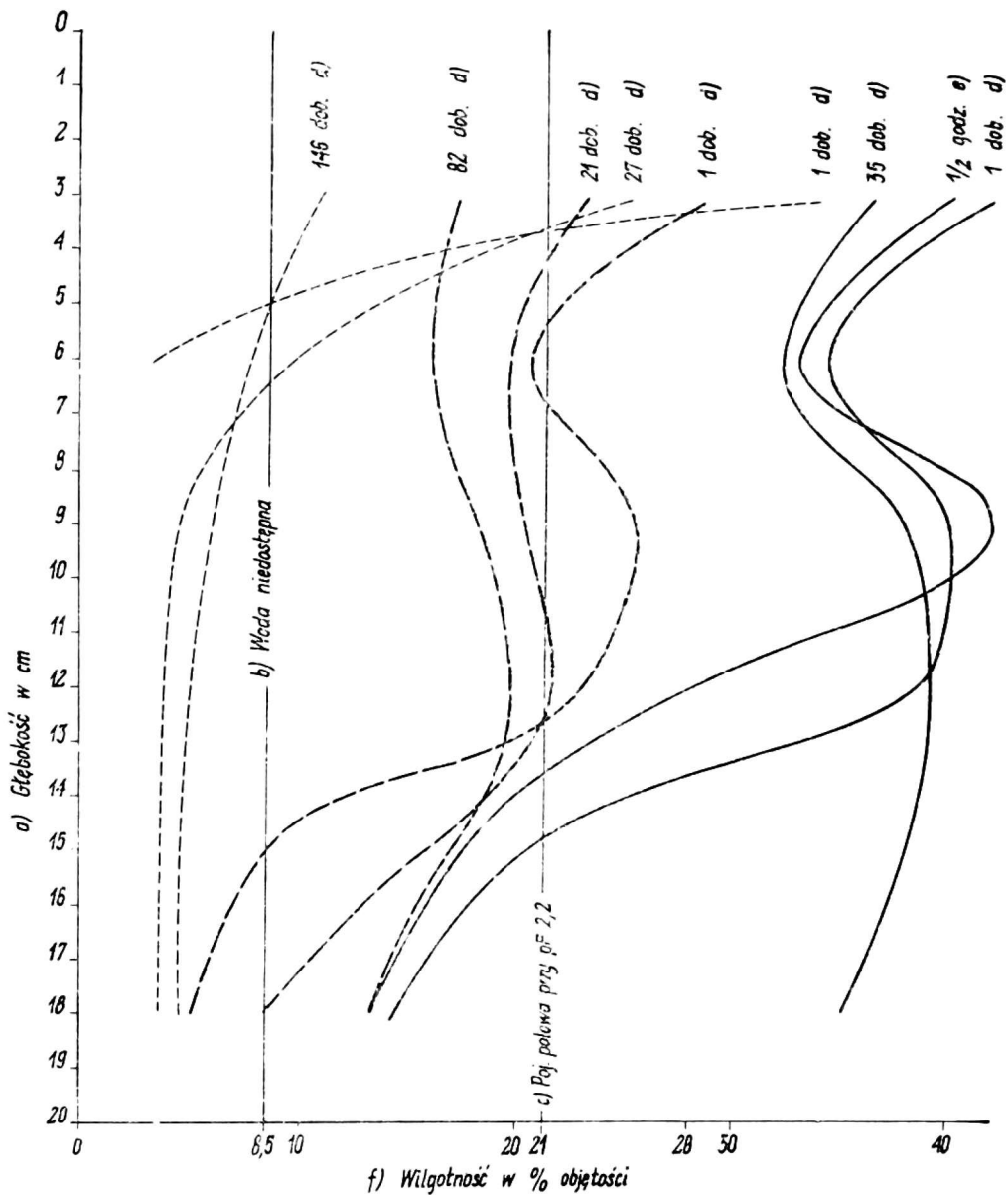
*) Спустя 263 сут. с начала опыта

** часа

Таблица 4

Количество и скорость проникания воды в 20 см пахотном слое почвы при осадках достаточных для насыщения её до 1¹/₂ полевой влагоемкости

Почва	Объемный вес почвы	Вода дошла			Средняя скорость в см/час	Влажность в объемных% на разной (каждые 3 см) глубине пахотного слоя спустя			
		до глубины	спустя	со скоростью см/час		1/2 часа	11 часов	22 часа	35 суток*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



Wykres 2. Wilgotność czarnej ziemi na różnej głębokości warstwy ornej (w wazonie) i w różnym czasie po dodaniu porcjami wody, aż do doprowadzenia gleby do wilgotności powyżej pojemności polowej

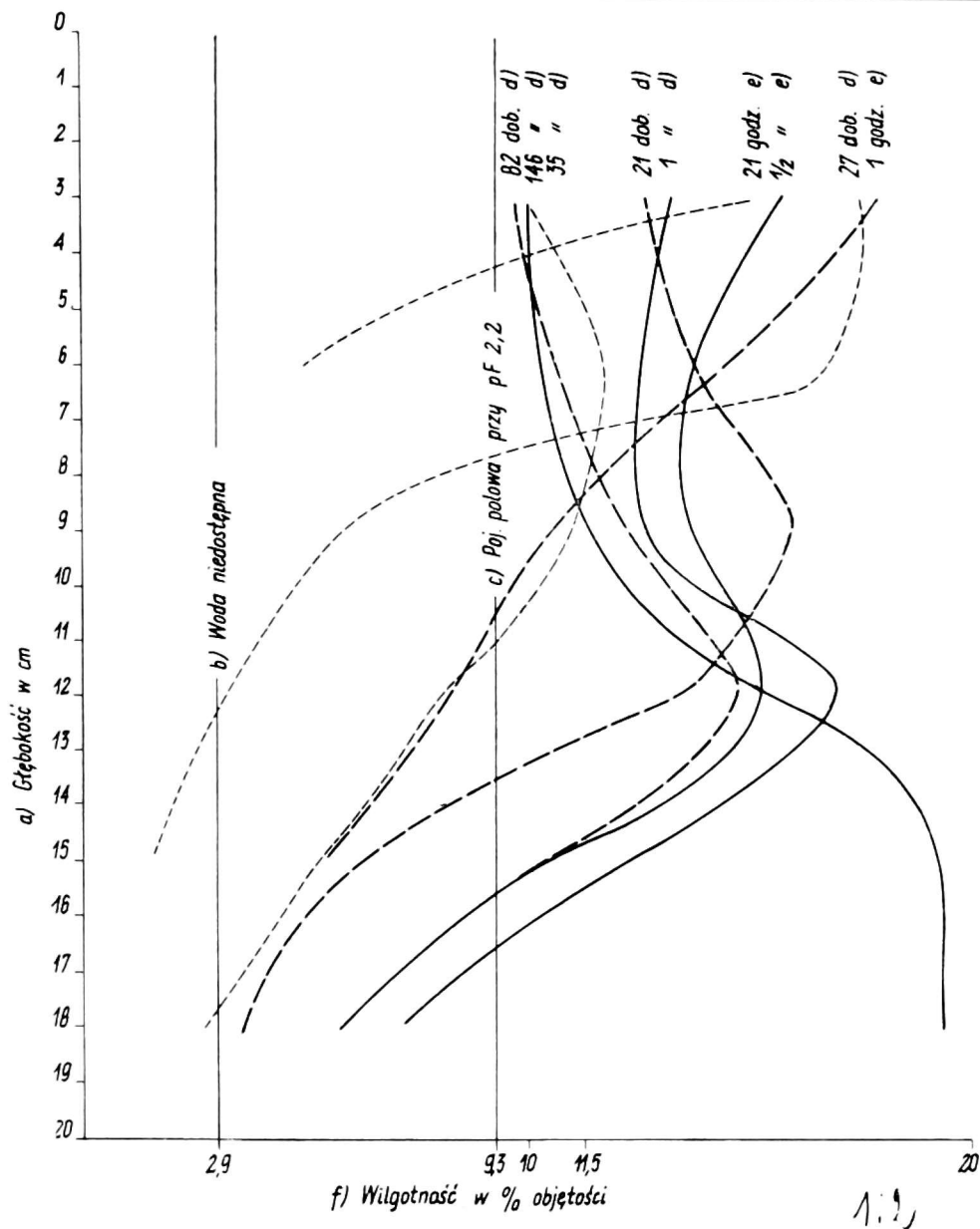
- (I) ----- przy dodaniu 1/2 w stos. do poj. polowej
- (II) ----- „ „ 1 „ „ „ „
- (III) ----- „ „ 1 1/2 „ „ „ „

Abb. 2. Feuchtigkeit des Schwarzerdebodens in verschiedener Tiefe der Krume (im Gefässversuch) und in verschiedenen Zeitabschnitten nach der Wasserzugabe in Dosen bis die Feldkapazität überschritten wurde: a) Tiefe in cm; b) unbranchbares Wasser bei pF 4,2; c) Feldkapazität bei pF 2,2; d) Tage; e) Stunde; f) Feuchtigkeit in Vol. %

- (I) ----- Wasserzugabe 1/2 Dose der Feldkapazität
- (II) ----- „ 1 „ „ „
- (III) ----- „ 1 1/2 „ „ „

Рис. 2. Влажность тёмноцветной (черной) почвы на разной глубине пахотного слоя (в вегетационном сосуде) и в разный срок после добавления порциями воды, доводящая увлажнение почвы выше полной полевой влагоемкости: a) Глубина в см; b) вода недоступная; c) полная влагоемкость при pF 2; d) суток; e) часов; f) влажность в объемных %

- (I) ----- добавляя 1/2 в отношении к полевой влагоемкости
- (II) ----- добавляя до полной полевой влагоемкости
- (III) ----- „ 1 1/2 в отношении к полевой влагоемкости



Wykres 3. Wilgotność bielicy piaszczystej na różnej głębokości warstwy ornej (w wazonie) i w różnym czasie po dodaniu porcjami wody, aż do doprowadzenia gleby do wilgotności powyżej pojemności polowej.

- (I) ----- przy dodaniu $\frac{1}{2}$ w stos. do pojem. pol.
 (II) ----- " " 1 " " " "
 (III) ----- " " $1\frac{1}{2}$ " " " "

Abb. 3. Feuchtigkeit des sandigen Podsolboden in verschiedener Tiefe der Krume (im Gefäßversuch) und in verschiedenen Zeitabschnitten nach der Wasserzugabe in Dosen bis die Feldkapazität überschritten wurde: a) Tiefe in cm; b) unbrachbares Wasser bei pF 4,2; c) Feldkapazität bei pF 2,2; d) Tage; e) Stunde; f) Feuchtigkeit in Vol. %

- (I) ----- Wasserzugabe $\frac{1}{2}$ Dose der Feldkapazit.
 (II) ----- " 1 " " "
 (III) ----- " $1\frac{1}{2}$ " " "

Рис. 3. Влажность песчаной подзолистой почвы на разной глубине пахотного слоя (в вегетационном сосуде) и в разный срок после добавления порциями воды, доводящая увлажнение почвы выше полной полевой влагоемкости: а) Глубина в см; б) вода недоступная; в) полная влагоемкость при pF 2; д) суток; е) часов; ф) влажность в объемных %

- (I) ----- добавляя $\frac{1}{2}$ в отношении к полевой влагоемкости
 (II) ----- добавляя до полной полевой влагоемкости
 (III) ----- " $1\frac{1}{2}$ в отношении к полевой влагоемкости

zaobserwowano w warstwie ornej czarnej ziemi. Częściowym wytłumaczeniem tego jest nieco większe nasycenie wodą (w stosunku do sił ssących) bielicy piaszczystej niż czarnej ziemi.

Graficzne przedstawienie wilgotności w warstwie ornej w różnym czasie po dodaniu wody przedstawiają wykresy 2 i 3. Z nich wynika dość charakterystyczne zjawisko, a mianowicie niejednorodność wilgotności na różnych głębokościach warstwy ornej.

Po pewnym okresie czasu już przy dawce drugiej występuje wyraźnie silniejsze uwilgotnienie środkowej części warstwy ornej, a przy trzeciej dawce najwilgotniejszymi stają się warstwy dolne.

Na podstawie tychże wyników sądzić należy, że tego rodzaju zjawisk tj. przemieszczania się wody przy stanie nienasycenia, nie pobierania jej przez korzenie, oraz nie parowaniu powierzchniowym nawet zupełnie jednorodnego materiału glebowego nie można bezpośrednio porównywać ze zjawiskami przebiegającymi w polu w warunkach naturalnych. Te pierwsze bowiem pokazują nam kierunek przebiegu jednego czynnika przy wyeliminowaniu pozostałych.

Dla dokładniejszego jednak wyjaśnienia wyżej poruszonych zagadnień, zachodzących w warunkach naturalnych konieczne jest prowadzenie dalszych i bardziej szczegółowych badań na ten temat.

W N I O S K I

Na podstawie uzyskanych wyników z przeprowadzonych badań szybkości i ilości przemieszczania się wody w warstwach ornych 2 typów gleb można by wyciągnąć następujące wnioski:

1. Przemieszczanie się wody z warstw wilgotniejszych do suchszych zachodzi, wprawdzie bardzo powoli, już przy wilgotności niższej niż punkt wędnięcia roślin. Występuje więc ruch wody związanej z siłami nawet powyżej 16 atm. (tabela 2 — warstwa oddająca wodę warstwie niżej położonej ma wilgotność niższą, niż punkt trwałego wędnięcia).

2. Przy niskiej wilgotności gleby i bardzo małych dawkach wody ruch zachodzi bardzo wolno (0,010 — 0,015 cm/godz.). Przy wilgotności nieco powyżej połowej pojemności wodnej szybkość przemieszczania się wody w dół wzrasta, osiągając wartość od 16 do 32 cm/godz.

3. Przy niskiej wilgotności nawet po kilku miesiącach nie następuje wyrównanie się wilgotności w kierunku pionowym warstwy ornej, przy wyższej (przewyższającej pojemność połową) zachodzi to stosunkowo szybko.

LITERATURA

1. Birecki M. i Trzecki St. — Roczn. Gleboznawcze. Dodat. do T. XIV, str. 23—32, (1964 r).
2. Birecki M. i Trzecki St. — Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 50b, str. 41—50, (1964 r).
3. Elrick D. E. — Austral. J. Soil Res. 1, str. 1—8, (1963).
4. Klimes - Szmik A. — Ac. agron. Acad. Sci Hung, Z. 1—2, str. 51—66, (1963 r).
5. Rewut J. B. — Fizyka poczw., Leningrad, (1964 r).
6. Richard F. — Schweiz. Landw. Forsch. 2. (1963 r).
7. Rode A. — Woda w glebie., Warszawa, PWRiL., (1956 r).
8. Sudicyn J. J. — Zakonomiernosti pieredwizhenia poczwiennoj włagi., Moskwa, (1964 r).

STRESZCZENIE

W latach 1963 i 1964 przeprowadzono w Katedrze Ogólnej Uprawy Roli i Roślin SGGW badania nad szybkością przemieszczania się wód w nienasyconych wodą warstwach ornych dwu gleb, a mianowicie: czarnej ziemi i bielicy piaszczystej. Gleby pochodziły z Pola Dośw. RZD — SGGW w Chylicach. Badania prowadzono metodą wazonową, zabezpieczając całkowicie glebę w wazonie przed parowaniem. Wazony napełniono glębą podsuszoną (o wilgotności niższej niż zawartość wody niedostępnej).

W glebie co 3 cm głębokości umieszczono uprzednio wyskalowane elektrody węglowe, służące do elektrometrycznych oznaczeń zmian wilgotności. Wodę dodawano w 3 porcjach po $\frac{1}{2}$ ilości w stosunku do pełnej pojemności połowej. Pomiarów wykonywano w zależności od potrzeb początkowo co $\frac{1}{4}$ do 1 godz., a później co kilka do kilkunastu dni.

W ten sposób w ciągu 263 dni względnie dokładnie prześledzono szybkość i ilość przemieszczającej się wody w dół. Początkowo przy małych wilgotnościach ruch jest bardzo powolny, przemieszczają się znikome ilości wody, oraz nie następuje wyrównywanie wilgotności w warstwie ornej nawet po kilku miesiącach. Wraz ze zwiększaniem się wilgotności wzrasta szybkość i ilość przemieszczającej się w dół wody.

Jeżeli zaś chodzi o wpływ gleby, to zachodzi bardzo duże podobieństwo w szybkości i ilości przemieszczającej się w dół wody przy tych samych wartościach ich sił ssących i proporcjonalnych do tego dawek wody.

ZUSAMMENFASSUNG

In den Jahren 1963 und 1964 wurden im Lehrstuhl für Allgemeinen Acker- und Pflanzenbau der Landwirtschaftlichen Hochschule in Warszawa Untersuchungen über die Schnelligkeit der Wasserbewegung in den nicht mit Wasser gesättigten Krumen eines Schwarzerdebodens und eines sandigen Podsolbodens durchgeführt. Die Untersuchungen wurden in Gefässen bei Sicherstellung des Bodens vor Wasserverdunstung durchgeführt.

Im Boden, je 3 cm Tiefe, wurden vorher geeichte Kohlenelektroden untergebracht; mit Hilfe welcher elektrometrische Bestimmungen der Boden feuchtigkeitsveränderungen durchgeführt wurden. Das Wasser wurde oberflächlich dem Boden in Dosen je $\frac{1}{2}$ der Wassermenge welche im Boden die volle Feldkapazität gibt (berchnet

für pF 2,2) zugeführt. Die Feuchtigkeitsbestimmungen wurden Anfangs jede 1/4 bis 1 Stunde, später in mehrtägigen Abständen durchgeführt.

Auf solcher Weise wurde im Zeitraum von 263 Tage die Schnelligkeit und die Menge des in die Tiefe eindringenden Wassers untersucht. Am Anfang bei niedriger Bodenfeuchteigkeit ist die Wasserbewegung sehr langsam. Es dringen sehr kleine Wassermengen in die Bodentiefe ein, und ein Ausgleich der Bodenfeuchtigkeit in der Krume find, auch sogar nach einigen Monaten, nicht statt. Mit Ernöhung der Bodenfeuchtigkeit, erhöht sich auch die Schnelligkeit und die Menge des in die Tiefe eindringenden Wassers.

Wenn es um den Einfluss des Bodentypes geht, so kommt grosse Ähnlichkeit in der Schnelligkeit und der Menge des in die Tiefe eindringenden Wassers vor (bei den selben Werten der Saugkräfte und proportionällен dazu Wasserdosen).

РЕЗЮМЕ

В 1963 и 1964 годах в лаборатории Кафедры общего земледелия Главной сельскохозяйственной школы проводились исследования скорости и количества перемещения влаги в ненасыщенных водой пахотных слоях двух типов почв: тёмноцветной (черной) и песчаной подзолистой почве. Исследования проведены в вегетационных сосудах, в которых почвы были предохранены перед испарением. В почве через каждые 3 см были помещены калиброванные угольные (графитные) электроды, с помощью которых определялись изменения влажности. Вода доводилась сверху порциями по 1/2 количества в отношении к полевой влагоемкости (вычисленной для pF 2,2). Влажность почвы определяли через 1/4 до 1 часа, позже через несколько дней.

Таким образом в течение 263 дней относительно точно прослежены скорость и количество перемещающейся вглубь воды.

Сначала, при малой степени увлажнения почвы движение воды было очень медленное и даже через несколько месяцев не наступало выравнивание влажности пахотного слоя. Вместе с увеличением влажности увеличивается скорость и количество перемещающейся вглубь воды.

На обоих типах почв наблюдалось большое сходство по скорости и количеству перемещающейся вглубь воды при тех же самых величинах сосущих сил и пропорциональных к ним дозах воды.