

MIECZYŚLAW BIRECKI, STANISŁAW TRZECKI, JANINA ZIMNA

WPŁYW ZBITOŚCI WARSTWY ORNEJ NA ZDOLNOŚĆ ZATRZYMYWANIA WODY (pF)

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin SGGW Warszawa

WSTĘP

Na zdolność zatrzymywania w glebie zarówno wody dostępnej, jak i niedostępnej dla roślin mają wpływ przede wszystkim takie czynniki, jak skład mechaniczny, zawartość próchnicy oraz stan skupienia (zbitości), warunkujący ilość i wielkość porów glebowych [4, 6, 7].

O ile dwa pierwsze czynniki są prawie od nas niezależne, o tyle trzeci (zwięzłość) można zmieniać przez stosowanie odpowiednich narzędzi [2, 4, 5, 6].

Ogólnie biorąc uprawa ma na celu stworzenie środowiska odpowiedniego dla rozwoju systemu korzeniowego roślin. Osiąga się to przez stworzenie korzystnego stosunku ilości porów dużych do porów średnich (porów służących do przewietrzania gleby i porów zaopatrujących rośliny w wodę) [3, 7, 8].

Na temat wpływu zagęszczenia gleby na gospodarkę wodną jest stosunkowo mało publikacji. Znacznie więcej można znaleźć prac omawiających wpływ stopnia zbitości na rozwój systemu korzeniowego i plon roślin uprawnych oraz zmiany zwięzłości przy uprawie i osiadaniu roli, jak też przy wahaniach wilgotności gleby [1, 2, 4, 5, 9].

Praca niniejsza ma na celu wyjaśnienie znaczenia stosunku porów dużych do średnich i małych przy różnym stanie skupienia gleby. Badano również zachodzące w tych warunkach zmiany w ilości wody dostępnej dla roślin przy pojemności połowej warstwy ornej dwu różnych gleb.

WARUNKI I METODYKA BADAŃ

Badania prowadzono w latach 1962—1964, częściowo na Polu Doświadczalnym SGGW w Chylicach, głównie zaś w laboratorium Katedry Ogólnej Uprawy Roli i Roślin SGGW w Warszawie.

W warunkach polowych określono na czarnej ziemi i glebie biellicowej piaszczystej tzw. wodną pojemność polową (na trzeci dzień po obfitym nawodnieniu) oraz dokonano odkrywek umożliwiających pobranie próbek do wykonania dokładniejszej charakterystyki badanych gleb. Pomierzono także głębokość występującego lustra wody. To ostatnie znajdowało się w czarnej ziemi na głębokości 160 cm, a w glebie biellicowej piaszczystej na głębokości 175 cm.

W pobranych z obu profilów próbkach zarówno w stanie naruszonym, jak i nie naruszonym określono skład mechaniczny, procent próchnicy, ciężar właściwy (tab. 1), ciężar objętościowy, wodną pojemność kapilarną oraz siły ssące w celu wykreślenia pełnej krzywej pF.

Tabela 1

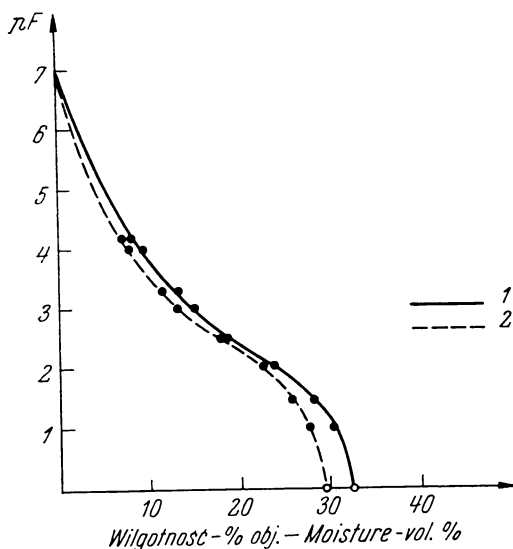
Charakterystyka poszczególnych poziomów genetycznych badanych profilów glebowych
Characteristic of individual genetic horizons of the studied soil profiles

Typ gleby i grupa mechaniczna Type of soil and mechanical group	Poziom - Horizon cm	W części ziemistej % frakcji w mm średnicy Soil fraction, diameter in mm %							Próchnica - Humus %	Ciężar właściwy Specific gravity	
		1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002			0,002
Czarne ziemia: - Black soil:											
1. glina lekka silnie spiaszczona sandy loam	0-30	9,2	14,3	44,5	6,3	5,0	4,7	9,0	7,0	1,76	2,59
2. glina lekka słabo spiaszczona sandy loam	30-65	5,8	11,0	40,0	7,0	5,5	4,7	10,0	16,0	-	2,61
Gleba biellicowa piaszczysta: Sandy podzolic soil:											
1. piasek słabogliniasty coarse sandy soil	0-30	12,5	23,2	52,6	3,5	1,1	0,9	0,6	5,6	0,83	2,63
2. piasek luźny - loose sandy soil	30-70	11,6	24,9	55,7	2,0	1,1	0,4	1,0	3,3	-	2,67
3. glina lekka słabo spiaszczona sandy loam	70-100	5,6	10,7	39,7	6,7	5,1	4,9	9,5	17,8	-	2,64

Oznaczenia sił ssących od 0 do 16 atn wykonywano na próbkach glebowych w stanie nie naruszonym. Wyniki tych oznaczeń dla poszczególnych różniących się „grupą mechaniczną” poziomów badanych profilów glebowych przedstawiają rys. 1 i 2. Podane są na nich dla każdego poziomu: zawartość wody przy pF 4,2 (nieodstępna), przy pF 2,2 (co dla

warstwy ornej odpowiada wodnej pojemności połowej) oraz różnica między pF 2,2 i pF 4,2, która mówi o zdolności magazynowania wody dostępnej dla roślin.

Z opisanych dwóch typów gleb pobrano próby (po ok. 20 kg) z warstwy ornej do badania wpływu stopnia zbitości na zdolność zatrzymywania wody. Pobrany materiał glebowy po lekkim podsuszeniu przesiano przez sito 2 mm i dokładnie wymieszano. Materiałem tym napełniano po dwa złączone ze sobą naczynka 100 cm³ lub pierścienie winidurowe wysokości 1 cm i stawiano je na wilgotnej bibule na 24 godz. Przy tzw. wodnej pojemności kapilarnej glebę w naczynkach poddawano uciskowi w prasie hydraulicznej z siłą 0, 0,01, 0,1, 1, 160, 500 i 1000 kg/cm² w celu uzyskania różnego stopnia zagęszczenia.



Poziom - Horizon cm	Procent wody niedost. Percentage of un available water $\tau_{pF} 4,2$	Pojemność wodna połowa Field moisture capacity $\tau_{pF} 2,2$	Procent wody użytecznej dla roślin Percentage of plants available water $\tau_{pF} 2,2 - \tau_{pF} 4,2$
0-30	8,0	21,3	13,3
30-65	6,7	20,3	13,6

Rys. 1. Krzywe pF w różnych poziomach genetycznych czarnej ziemi oznaczone przy nienaruszonym stanie gleby

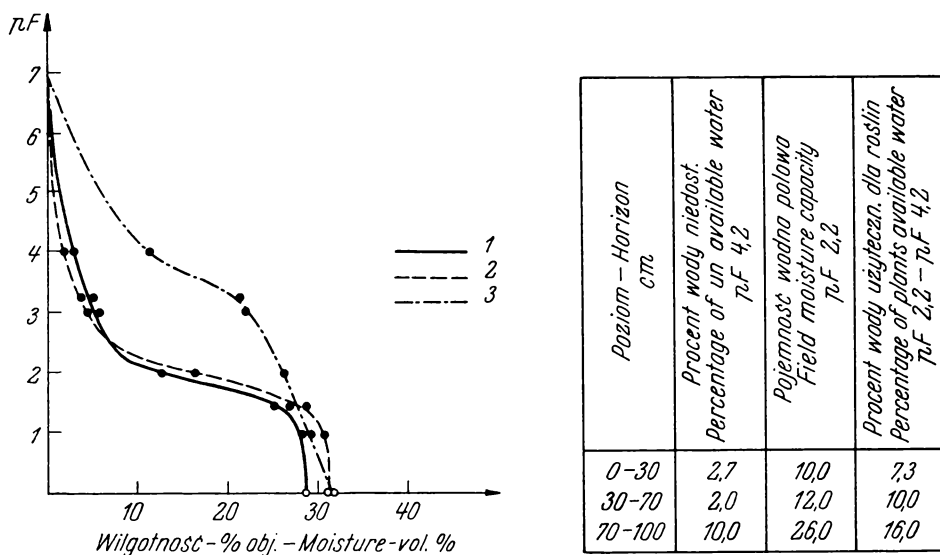
1 — krzywe pF dla warstwy 0—30 cm (głina silnie piaszczysta), 2 — krzywa pF dla warstwy 30—65 cm (głina lekka)

pF curves of different genetic horizons of undisturbed samples of a black soil, determined

1 — the pF curve for the 0—30 cm layer (sandy loam); 2 — pF curve for the 30—65 cm layer (light loam)

W celu równomiernego zagęszczenia gleby próbki uciskano przez ok. 20 min. Następnie rozdzielano naczynka lub pierścienie, górny (niepełny) odrzucano, a dolny, wypełniony równomiernie po brzegi zagęszczoną glebą, używano do dalszych oznaczeń.

W naczynkach 100 cm³, jak i w pierścieniach wysokości 1 cm oznaczano za pomocą ważenia zawartość pozostałej po ucisku wody (część wody została wyparta w czasie zagęszczania). Następnie naczynka ustawiano na wilgotnej bibule w celu wyznaczenia zwiększonej pojemności kapilar-



Rys. 2. Krzywe pF w różnych poziomach genetycznych gleby bielcowej piaszczystej oznaczone przy nienaruszonym stanie gleby

1 — krzywa pF dla warstwy 0—30 cm (piasek słabo gliniasty), 2 — krzywa pF dla warstwy 30—70 cm (piasek luźny), 3 — krzywa pF dla warstwy 70—100 (głina lekka)

pF curves of different genetic horizons of undisturbed samples of a sandy, podzolic soil

1 — pF curve for the 0—30 cm layer (loamy sand), 2 — pF curve for the 30—70 cm layer (loose sand), 3 — pF curve for the 70—100 cm layer (light loam)

nej podczas pęcznienia. Wilgotność zaś próbek w pierścieniach przy różnych pF oznaczano za pomocą płyty ceramicznej i membrany stosując siły wypierania wody od 0 do 16 atn.

Wszystkie oznaczenia wykonywane były w sześciu powtórzeniach.

WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań przedstawiono w tab. 2 i 3 oraz na rys. 3—6. Tabele 2 i 3 przedstawiają zmiany udziału różnej wielkości por pod wpływem zagęszczenia. Wynika z nich, że zwiększając siłę ucisku od 0 do 1000 kg/cm² zwiększyliśmy zagęszczenie gleby silniej na czarnej ziemi (od 1,41 do 2,51 g/cm²), a słabiej w glebie bielcowej piaszczystej (od 1,61 do

Tabela 2

Charakterystyka warstwy ornej czarnej ziemi po różnym ucisku w zależności od jej zagęszczenia
Characteristic of the arable layer of black soil at different pressures
in dependence on its density

Uciśk kg/cm ² Pressure kg/sq.cm		Przy możliwości pęcznienia Opportunity of swelling given						Bez możliwości pęcznienia No opportunity of swelling given					
		ciężar objętościowy volume weight	porowatość całko- wita w % obj. percentage volume of total porosity	por. dużych (\geq pf 2,2) large pores	por. średnich 18-0,2 μ (pf 2,2 do 4,2) medium pores	por. małych (\leq 0,2 μ) (\leq pf 4,2) small pores	pojemność wodna (przy p. 2,2) field moisture capacity	ciężar objętościowy volume weight	porowatość całko- wita w % obj. percentage volume of total porosity	por. dużych (\geq pf 2,2) large pores	por. średnich 18-0,2 μ (pf 2,2 do 4,2) medium pores	por. małych (\leq 0,2 μ) (\leq pf 4,2) small pores	pojemność wodna (przy p. 2,2) field moisture capacity
1	0	1,41	45,7	24,4	13,9	7,4	21,3	1,41	45,7	24,4	13,9	7,4	21,3
2	0,01	1,42	45,3	22,8	15,1	7,4	22,5	1,42	45,3	22,8	15,1	7,4	22,5
3	0,1	1,52	41,5	15,3	17,9	8,3	26,2	1,52	41,5	15,3	17,9	8,3	26,2
4	1	1,60	38,2	10,7	18,7	8,8	27,5	1,60	38,2	10,7	18,7	8,8	27,5
5	160	1,84*	29,0*	6,0	14,2	8,8	23,0	1,89	27,2	4,3	14,1	8,8	22,9
6	500	1,78*	31,1*	6,1	15,4	9,6	25,0	2,05	21,0	0,0	11,4	9,6	21,0
7	1000	1,75*	32,3*	5,0	16,5	10,8	27,3	2,14	17,8	0,0	7,0	10,8	17,8

* Ciężar objętościowy i porowatość po spęcznieniu
Volume weight and porosity after swelling

Tabela 3

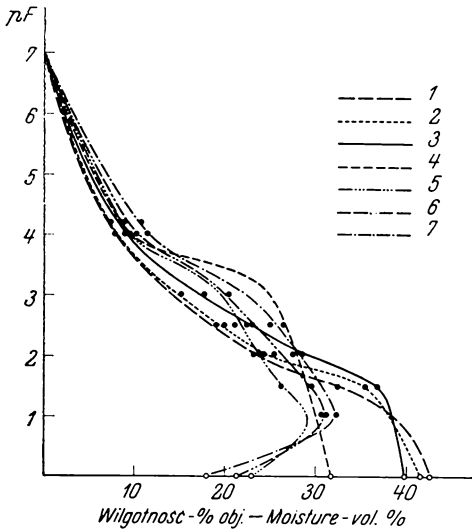
Charakterystyka warstwy ornej gleby biellicowej piaszczystej po różnym ucisku w zależności od jej zagęszczenia
Characteristic of the arable layer of sandy, podzolic soil at different pressures
in dependence on its density

Uciśk kg/cm ² Pressure kg/sq.cm		Przy możliwości pęcznienia Opportunity of swelling given						Bez możliwości pęcznienia No opportunity of swelling given					
		ciężar objętościowy volume weight	porowatość całko- wita w % obj. percentage volume of total porosity	por. dużych (\geq pf 2,2) large pores	por. średnich 18-0,2 μ (pf 2,2 do 4,2) medium pores	por. małych (\leq 0,2 μ) (\leq pf 4,2) small pores	pojemność wodna (przy p. 2,2) field moisture capacity	ciężar objętościowy volume weight	porowatość całko- wita w % obj. percentage volume of total porosity	por. dużych (\geq pf 2,2) large pores	por. średnich 18-0,2 μ (pf 2,2 do 4,2) medium pores	por. małych (\leq 0,2 μ) (\leq pf 4,2) small pores	pojemność wodna (przy p. 2,2) field moisture capacity
1	0	1,61	38,8	26,2	10,0	2,6	12,6	1,61	38,8	26,2	10,0	2,6	12,6
2	0,01	1,62	38,4	25,7	10,1	2,6	12,7	1,62	38,4	25,7	10,1	2,6	12,7
3	0,1	1,65	36,8	23,5	10,6	2,7	13,3	1,65	36,8	23,5	10,6	2,7	13,3
4	1	1,74	33,8	19,5	11,6	2,7	14,3	1,74	33,8	19,5	11,6	2,7	14,3
5	160	1,80*	31,5*	16,7	12,3	2,5	14,8	1,82	30,8	16,0	12,3	2,5	14,8
6	500	1,83*	30,4*	14,4	13,4	2,6	16,0	1,88	28,5	13,5	12,4	2,6	15,0
7	1000	1,86*	29,3*	10,1	16,6	2,6	19,2	1,91	27,1	9,4	15,1	2,6	17,7

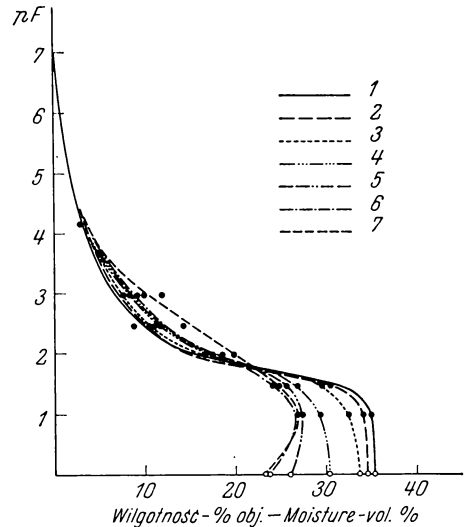
* Ciężar objętościowy i porowatość po spęcznieniu
Volume weight and porosity after swelling

1,91 g/cm³). Zagęszczenie w obu przypadkach zmniejszało tzw. porowatość ogólną gleby oraz stosunek ilości por dużych do średnich i małych.

W warstwie ornej czarnej ziemi podczas zwiększania siły ucisku pory duże (> 18 μ) zanikły już przy ucisku 500 kg/cm². Ilość por średnich, zaopatrujących roślinę w wodę (0,2 do 18 μ), początkowo wzrastała aż



Rys. 3. Przebieg krzywych pF w zależności od stopnia zagęszczenia próbek glebowych pochodzących z warstwy ornej czarnej ziemi. Próbkę miały możliwość pęcznienia 1 — krzywa pF przy ucisku 0,01 kg/cm² pF curves in dependence of the degree of compactness of soil samples from the arable layer of black soil. The samples were given the opportunity of swelling 1 — the pF curve at a pressure of 0,01 kg/sp.cm



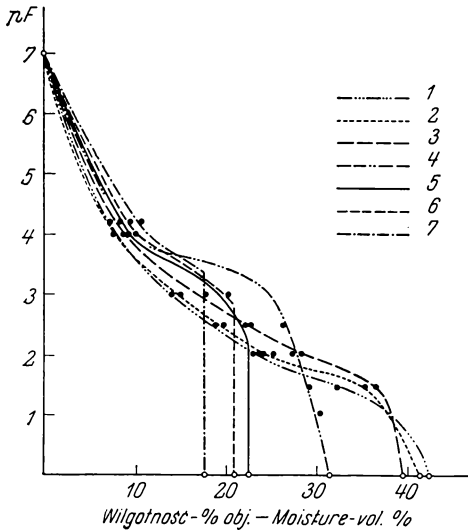
Rys. 4. Przebieg krzywych pF w zależności od stopnia zagęszczenia próbek glebowych z warstwy ornej gleby biellicowej piaszczystej. Próbkę miały możliwość pęcznienia pF curves in dependence on the degree of compactness of soil samples from the arable layer of sandy, podzolic soil. The samples were given the opportunity of swelling

pF curves in dependence on the degree of compactness of soil samples from the arable layer of sandy, podzolic soil. The samples were given the opportunity of swelling

do ucisku 1 kg/cm², by następnie dość gwałtownie zmaleć. Jedynie ilość por małych (< 0,2 μ), zawierających wodę niedostępną, systematycznie rosła. Zagęszczona nadmiernie gleba siłami powyżej 1 kg/cm² przy zetknięciu z wodą pęczniała. Pęcznienie było wprost proporcjonalne do siły ucisku użytego do zagęszczenia gleby.

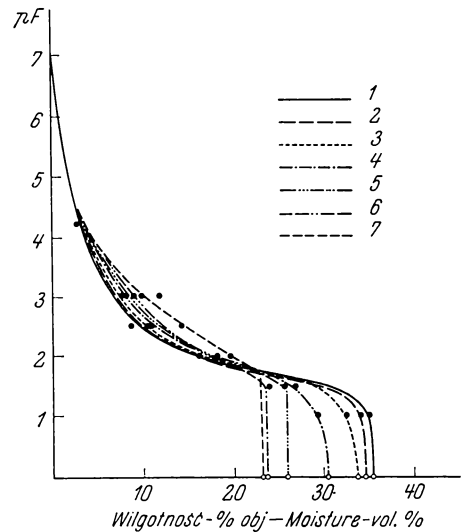
W warstwie ornej gleby biellicowej piaszczystej wraz ze wzrostem ucisku malała gwałtownie ilość por dużych, a wzrastała ilość por średnich, przy prawie nie zmieniającej się zawartości por małych.

Rysunki 3 i 4 przedstawiają wartości sił ssących wyrażone krzywą całkowitej sorpcji wody — pF dla warstwy ornej czarnej ziemi i gleby biellicowej piaszczystej po różnym zagęszczeniu siłą ucisku od 0 do 1000 kg/cm². Szczególnie duże różnice w zdolności zatrzymywania wody wystąpiły w czarnej ziemi przy różnym stopniu zagęszczenia. Czarna ziemia (podobnie zresztą jak w mniejszym stopniu i gleba biellicowa piasz-



Rys. 5. Przebieg krzywych pF w zależności od stopnia zagęszczenia próbek pochodzących z warstwy ornej czarnej ziemi. Próbki nie miały możliwości pęcznienia

pF curves in dependence on the degree of compactness of soil samples from the arable layer of a black soil. No opportunity of swelling was given



Rys. 6. Przebieg krzywych pF w zależności od stopnia zagęszczenia próbek glebowych pochodzących z warstwy ornej gleby biellicowej piaszczystej. Próbki nie miały możliwości pęcznienia

pF curves in dependence on the degree of compactness of soil samples from the arable layer of sandy, podzolic soil. No opportunity of swelling was given

czysta) oddawała część wody podczas zagęszczenia przy stanie wilgotności równym pojemności kapilarnej. Stosowanie siły ssącej 0,01 i 0,03 atn w przypadku tak zagęszczonych próbek nie odwadniało ich, wręcz przeciwnie — powodowało pobieranie wody z podłoża przez pęcznienie. Widać to wyraźnie na rysunkach z przebiegu krzywych pF przy ucisku 160, 500 i 1000 kg/cm². Dopiero po zastosowaniu większych sił do wypierania wody z kapilar, tj. w czarnej ziemi 1—5 atn, a w glebie biellicowej piaszczy-

stej już przy 0,1 atn, następowało dalsze odwadnianie próbek glebowych. Pozostawienie próbki po zagęszczeniu pod działaniem tego samego ucisku nie powodowałyby pęcznienia i zwiększania jej wilgotności. Dalsze odwadnianie byłoby również w tym przypadku możliwe dopiero po przekroczeniu przytoczonych powyżej sił, stosowanych do wypierania wody z kapilarów glebowych, a przebieg krzywych pF (sił zatrzymywania wody) byłby inny dla poszczególnych stopni zagęszczenia. Przedstawiono to na rys. 5 i 6.

W praktyce stan taki, przy którym działają ciągle siły ucisku, występuje tylko w warstwach głębszych.

Maksymalna siła naturalnego ucisku gleby na głębokości 1 m nie przekracza $0,3 \text{ kg/cm}^2$. Częściej natomiast spotyka się zjawisko nadmiernego ubicia na powierzchni gleby (przejazd ciągników, wozów, maszyn, wałów itp.).

Należy sądzić, że w takich przypadkach przy zwiększającej się wilgotności gleba pęcznieje i osiąga pewien, sobie w danej chwili właściwy, stan skupienia. Stan ten oczywiście ulega zmianie po wyschnięciu i skurczeniu się gleby.

Na podstawie dokonanych pomiarów sił zatrzymywania wody przy zwiększającym się stopniu zagęszczenia dwu znacznie różniących się składem mechanicznym materiałów glebowych z warstwy ornej, można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Stosując wzrastające siły ucisku (od 0 do 1000 kg/cm^2), przy stanie pełnej pojemności kapilarnej stwierdzono, że większemu zagęszczeniu uległa warstwa orna czarnej ziemi (ciężar objętościowy zwiększył się z 1,41 do 2,31), a stosunkowo małowemu — warstwa orna gleby bielicowej piaszczystej (ciężar objętościowy zwiększył się z 1,61 do 1,91). Przyczyną tego zjawiska najprawdopodobniej jest skład mechaniczny badanych gleb i różna zawartość związków organicznych.

2. Przy nadmiernym zagęszczeniu (siłą znacznie przekraczającą 1 kg/cm^2) daje się obserwować w trakcie zwilżania gleby, po ustaniu sił zagęszczania, zjawisko pęcznienia. Wartości siły pęcznienia wynosiły dla warstwy ornej czarnej ziemi od 0,16 do 2,5 atn, a w glebie bielicowej piaszczystej tylko od 0,02 do 0,04 atn. Po przekroczeniu tych sił mogło następować dalsze odwadnianie próbek powyżej wilgotności, jaka była bezpośrednio po ucisku i mechanicznym wyciśnięciu części wody.

3. Wraz ze zwiększaniem zagęszczenia warstwy ornej zmniejsza się porowatość całkowita oraz zmniejsza się stosunek por dużych, zawierających powietrze, do por średnich, zawierających łatwo dostępną dla roślin wodę, oraz por małych, zawierających wodę niedostępną. W warstwie ornej czarnej ziemi przy wzrastającym zagęszczeniu gleby spada

do zera ilość por dużych, wzrasta przy sile zagęszczenia do 1 kg/cm^2 ilość por średnich, a powyżej tej siły maleje i wreszcie systematycznie ze wzrostem ucisku zwiększa się ilość por małych.

Natomiast w warstwie ornej gleby biellicowej piaszczystej, ulegającej w mniejszym stopniu odkształceniom w czasie ucisku, zmniejsza się ilość por dużych, zwiększa średnich, a bez zmian pozostaje ilość por małych.

4. W czarnej ziemi zagęszczenie ornej warstwy z siłą do 1 kg/cm^2 , a w glebie biellicowej piaszczystej nawet do 1000 kg/cm^2 zwiększa zdolność magazynowania wody w glebie (zwiększona pojemność polowa), w tym głównie wody dostępnej dla roślin.

5. Sądząc po powracaniu gleby podczas zwilżania do określonej objętości (podobnej bez względu na początkowy stan nadmiernego skupienia), należy przypuszczać, że istnieją dla każdej nie spulchnionej gleby określone wartości graniczne naturalnej zbitości. Jednym z nich jest stan, który moglibyśmy nazwać minimalnym (gleba wilgotna napęczniała), a drugi maksymalnym naturalnym zagęszczeniem danej gleby (gleba wyschnięta).

LITERATURA

- [1] Bachtin P. K., Lwow A. S.: Dynamika twiordosti niekotorych poczw sredniego Zawolżja i Jużnogo Zauralja. Poczwowiedien., 5, 1960.
- [2] Bender J., Rzaśa S.: Mechaniczna uprawa roli a dynamika zwięzłości piasków gliniastych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Roln., nr 40a, 1963.
- [3] Birecki M., Trzecki S.: Water retention ability and moisture tension (pF) occuring at field water capacity in artificial homogeneous profiles of several Polish soils. Roczn. Glebozn., dodatek do t. 14, 1964.
- [4] Canarache A., Thaler R.: K woprosu obespieczenija rastienij włagoj i wozduchom pri razlicznom uplotnieniu poczw. Poczwowiedien., 2, 1962.
- [5] Kuipers H.: Pore space on three experimental fields with different plowing depths. Odbitka referatu na „International Symposium on soil structure”, maj 28—31, 1958.
- [6] Lindner M.: Über die Abhängigkeit der Scharfestigkeit von Böden verschiedener Zusammensetzung von der Dichte, Porengrossenverteilung so wie dem Wassergehalt. A. Thear-Archiv, I, 1963.
- [7] Richard F., Beda J.: Methoden zur Bestimmung der Wasserbindung und der Porengrossen in natürlich gelagerten Waldböden. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 2, 1953.
- [8] Święcicki C.: Aparatura Richardsa do oznaczania siły wiązania wody w glebie (pF) i wielkości kapilarów glebowych. Roczn. Glebozn., dodatek do t. 10.
- [9] Tretiakov N. N., Salickij W. J.: Płotnost poczwy a korniewaja sistiemia rastienij. Ziemledielije 1963.

В. БИРЕЦКИ, С. ТЖЕЦКИ, Я. ЗИМНА

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ (СГУЩЕНИЯ) ПАХОТНОГО СЛОЯ НА СПОСОБНОСТЬ
УДЕРЖИВАНИЯ ВОДЫ (ВЛАГИ) рF

Кафедра Общего Земледелия Варшавской Сельскохозяйственной Академии

Резюме

Проведены лабораторные исследования над влиянием плотности на пористость и способность удерживания воды почвенным материалом происходящим из пахотного слоя черной и подзолистой песчаной почв.

Образцы подвергались сгущению (сдавливанию) при влажности равной капиллярной водоемкости с силой 0,001, 0,1, 1, 160, 500 и 1000 кг/см².

В таких уплотненных образцах определялось: объемный вес, соотношение пор крупных, средних и мелких а равно влажность при сосущей силе от 0 до 16 ат.

В результате воздействия уплотнения большей деформации подлежал глинистый чем песчаный материал.

Разнообразная степень сгущения изменяет общую пористость а равно и соотношение пор крупных, средних и мелких.

Чрезмерно уплотненная почва после приостановки действия выше упомянутых сил при доступе воды, увеличивает до известного предела свой объем в процессе набухания.

Это в свою очередь позволяет сделать вывод, что в естественных условиях существуют для каждой почвы определённые величины минимального (после набухания) и максимального (после высушивания) уплотнения.

M. BIRECKI, S. TRZECKI, J. ZIMNA

INFLUENCE OF THE COMPACTNESS OF THE ARABLE LAYER ON THE
POROSITY AND рF VALUES OF TWO SOIL TYPES

Department of Soil and Plant Cultivation, Agricultural University, Warsaw

Summary

Laboratory studies on the influence of different soil density upon porosity and moisture retention have been carried out with soils derived from the arable layer of a black and sandy podzolic soil.

Samples at moisture level equal to capillary water capacity were compacted of using a hydraulic press at pressures of 0, 0.01, 0.1, 1, 160, 500 and 1000 kg) sp. cm, and then analysed for bulk density, for the proportion of large, medium and small portions of large, medium and small pores.

The black loamy soil responds to pressure by greater deformation than the sandy one.

The different degree of compactness alters the total porosity and the proportions of large, medium and small pores.

Excessively compact soil — when released from the pressure and on water access — increases to some extent in volume by the process of swelling. Presumably, under natural conditions for every soil type definite values of minimal (after swelling) and maximal (after drying up) compactness exist.

Wpłynęło do redakcji w maju 1966 r.