

BADANIA FIZYCZNYCH WŁAŚCIWOŚCI GLEBY W ZMIANOWANIACH O RÓŻNYM UDZIALE ZBÓŻ

Ryszard Baranowski, Jan Pabin

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Fizyczne właściwości gleby są determinowane jej składem mechanicznym i stosunkami hydrologicznymi siedliska. Na gruntach ornych czynnikiem modyfikującym je jest działalność agrotechniczna rolnika. W swoim czasie wiele uwagi poświęcono określeniu wpływu zabiegów agrotechnicznych na fizyczne właściwości gleby [1, 3, 4]. Celem badań było określenie wpływu zmianowania, poziomu nawożenia i gatunku uprawianych roślin na stosunki powietrzno-wodne w glebie.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w okresie pierwszej rotacji (1971-1974) dwóch statycznych doświadczeń płodozmianowych, w których porównywano czteropolowe zmianowanie typu norfolckiego (okopowe-kłosowe-pastewne-kłosowe) oraz wielogatunkową monokulturę zbożową (kukurydza-kłosowe — kłosowe-kłosowe).

Jedno z omawianych doświadczeń zlokalizowano w ZDUNG Dobrogostów koło Strzelina na czarnej ziemi zdegradowanej wytworzonej z gliny średniej na pograniczu ciężkiej o budowie profilu A_1-A_1C-C (tab. 1 i 2). Skład mechaniczny warstwy 0-40 cm jest wyrównany w kierunku pionowym, natomiast w płaszczyźnie pola występuje zróżnicowanie granulacji, zwłaszcza w głębszych warstwach profilu, co powoduje fluktuacje stosunków powietrzno-wodnych. Gleba ta jest zaliczana do kompleksu pszennego dobrego (2) i klasy bonitacyjnej IIIa.

Drugie doświadczenie założono w ZDUNG Laskowice koło Oławy na glebie bielcowej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na glinie średniej o budowie profilu $A_1-A_1A_2-BC-C$ (tab. 1 i 2). Występują tu utwory pochodzenia zwałowego i fluwioglacjalnego, co powoduje znaczną zmienność przestrzenną ich właściwości fizycznych. Gleba pola do-

Tabela 1

Skład mechaniczny gleby pól doświadczalnych (1971 r.)

Miejscowość	Warstwa cm	Części szkieletowe %	Części ziemiste (%)		
			piasek	pył	splawial- ne
Dobrogostów	0-20	0,9	22	31	47
	20-40	1,0	21	28	51
	40-60	2,1	22	27	51
	60-80	n.o.	35	23	42
	0-80	1,3	25,0	27,2	47,8
Laskowice	0-20	5,1	60	23	17
	20-40	3,9	58	21	21
	40-60	3,9	45	23	32
	60-80	2,8	43	21	36
	0-80	3,9	51,5	22,0	26,5

Tabela 2

Podstawowe fizyczne właściwości gleby przed założeniem doświadczeń (1971 r.)

Miejscowość	Warstwa gleby (cm)	Ciężar wł. fazy stałej (G/cm ³)	Ciężar obj. (G/cm ³)	Porowa- tość cał- kowita (% obj.)	Maksym. higrosko- powość (% cięż.)	Punkt wied- nięcia (% cięż.)	Wodna pojemność polowa (% cięż.)
Dobrogostów	0-20	2,65	1,56	41	4,42	5,9	20,6
	20-40	2,72	1,54	43	4,36	5,8	20,4
	40-60	2,72	1,68	38	5,09	6,7	20,1
	60-80	2,74	1,70	37	4,30	5,7	18,5
	0-80	2,71	1,63	40	4,54	6,3	19,9
Laskowice	0-20	2,64	1,53	42	1,32	1,8	13,7
	20-40	2,66	1,62	39	1,11	1,5	12,7
	40-60	2,70	1,79	34	1,36	1,8	12,8
	60-80	2,67	1,80	33	2,65	3,5	11,7
	0-80	2,67	1,69	37	1,61	2,2	12,7

świadczałnego jest zaliczana do kompleksu żytniego bardzo dobrego (4), klasy bonitacyjnej IIIa.

Sumy opadów w mm dla poszczególnych okresów wegetacyjnych (marzec-wrzesień) wynosiły:

	1971	1972	1973	1974
Dobrogostów	525	495	373	377
Laskowice	404	454	371	372

Skład mechaniczny gleby oznaczono metodą areometryczną, ciężar właściwy fazy stałej — piknometryczną. Maksymalną higroskopowość wyznaczono metodą Nikolajewa, a na jej podstawie określono punkt trwałego więdnięcia roślin, stosując współczynnik 1,33 [5]. Wodną pojemność połową gleby (WPP) w Laskowicach wyznaczono przez zalewanie wodą ograniczonych powierzchni, a w Dobrogostowie określono na podstawie krzywych desorpcji wody dla wartości $pF = 2,3$.

Ciężar objętościowy gleby oznaczono na poletkach o wyższym nawożeniu, dwukrotnie w okresie wegetacji (w maju i lipcu). Próbkę o nie-naruszonej strukturze pobierano do cylindrów o pojemności 100 cm³ z warstw 0-10, 10-20, 20-30 i 30-40 cm w 4 powtórzeniach. Wilgotność gleby oznaczano przeciętnie 4-krotnie w okresie wegetacji z warstw: 0-20, 20-40, 40-60 i 60-80 cm w 4 powtórzeniach. Ostatni termin oznaczania wilgotności przypadła przed zniwami.

Uzyskane wyniki przedstawiono jako średnie arytmetyczne z poszczególnych lat w odniesieniu do ciężaru objętościowego i zawartości powietrza w glebie dla warstwy 0-40 cm oraz dla warstwy 0-80 cm w przypadku wilgotności. Półprzedziały ufności wyliczono dla średnich arytmetycznych z poszczególnych terminów oznaczeń. Na podstawie ciężaru objętościowego i ciężaru właściwego fazy stałej wyliczono porowatość ogólną oraz aktualną zawartość powietrza w glebie, odpowiadającą poszczególnym terminom oznaczeń. Wyliczono również zawartość powietrza w warunkach wilgotności równej wodnej pojemności połowej gleby. Błąd w aktualnej zawartości powietrza, wyznaczony dla średnich wartości ciężaru objętościowego i ciężaru właściwego fazy stałej oraz średnich błędów w pomiarach ciężaru objętościowego i wilgotnościowego wynosił $\pm 3,5\%$ (procenty bezwzględne). Dokładność wyników w wyliczeniach zawartości powietrza przy wilgotności gleby równej WPP była niższa ze względu na większy i trudny do uchwycenia błąd oznaczania WPP.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyniki zestawione w tabeli 3 wykazują, że płodozmian nie miał wyraźnego wpływu na podstawowy wskaźnik tekstury gleby, jakim jest ciężar objętościowy. Średnie wartości tego wskaźnika w okresie pierwszej rotacji dla zmianowań A i D były zbliżone i wynosiły w Dobrogostowie 1,49 i 1,47 G/cm³, a w Laskowicach 1,59 i 1,57 G/cm³. Wyniki pomiarów nie wykazały również statystycznie udowodnionego wpływu poszczególnych gatunków roślin na badaną cechę, co nie oznacza wszakże, iż pojedyncze ogniwa zmianowań oddziaływały jednakowo na teksturę gleby. Różnice w tym oddziaływaniu nie mogły zostać ujawnione ze względu na wysoką barierę błędu pomiarowego. Główną przyczyną niskiej roz-

Tabela 3

Średni ciężar objętościowy gleby (G/cm³) w warstwie 0-40 w kolejnych okresach wegetacyjnych

Zmianowanie	Rok	Dobrogostów						Laskowice					
		buraki	pszenica jara	bobik	jęczmień	błąd pomiarowy ^a	ziemniaki	pszenica ozima	pastwne	jęczmień	błąd pomiarowy ^a		
A (50% zbóż)	1971	1,61	1,58	1,55	1,54	0,04	1,58	1,53	1,59	1,57	0,05		
	1972	1,49	1,59	1,57	1,56	0,03	1,60	1,58	1,58	1,60	0,04		
	1973	1,47	1,40	1,43	1,37	0,05	1,61	1,62	1,66	1,58	0,05		
	1974	1,49	1,39	1,42	1,42	0,04	1,61	1,54	1,64	1,57	0,06		
	średnio	1,51	1,49	1,49	1,47	0,04	1,60	1,57	1,62	1,58	0,05		
D (100% zbóż)	1971	1,54	1,54	1,54	1,51	0,03	1,53	1,55	1,48	1,59	0,04		
	1972	1,48	1,49	1,52	1,50	0,03	1,57	1,58	1,55	1,64	0,05		
	1973	1,53	1,47	1,43	1,37	0,05	1,69	1,61	1,58	1,66	0,05		
	1974	1,43	1,39	1,35	1,38	0,04	1,58	1,55	1,53	1,52	0,06		
	średnio	1,49	1,47	1,46	1,44	0,04	1,59	1,57	1,53	1,60	0,05		

^a Półprzedział ufności dla średniej przy poziomie istotności 0,1.Średni ciężar objętościowy gleby w Dobrogostowie dla zmianowania A — 1,49, D — 1,47 G/cm³, w Laskowicach A — 1,59 i D — 1,57 G/cm³.

dzielczości stosowanej metody była duża zmienność glebowa pól doświadczalnych oraz trudności w zachowaniu naturalnej struktury przy pobieraniu próbek w warunkach przesuszenia gleby (zwłaszcza w Dobrogostowie).

Silniej oddziałującymi na badaną cechę od gatunku uprawianych roślin okazały się czynniki, związane z rodzajem gleby i wielkością opadów atmosferycznych. Średni ciężar objętościowy gleby dobrogostowskiej wynosił w okresie rotacji 1,48, a laskowickiej 1,58 G/cm³. Wystąpiła poza tym istotna różnica między średnimi ciężarami objętościowymi gleby z Dobrogostowa w pierwszej i drugiej połowie rotacji, wynosząca 0,12 G/cm³. Zjawisko to wiąże się najprawdopodobniej z rozkładem opadów, których suma w okresach wegetacyjnych 1971 i 1972 była o 270 mm większa od odpowiedniej sumy z lat 1973 i 1974. Zależności takiej dla gleby laskowickiej nie stwierdzono, co można uzasadnić znacznie mniejszym zróżnicowaniem opadów oraz mniejszą podatnością gleb piaskowych na osiadanie.

Średnia wilgotność gleby w okresie rotacji w zmianowaniu D (100% zbóż) była w Dobrogostowie o 1,4% wyższa, a w Laskowicach o 0,8% niższa od odpowiednich wielkości dla płodozmianu zawierającego 50% zbóż (tab. 4 i 5). Te niewielkie zresztą różnice miały we wszystkich latach zbliżone

Tabela 4

Średnia wilgotność (% cięż.) gleby w warstwie 0-80 cm w kolejnych okresach wegetacyjnych w Dobrogostowie

Płodozmian	Rok	Buraki		Pszenica j.		Bobik		Jęczmień		Błąd pomiarowy ^a
		a	b	a	b	a	b	a	b	
A (50% zbóż)	1971	13,7	13,3	13,0	13,1	14,3	14,3	16,5	17,7	1,0
	1972	18,4	18,3	13,9	14,3	15,6	14,4	15,2	15,5	1,2
	1973	12,3	11,9	12,0	11,8	10,0	9,9	11,5	11,3	0,8
	1974	13,9	11,7	11,3	11,4	13,9	14,5	11,4	11,1	0,9
	średnio	14,6	13,8	12,6	12,7	13,5	13,3	13,7	13,9	1,0
D (100% zbóż)		Kukurydza		Pszenica j.		Pszenica oz.		Jęczmień		
	1971	15,9	16,0	15,3	15,5	16,4	17,1	15,2	15,4	1,0
	1972	18,2	18,0	17,6	16,6	17,2	16,6	16,9	16,9	0,9
	1973	14,3	14,8	11,4	11,9	12,6	12,1	12,1	11,9	1,2
	1974	15,8	16,0	12,3	13,0	11,4	11,2	15,5	13,8	1,1
średnio	16,1	16,2	14,2	14,3	14,4	14,3	14,9	14,5	1,0	

^a Półprzedział ufności dla średniej przy poziomie istotności 0,1.

Średnia wilgotność gleby dla płodozmianu A — 13,5%, D — 14,9%.

Poziom nawożenia: a — 200 kg NPK, b — 300 kg NPK/ha.

Tabela 5

Średnia wilgotność (% cięż.) gleby w warstwie 0-80 cm w kolejnych okresach wegetacyjnych w Laskowicach

Płodozmian	Rok	Ziemniaki		Pszenica oz.		Pastewne		Jęczmień j.		Błąd pomiarowy ^a
		a	b	a	b	a	b	a	b	
A (50% zbóż)	1971	9,9	10,3	9,6	9,9	11,0	11,1	9,8	9,6	0,9
	1972	11,4	10,9	10,6	9,9	11,0	11,8	10,7	10,3	0,8
	1973	9,4	9,8	9,6	8,7	8,9	8,0	9,5	10,2	0,8
	1974	10,7	11,6	10,0	9,0	10,5	10,9	10,7	9,1	1,0
	średnio	10,3	10,7	9,9	9,4	10,3	10,5	10,2	9,8	0,9
D (100% zbóż)		Kukurydza		Pszenica oz.		Pszenica oz.		Jęczmień j.		
	1971	11,0	10,9	10,8	10,4	10,9	10,3	10,8	10,8	1,0
	1972	11,9	12,1	11,4	11,9	10,8	10,5	11,5	12,2	0,9
	1973	11,3	10,2	10,9	9,7	9,7	9,6	11,8	10,9	0,9
	1974	11,6	12,3	10,3	10,5	10,8	10,0	11,4	10,8	1,1
średnio	11,4	11,4	10,8	10,6	10,5	10,1	11,4	11,2	1,0	

^a Półprzedział ufności dla średniej przy poziomie istotności 0,1.

Średnia wilgotność gleby dla płodozmianu A — 10,1%, D — 10,9%.

Poziom nawożenia: a — 200 kg NPK, b — 300 kg NPK/ha.

wartości, co oznacza, że zapasy wody w glebie wyrównywały się w okresach jesienno-zimowych. Nie stwierdzono istotnych różnic w pobieraniu wody przez poszczególne gatunki roślin z wyjątkiem kukurydzy (zwłaszcza w Dobrogostowie), pod którą wilgotność gleby była większa niż pod pozostałymi roślinami. Wiąże się to z późniejszym terminem jej siewu i wytworzeniem stosunkowo małej masy wegetatywnej do ostatniego terminu oznaczania wilgotności (żniwa).

Nie stwierdzono również zmian w stanie uwilgotnienia gleby w zależności od poziomu nawożenia. Średnia zawartość wody w glebie w okresie 4-lecia wynosiła w Dobrogostowie przy niższym nawożeniu (200 kg NPK) 14,3%, a wyższym (300 kg NPK) 14,1%. W Laskowicach omawiane wielkości wynosiły odpowiednio 10,6 oraz 10,5%. W poszczególnych latach różnice były wprawdzie większe, lecz mieściły się w granicach błędów pomiarowych, a poza tym wartości liczbowe tych różnic były zarówno dodatnie jak i ujemne. Wyjątkowo w 1974 r. w Dobrogostowie stwierdzono istotnie niższą wilgotność gleby pod burakami przy wyższym nawożeniu w porównaniu z poletkami nawożonymi niższymi dawkami NPK (tab. 4).

Analiza porowatości, dokonana pod kątem potrzeb tlenowych roślin wykazała, że ilość powietrza glebowego w doświadczeniu w Laskowicach była wystarczająca dla normalnej wegetacji roślin. Różnice wywołane

Tabela 6

Średnia zawartość powietrza w glebie (% obj.) w warstwie 0-40 cm w kolejnych okresach wegetacyjnych w Dobrogostowie

Płodozmian	1971		1972		1973		1974	
	1	2	1	2	1	2	1	2
A (50% zbóż)								
Buraki	19,2	8,6	17,7	15,0	28,3	16,5	27,6	15,0
Pszenica jara	21,0	10,3	18,5	9,7	31,8	20,4	32,9	21,0
Bobik	20,6	12,0	19,5	10,9	33,0	18,7	28,1	19,3
Jęczmień	15,9	12,6	18,2	11,4	33,9	22,2	31,8	19,3
Średnio	19,2	10,9	18,5	11,8	31,8	19,5	30,1	18,7
D (100% zbóż)								
Kukurydza	18,6	12,6	18,8	15,9	20,9	13,1	24,3	18,7
Pszenica jara	19,3	12,6	20,3	15,3	28,3	16,5	30,6	21,0
Pszenica ozima	16,9	12,6	18,7	13,7	29,9	18,7	35,1	23,3
Jęczmień jary	21,0	14,3	19,3	14,7	33,1	22,1	30,1	21,6
Średnio	18,9	13,0	19,3	14,9	28,1	17,6	30,0	21,2

¹ Aktualna zawartość powietrza w glebie.

² Zawartość powietrza w glebie przy wilgotności równej wodnej pojemności połowej.

Średnia aktualna zawartość powietrza w glebie (1) dla zmianowania A — 24,9, dla D — 24,1.

badanymi w doświadczeniu czynnikami mieściły się w zakresie błędów pomiarowych. W czarnej ziemi dobrogostowskiej stosunki powietrzne kształtowały się natomiast mniej korzystnie ze względu na wyższą wilgotność tej gleby w porównaniu z laskowicką. Z tabeli 6 wynika, że zawartość powietrza glebowego pod burakami w okresach większego nawilgotnienia gleby spadała poniżej 20%, którą to wartość traktuje się jako dolną granicę optymalnych warunków powietrznych dla tych roślin [2]. Poza tym w latach 1971 i 1972 inne gatunki roślin mogły również odczuwać w krótkich okresach czasu niedobór tlenu, gdyż procentowy udział porów wypełnionych powietrzem spadał poniżej 15%. Porównywane zmianowania nie miały wpływu na zawartość powietrza w glebie. Istotne różnice omawianej cechy wystąpiły między pierwszą i drugą połową rotacji (15,8 i 24,6%), co spowodowane zostało wspomnianymi już większymi opadami w latach 1971 i 1972.

WNIOSKI

1. Zmiany ciężaru objętościowego, wilgotności i zawartości powietrza w glebie pod wpływem badanych czynników (zmianowanie, gatunek roślin, poziom nawożenia) mieściły się w granicach błędu pomiarowego.

2. Wystąpiła tendencja mniejszego zużycia wody przez zmianowanie D (100% zbóż) w porównaniu z płodozmianem A (50% zbóż). Różnice niwelowane były opadami jesienno-zimowymi.

3. Większa dawka NPK wpłynęła tylko w jednym przypadku na zróżnicowanie zasobów wody glebowej, spowodowała mianowicie większe pobranie wody przez buraki, występujące w płodozmianie A w roku 1974 w Dobrogostowie.

4. Czynniki naturalne (rodzaj gleby, opady) wywierały istotny wpływ na fizyczne właściwości gleby.

LITERATURA

1. Archer J., P. Smith: The relation between bulk density, available water capacity and air capacity of soils. J. of Soil Sci, vol. 23, nr 4, 1972, s. 475-480.
2. Baver L.: Soil physics, New York 1948.
3. Borowiec M.: Wpływ różnych sposobów uprawy na właściwości fizyczne gleby i plonowanie ziemniaków. Roczn. Nauk rol. s. A, z. 1, 1973, s. 111-130.
4. Krężel R.: Dynamika wody glebowej w płodozmianach o różnej intensywności. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 77b, 1968, s. 135-147.
5. Rode A.: Osnovy uczenia o poczwiennoj wlagie, t. II. Leningrad 1969.

Рышард Барановски, Ян Пабин

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТАХ С РАЗЛИЧНЫМ УЧАСТИЕМ ЗЕРНОВЫХ

Резюме

На черной почве содержащей около 50% илистых частиц и на песчаной почве (до 20% илистых частиц) сравнивали два севооборота: А — с 50% участием зерновых (пропашные — зерновые — кормовые — зерновые) и D — с 100% участием зерновых (кукуруза — зерновые — зерновые — зерновые). Под все культуры применяли два уровня удобрения: а — 200 кг и б — 300 кг NPK на гектар.

В период I-ой ротации (1971-1974 гг.) два раза в год определяли под всеми культурами объемный вес почвы через каждые 10 см до глубины 40 см и четыре раза в год влажность почвы через каждые 20 см до глубины 80 см. Содержание воздуха в почве исчисляли на основании объемного веса и веса твердой фазы.

Установлено, что изменения объемного веса, влажности почвы и содержания в ней воздуха под влиянием севооборота, вида возделываемой культуры и уровня удобрения помещались в пределах погрешности. Обнаружилась лишь тенденция к более интенсивному потреблению воды норфольским севооборотом (А) в сравнении с зерновым севооборотом (D), которая однако смягчалась под влиянием осенне-зимних осадков.

Ryszard Baranowski, Jan Pabin

INVESTIGATIONS OF PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL
IN CROP ROTATIONS WITH DIFFERENT PERCENTAGE OF CEREALS

Summary

On black earth containing about 50% of silt and clay particles and on sandy soil (to 20% of clay and silt particles) two crop rotations: A — 50% of cereals (root crops-cereals-fodder crops-cereals) and D — 100% of cereals (maize-cereals-cereals-cereals) were compared. For all crops two fertilization levels: a — 200% and b — 300 kg NPK per hectare, were applied.

In the period of the 1st rotation (1971-1973) bulk density of soil at 10 cm intervals to the depth of 40 cm was determined under all crops twice a year as well as soil moisture at 20 cm intervals to the depth of 80 cm four times a year, were determined. The air content in soil was calculated on the basis of bulk density and solid phase weight.

It has been proved that the changes of bulk density, moisture and air content in soil under the effect of the factors tested (crop rotation, plant species, fertilization level) lay within the limits of error. Only a tendency to an increased water use by the Norfolk crop rotation (A) as compared to cereal crop rotation (D) occurred, which, however, was smoothed by autumn-and-winter precipitations.