

BADANIA NAD ZASADAMI ŁĄCZENIA OREK GŁĘBOKICH Z ORKAMI PŁYTKIMI W ZMIANOWANIU

Część II. Wpływ różnej głębokości orek na właściwości fizyczne i chemiczne gleby

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИНЦИПАМ СОЕДИНЕНИЯ В СЕВООБОРОТЕ ГЛУБОКИХ ВСПАШЕК С МЕЛКИМИ

Часть II. Влияние разной глубины вспашки на физические и химические свойства почвы

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE GRUNDSÄTZE DER VERBINDUNG TIEFER UND FLACHER PFLUGFURCHEN IN DER FRUCHTFOLGE

II Mitteilung. Einfluss verschiedener Tiefe der Pflugfurchen auf die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften

L. ŚMIERZCHALSKI

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin SGGW

Nawiązując do wyników przedstawionych w I-szej części pracy należy zaznaczyć, że w badaniach nad wpływem głębokości orki nie można się ograniczyć tylko do analizy wysokości plonów roślin uprawnych, gdyż określony sposób uprawy wywołuje również zmiany we właściwościach fizycznych i chemicznych gleby. Jednakże zmiany te w pierwszych latach uprawy mogą być zbyt małe, aby można było określić ich kierunek. Dopiero wieloletnie kumulowanie dodatniego lub ujemnego oddziaływania stosowanej uprawy powoduje, że różnice we właściwościach glebowych stają się wyraźniejsze i wówczas można wnioskować o charakterze tych zmian i ich związku z kształtowaniem się wysokości plonów. Dlatego w drugiej części pracy przedstawiono wyniki dotyczące:

1) właściwości fizycznych gleby (zwięzłość, ciężar objętościowy, objętość fazy stałej gleby oraz porowatość kapilarną i niekapilarną,

2) właściwości chemicznych gleby (pH w KCl, zawartość próchnicy, azotu ogólnego oraz zawartość przyswajalnego potasu i fosforu).

W celu określenia zróżnicowania właściwości fizycznych i chemicznych gleby pod wpływem uprawy roli na różną głębokość pobrano po zakończeniu 8-letniego cyklu zmianowania¹⁾ próbki glebowe według metody dostosowanej do rodzaju poszczególnych oznaczeń.

¹⁾ Zmianowanie podano w pierwszej części pracy.

Tabela I

Zwięźłość gleby (w kGm) po ośmioletnim stosowaniu upraw na różną głębokość
Bodenwiderstand (in kGm) nach achtjähriger differenzierter Tiefe der Bodenbearbeitung

Grupa uprawowa Bodenbearbel- tungsgruppe	Objekt Variant	Uprawy podstawowe Bodenbearbeitung	Warstwy gleby w cm — Bodenschicht in cm										Procent orek płyt- kich w zmiانowaniu Prozentualer Anteil flacher Pflugfurchen in der Fruchtfolge
			0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	
A	I	G G G G G — G G	0,0	0,7	1,2	1,5	1,5	2,5	4,3	5,9	7,2	9,2	0
	II	Gp G G Gp G — G G	0,1	0,9	1,5	1,8	2,8	3,7	5,3	6,4	8,3	10,3	0
	III	B G G B G — G G	0,1	1,0	1,4	1,9	2,1	3,3	4,1	5,2	7,7	9,9	0
	średnio — Mittelwert		0,1	0,9	1,4	1,7	2,1	3,2	4,6	5,8	7,7	9,8	
B	IV	Gp G x Gp x — G x	0,0	0,8	1,0	1,9	2,4	3,1	3,3	4,9	6,4	8,5	42,8
	V	Gp x x Gp x — G x	0,1	1,1	1,6	2,1	2,8	4,4	5,5	7,8	7,8	10,8	57,1
	średnio — Mittelwert		0,1	1,0	1,3	2,0	2,6	3,8	4,4	6,4	7,1	9,6	
C	VI	x x x B x — G x	0,1	0,8	2,3	3,4	4,0	4,7	6,4	8,3	9,7	11,8	71,4
	VII	x x x B x — x x	0,3	1,4	2,3	3,0	4,0	4,2	5,2	6,7	8,3	10,2	85,7
	średnio — Mittelwert		0,2	1,2	2,3	3,2	4,0	4,4	5,8	7,5	9,0	11,0	
D	VIII	B x x B x — G x	0,1	0,9	1,7	2,2	2,5	3,4	4,7	5,9	6,8	9,2	
	IX	B T T B T — x T	0,1	1,4	2,3	2,6	3,0	3,9	5,3	7,1	9,4	9,6	
	średnio — Mittelwert		0,1	1,2	2,0	2,4	2,8	3,6	5,0	6,5	8,1	9,4	
Przedział ufnosci (P = 0,95) G D 5%			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	1,1	—	—	—	—	—	—	—

Objaśnienia symboli:

G — orka głęboka (25 cm)

Gp — orka głęboka z pogłębiaczem (25 + 15 cm)

B — głębokie spulchnienie bez odwracania gleby (40 cm)

x — orka płytka (12 cm)

T — brona talerzowa

Erklärung der Symbole:

G — tiefe Pflugfurche (25 cm)

Gp — tiefe Pflugfurche mit Untergrundflockerung (25 + 15 cm)

B — tiefe Lockerung ohne Bodenwendung (40 cm)

x — flache Pflugfurche (12 cm)

T — Scheibenegge

1. Wpływ sposobu uprawy na właściwości fizyczne gleby

a. Zwięzłość gleby

Zwięzłość gleby oznaczono w warstwach co 5 cm do głębokości 50 cm. Oznaczenia wykonano za pomocą sondy glebowej uderzeniowej, określającej zwięzłość gleby na podstawie oporu, jaki stawia gleba przy prostopadłym wbijaniu pręta metalowego. Ze względu na niewielką pracochłonność i dużą czułość tej metody, znalazła ona szerokie zastosowanie w badaniach zmian zwięzłości gleby w różnych doświadczeniach uprawowych [1, 2, 5, 12, 16, 17].

Wyniki oznaczeń zwięzłości gleby wykonanych po ośmioletnim stosowaniu orek na różną głębokość, podano w tabeli 1.

Uzyskany materiał liczbowy opracowano statystycznie. Udowodniono jednak tylko różnice występujące w warstwie 15—20 cm. Opierając się więc na przedziale ufności, można było jedynie stwierdzić, że wprowadzenie 71 do 86% orek płytkich do zmianowania zwiększa istotnie zwięzłość gleby w warstwie od 15 do 20 cm w stosunku do obiektu kontrolnego. Brak udowodnionych różnic w zwięzłości pozostałych warstw wynika z dużego rozrzutu poszczególnych oznaczeń, jakkolwiek na każdą z przedstawionych w tabeli średnich składało się około 40 pojedynczych oznaczeń. Wydaje się jednak, że interpretacja wyników tylko na podstawie obliczeń statystycznych nie byłaby pełna. Porównanie zwięzłości gleby poszczególnych grup uprawowych wskazuje, że w omawianym doświadczeniu, w większości warstw, wystąpiła wyraźna tendencja do stopniowego zwiększania zwięzłości gleby pod wpływem zwiększania się procentowego udziału orek płytkich w zmianowaniu. Zagadnienie oznaczenia zwięzłości gleby za pomocą sondy glebowej szerzej omówione będzie w rozdziale „Dyskusja i wnioski”.

b. Ciężar objętościowy, objętość fazy stałej i porowatość gleby

Wymienione właściwości gleb oznaczono w warstwach 5 do 10, 17 do 22, 30 do 35 oraz 43 do 48 cm, w trzech równoległych powtórzeniach dla każdego poletka, za pomocą cylinderków o pojemności 100 cm³. Ciężar objętościowy obliczono w stosunku do suchej masy gleby: porowatość kapilarną — przez określenie podsiąkania wody w próbkach glebowych w stanie nienaruszonym. Fazę stałą gleby, porowatość ogólną i niekapilarną obliczono według metody Kopeckiego [14].

Wyniki oznaczeń ciężaru objętościowego podano w tabeli 2.

Tabela 2

Ciężar objętościowy gleby po ośmioletnim stosowaniu upraw na różną głębokość
 Volumengewicht des Bodens nach achtjähriger differenzierter Tiefe der Bodenbearbeitung

Grupa uprawowa Bodenbearbeitungsgruppe	Obiekt Variant	Warstwa gleby w cm Bodenschicht in cm				Procent orek płytkich w zmianowaniu Prozentualer Anteil flacher Pflugfurchen in der Fuchtfolge
		5-10	17-22	30-35	43-48	
A	I	1,45	1,45	1,62	1,58	0
	II	1,43	1,44	1,63	1,61	0
	III	1,42	1,46	1,65	1,66	0
	\bar{x}	1,43	1,45	1,63	1,62	
B	IV	1,44	1,56	1,61	1,61	42,8
	V	1,42	1,56	1,64	1,59	57,1
	\bar{x}	1,43	1,56	1,62	1,60	
C	VI	1,45	1,58	1,65	1,58	71,4
	VII	1,46	1,58	1,64	1,63	85,7
	\bar{x}	1,45	1,58	1,64	1,60	
D	VIII	1,40	1,52	1,59	1,57	—
	IX	1,48	1,55	1,58	1,60	—
	\bar{x}	1,44	1,53	1,58	1,58	
Przedział ufności (P = 0,95) G D 5%		—	0,06	—	—	

Jak wynika z liczb zawartych w tej tabeli, w warstwie 5 do 10 cm ciężar objętościowy we wszystkich obiektach uprawowych był jednakowy, co jest uzasadnione, gdyż warstwa ta była corocznie spulchniana podczas uprawek podstawowych i uprawek pielęgnowania.

Większe zróżnicowanie między obiektami uprawowymi wystąpiło w warstwie 17 do 22 cm. Pozwala to stwierdzić, że wprowadzenie ok. 43 do 57% orek płytkich zwiększyło ciężar objętościowy w tej warstwie o około 0,11 g/cm³ w stosunku do obiektu z orką głęboką. Dalsze zwiększenie ilości orek płytkich do 71 lub 86% wywołało już zmiany nieistotne (zwiększenie o 0,02 g/cm³). Wynika stąd, że największy wpływ na zmianę ciężaru objętościowego gleby wywiera wprowadzenie orek płytkich w granicach do 43%, dalsze ich zwiększanie nawet do 86% już tylko w małym stopniu powiększa ciężar objętościowy gleby.

Rozpatrując wyniki uzyskane w warstwie 30 do 35 cm można stwierdzić, że dwukrotne zastosowanie pogłębiacza lub głębokiego spulchniania w okresie rotacji nie wpływa na ciężar objętościowy warstw gleby leżących głębiej.

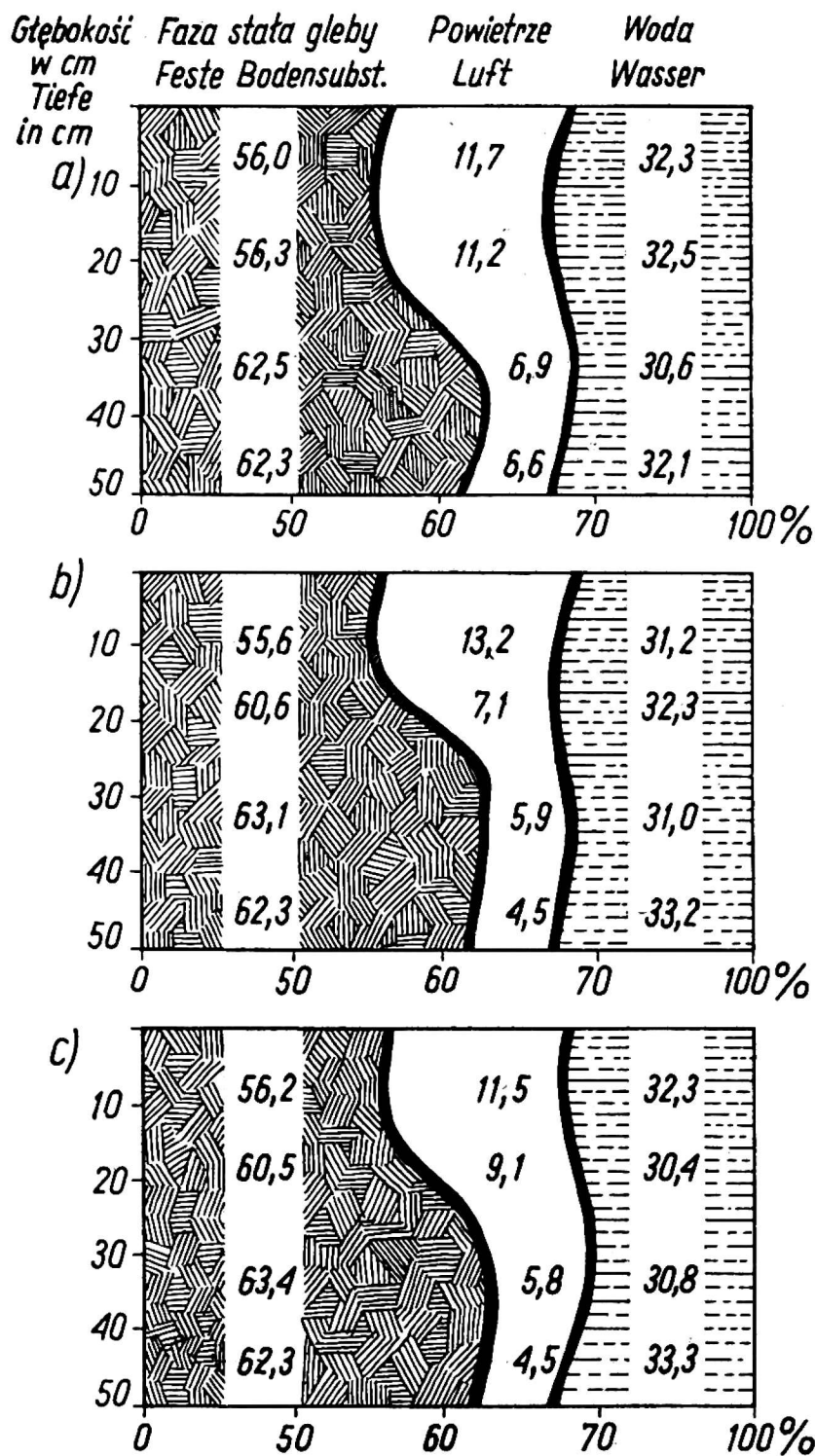
Inne oznaczenia właściwości fizycznych gleby (objętość fazy stałej, porowatość kapilarna i niekapilarna) wykonano w tych samych warstwach co oznaczenia ciężaru objętościowego. Analiza statystyczna wykazała, że istotne różnice występują w warstwie 17 do 22 cm. Dlatego wyniki odnoszące się do wymienionych właściwości podano tylko dla tej warstwy (tabela 3) natomiast dane ilustrujące zmiany w profilu glebowym przedstawiono na rysunku 1.

Tabela 3

Zmiany niektórych właściwości fizycznych gleby w warstwie 17–22 cm
po ośmioletnim stosowaniu orek na różną głębokość
Veränderung einiger physikalischen Bodeneigenschaften in der Schicht 17–22 cm
nach achtjähriger differenzierter Tiefe der Bodenbearbeitung

Grupa uprawowa Bodenbearbeitungsgruppe	Obiekt Variant	Objętość fazy stałej gleby Volumen der festen Bodensubstanz	Porowatość kapilarna Kapillare Porosität	Porowatość niekapilarna Nichtkapillare Porosität	Stosunek porowatości kapilarnej do porowatości niekapilarnej Verhältnis der kapillaren Porosität zur nichtkapillaren Porosität
		w % objętościowych	in Volumenprozent		
A	I	57,1	33,2	9,7	3,4
	II	55,9	32,4	11,7	2,8
	III	55,9	32,0	12,1	2,6
B	IV	60,5	32,3	7,2	4,5
	V	60,8	32,2	7,0	4,6
C	VI	60,5	30,9	8,6	3,6
	VII	60,4	30,0	9,6	3,1
D	VIII	58,1	32,4	9,5	3,4
	IX	60,6	30,5	8,9	3,4
Przedział ufności (P=0,95) GD 5 %		2,9	2,0	—	

Z liczb podanych w tabeli 3 wynika, że pod wpływem kilkuletniego stosowania orek na różną głębokość dużym zmianom ulega objętość fazy stałej gleby. Kierunek tych zmian jest zbliżony do obserwowanych w ciężarze objętościowym gleby. Stosunkowo małe różnice występowały w oznaczeniach porowatości kapilarnej. W większości obiektów wartość jej wahała się w granicach od 32,2 do 33,2. Jedynie w obiektach, w których udział orek płytkich wynosił 71 do 86% wystąpiło wyraźne obniżenie porowatości kapilarnej. Udowodniono jednak tylko różnice między obiektem z 86% udziałem orek płytkich a większością pozostałych obiektów.



Rys. 1. Objętość fazy stałej, powietrznej i wodnej w części profilu glebowego po ośmioletnim stosowaniu orek na różną głębokość

Abb. 1. Volumen der festen Bodensubstanz, der Luft und des Wassers in der oberen Schicht des Bodenprofils nach achtjähriger differenzierter Tiefe der Bodenbearbeitung

- a) średnia dla grupy upraw A (orki głębokie)
Mittelwert für die Bodenbearbeitungsgruppe A (tiefe Pflugfurchen)
- b) średnia dla grupy upraw B (43–57% orek płytkich w zmianowaniu)
Mittelwert für die Bodenbearbeitungsgruppe B (43–57% flacher Pflugfurchen in der Fruchtfolge)
- c) średnia dla grupy upraw C (71–86% orek płytkich w zmianowaniu)
Mittelwert für die Bodenbearbeitungsgruppe C (71–86% flacher Pflugfurchen in der Fruchtfolge)

Przechodząc do omówienia rysunku 1, przedstawiającego właściwości fizyczne gleby w profilu glebowym, można stwierdzić, że w górnej warstwie nie uległy one żadnym zmianom. Różnice występujące w warstwie 17 do 22 cm zostały omówione wyżej. W głębszych warstwach (30 do 35 i 43 do 47 cm) nie stwierdzono już wyraźnego wpływu uprawy na objętość fazy stałej gleby i porowatość kapilarną. Potwierdza to wcześniejsze spostrzeżenie, że dwukrotne zastosowanie pogłębiacza i głębokiego spulchnienia nie miało już wpływu na omawiane właściwości fizyczne gleby po zakończeniu ośmioletniej rotacji.

2. Wpływ sposobu uprawy na właściwości chemiczne gleby

W celu ustalenia, czy zwiększenie liczby orek płytkich w zmianowaniu może wywrzeć wpływ na właściwości chemiczne gleby, przeprowadzono oznaczenia odczynu gleby (pH w KCl), zawartości próchnicy i azotu ogólnego oraz zawartości przyswajalnego P_2O_5 i K_2O w warstwach: 0 do 10, 10 do 20 i 20 do 30 cm. Wyniki oznaczeń odczynu gleby podano w tabeli 4.

Tabela 4

Odczyn gleby (pH w KCl) po ośmioletnim stosowaniu orek na różną głębokość
Bodenreaktion (pH in KCl) nach achtjähriger differenzierter Tiefe der Bodenbearbeitung

Obiekt Variant	Warstwa gleby w cm Bodenschicht in cm		
	0-10	10-20	20-30
I	6,9	6,9	6,9
II	6,6	6,6	6,7
III	6,6	6,6	6,7
IV	6,8	6,9	6,8
V	6,7	6,7	6,8
VI	6,9	6,9	6,8
VII	6,7	6,7	6,8
VIII	6,9	6,9	6,9
IX	6,6	6,7	6,6

Zwiększenie ilości orek płytkich w omawianym doświadczeniu nie wpłynęło na kwasowość gleby w warstwie 0 do 30 cm. W warunkach przeprowadzonego doświadczenia niewystąpienie zmian w pH gleby jest usprawiedliwione, gdyż gleba, na której przeprowadzono doświadczenia

do głębokości 150 cm miała odczyn zbliżony do obojętnego, a w niektórych warstwach nawet zasadowy.

Dalsze rozważania, dotyczące zmian zawartości próchnicy, azotu ogólnego, fosforu i potasu, opierają się na wynikach oznaczeń wyrażonych w liczbach względnych. Zawartość omawianych składników w warstwie 0 do 10 cm przyjmowano za 100, a zawartość w warstwie 10 do 20 cm wyrażano w procentach, w stosunku do zawartości w poziomie 0 do 10 cm. Tak przekształcone liczby zamieniano na stopnie y odpowiadające procentom według wzoru $y = \arcsin \sqrt{x}$ i wartości te opracowywano statystycznie. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5

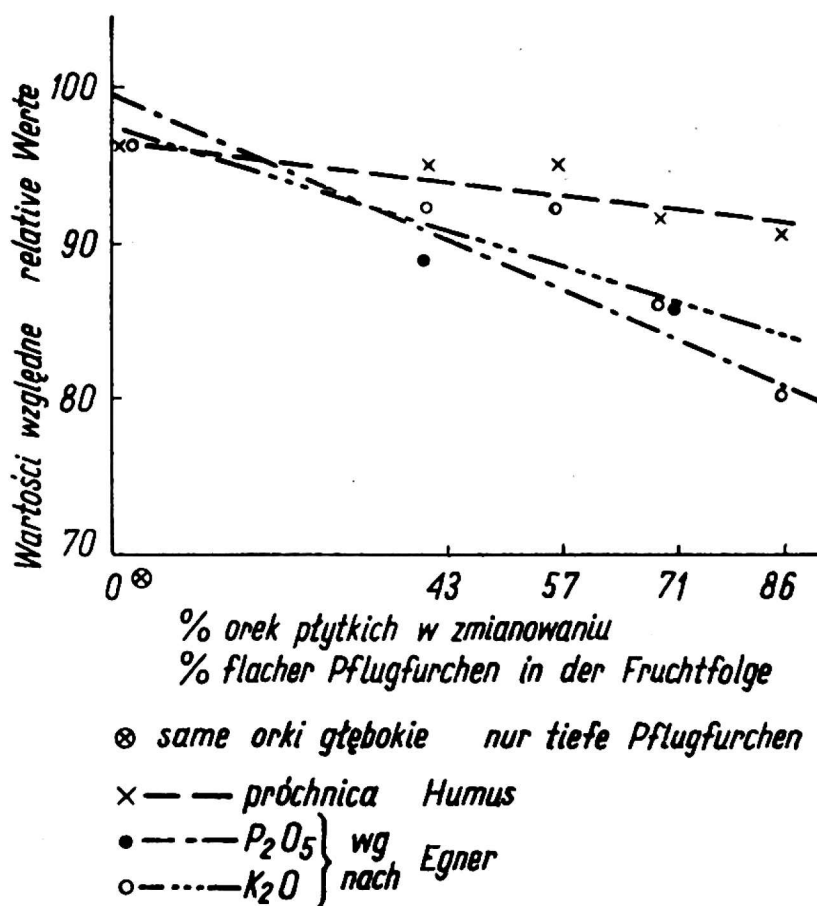
Zawartość próchnicy, azotu ogólnego, P_2O_5 i K_2O w warstwie gleby 10–20 cm
(obliczona w % w stosunku do warstwy 0–10 cm)
Gehalt an Humus, Gesamtstickstoff, P_2O_5 und K_2O in der Bodenschicht 10–20 cm
(berechnet in % im Verhältnis zu der Schicht 0–10 cm)

Obiekt Variant	Próchnica Humus		Azot ogólny Gesamtstickstoff		P_2O_5		K_2O		Procent orek płytkich w zmianowaniu Prozentualer Anteil flacher Pflugfurchen in der Fruchtfolge
	%	$\arcsin \sqrt{x}$	%	$\arcsin \sqrt{x}$	%	$\arcsin \sqrt{x}$	%	$\arcsin \sqrt{x}$	
I	96,8	80,1	92,6	74,2	100,0	85,6	96,8	80,1	0
II	98,5	86,5	91,9	73,5	93,5	76,9	96,6	80,6	0
III	96,2	80,1	95,4	77,6	96,9	72,3	96,7	81,2	0
IV	95,3	77,8	95,0	77,2	89,7	71,6	92,8	76,2	43
V	95,0	77,6	91,0	72,5	86,8	68,7	92,3	74,2	57
VI	91,9	73,8	91,2	72,7	85,3	68,1	85,3	68,2	71
VII	90,6	72,6	—	—	80,6	64,3	80,6	64,3	86
VIII	92,4	74,1	94,3	76,2	92,0	73,0	91,7	73,5	—
IX	96,8	80,3	94,7	76,7	82,5	70,9	96,0	80,3	—
Przedział ufności G D	7,2 (P = 0,90)		—		8,4 (P = 0,95)		—		

Dane z tabeli 5 wskazują, że istnieje pewna zależność między ilością orek płytkich w zmianowaniu, a zawartością próchnicy, przyswajalnego fosforu i potasu w warstwie 10 do 20 cm. Pod wpływem zwiększenia ilości orek płytkich następowało zmniejszenie zawartości tych składników

w warstwie 10 do 20 cm. W warunkach naszego doświadczenia nie zawsze można było to udowodnić. I tak np. różnice w zawartości próchnicy udowodniono dopiero po obniżeniu współczynnika ufności do $P = 0,90$. Widocznych tendencji w zawartości potasu nie można było udowodnić, nawet przy obniżeniu współczynnika ufności: podobnie i w zawartości azotu ogólnego istotnych różnic nie stwierdzono.

Ogólny kierunek zmian występujący w zawartości omawianych składników pokarmowych pod wpływem zwiększającego się udziału orek płytkich przedstawiono na wykresie 1.



Wykres 1. Zmiany w zawartości próchnicy, fosforu i potasu w glebie w warstwie 10–20 cm zachodzące pod wpływem zwiększającego się udziału orek płytkich w zmianowaniu (wyrażone w wartościach względnych w stosunku do zawartości w warstwie 0–10 cm)

Abb. 1. Veränderungen des Gehaltes an Humus, Phosphor und Kali in der Bodenschicht 10–20 cm, die durch die Erhöhung des Anteils flacher Pflugfurchen in der Fruchtfolge hervorgerufen wurden (angegeben als relative Werte im Verhältnis zu dem Gehalt in der Bodenschicht 0–10 cm)

Zależności przedstawione na wykresie 1 wskazują, że występuje tendencja do stopniowego zmniejszania się zawartości próchnicy, przyswajalnego fosforu i potasu w miarę zwiększania ilości orek płytkich w zmianowaniu.

3. Dyskusja i wnioski

Przystępując do analizy wyników oznaczeń właściwości fizycznych i chemicznych gleby, należy zastanowić się nad ich przydatnością do określania zmian zachodzących w glebie pod wpływem stosowania różnych sposobów uprawy. Podczas przeprowadzenia badań można było zaobserwować, co następuje:

1. Zróżnicowanie sposobów uprawy może nie wpłynąć na właściwości glebowe; może zmieniać niektóre z nich, nie wywierając wpływu na inne, lub zmiany te mogą być zbyt małe, aby można było je wykryć za pomocą obecnie stosowanych metod.

2. Zastosowane metody badań na skutek dużego rozrzutu wyników oznaczeń mogą nie wykazać istotnych zmian, jakie już wystąpiły w glebie pod wpływem uprawy. W tych przypadkach interpretując uzyskane wyniki musimy się ograniczyć do wykazania jedynie tendencji do występowania zmian we właściwościach fizycznych i chemicznych gleby.

Z badanych właściwości fizycznych największym rozrzutem wyników, a stąd i największym błędem, charakteryzowały się oznaczenia zwięzłości gleby wykonane *in situ* za pomocą sondy glebowej. Dlatego, mimo dość dużych różnic, jakie wystąpiły pomiędzy porównywanymi sposobami (grupami) upraw, można było udowodnić tylko różnice występujące w warstwie 15 do 20 cm, w której zmiany we właściwościach fizycznych gleby pod wpływem spłycenia orok były stosunkowo największe. Duży rozrzut wyników określających zwięzłość gleby był spowodowany prawdopodobnie jej zmiennością, której wpływ na wyniki można byłoby przypuszczalnie wyeliminować przez wykonanie większej liczby oznaczeń. B a c h t i n i L w o w [1] dla uzyskania miarodajnych wyników stosowali 100-krotne powtórzenia oznaczeń. B o g u s ł a w s k i i L e n z [5] podają, że wykonanie 10 oznaczeń na pow. 20 m² wystarcza do zmniejszenia błędu poniżej 10%. Badania zwięzłości gleby przeprowadzone przez B e n d e r a i R z a s ę [2] oraz R ü b e n s a m a i K o e p k e ' g o [19] wykazują również, że dla uzyskania udowodnionych wyników istnieje konieczność stosowania wielokrotnych powtórzeń.

Należy podkreślić, że zwiększenie pojedynczych pomiarów, stosownie do zaleceń Bachtina i Bogusławskiego, powoduje, iż oznaczenie zwięzłości gleby za pomocą sondy glebowej staje się czynnością bardzo pracochłonną. Jeżeli ponadto zważymy, że oznaczenia zwięzłości gleby dają jedynie informację o zmianach właściwości fizycznych gleby, bez jakościowej ich oceny, to celowość tych oznaczeń można uznać za problematyczną. Dlatego wydaje się, że zbadanie ogólnych zmian właściwości glebowych za pomocą ciężaru objętościowego może być bardziej przydatne. Wprawdzie i ten wskaźnik podlega pewnym zmianom w okresie wegetacji [12] pod wpły-

wem różnych czynników, między innymi wilgotności [6, 16] i działania mikroflory [20].

Badania laboratoryjne Bertranda i Kohnkego [3], Kanarake'a i Taler [8] oraz Tretiakowa i Galickiego [22] wykazały, że ciężar objętościowy gleby przy określonych wartościach wpływał decydująco na plony roślin. W naszych badaniach wystąpiły wyraźne różnice w ciężarze objętościowym pod wpływem orki na różną głębokość. Spłylenie orek (71 i 86% orek płytkich) zwiększyło ciężar objętościowy w warstwie 17 do 22 cm średnio o 0,13 do 0,14 g/cm³ czyli o 9 do 10%, co jednak nie wywołało różnic w wysokości plonów. Być może, że zwiększenie ciężaru objętościowego gleby nie osiągnęło wartości krytycznej, przy której mógłby wystąpić niekorzystny dla rozwoju korzeni układ właściwości fizycznych gleby — co w konsekwencji doprowadziłoby do obniżki plonów. Uzyskane przez nas wyniki w warunkach polowych zgodne są z wynikami cytowanych wyżej autorów [3, 8, 22]. Widzimy więc, że zmiany w ciężarze objętościowym gleby, aczkolwiek mogą być nawet istotne, to jednak, w określonych granicach, nie wpływają na plony roślin. Wydaje się, że granice te w pewnym stopniu mogą zależeć także i od stosunków wodnych gleby. W przypadku pól drenowanych, gdy przesiąkanie wody w głąb następuje szybciej, nawet przy określonym zagęszczeniu pewnych warstw gleby, korzenie roślin będą lepiej zaopatrzone w tlen niż na glebach, z których nadmiar wody odpływa powoli. Takie wytłumaczenie zjawiska nie wyklucza możliwości działania tutaj innych czynników.

Publikacje szeregu autorów [3, 4, 10, 11]) wykazują, że znalezienie korelacji pomiędzy właściwościami gleby a wysokością plonów, nawet w doświadczeniach wieloletnich, jest niezwykle trudne. Obecnie zagadnienie to jest szczegółowo badane. Zasadniczym celem i myślą przewodnią tych badań jest znalezienie zależności między:

- 1) uprawą roli a jej strukturą,
- 2) strukturą roli a wysokością plonu.

W pracach tych główną uwagę zwraca się na właściwości wodne, określane za pomocą wartości pF oraz porowatość kapilarną i niekapilarną.

Przechodząc do omówienia wpływu głębokości orki na zawartość próchnicy oraz przyswajalnych składników pokarmowych — fosforu i potasu, należy stwierdzić, że w naszych doświadczeniach pod wpływem orek płytkich nastąpiło w warstwie 10 do 20 cm zmniejszenie zawartości wymienionych wyżej składników. Zmniejszenie zawartości próchnicy, fosforu i potasu w warstwie 10 do 20 cm mogło powstać na skutek braku mieszającego działania pługa przy stosowaniu orek płytkich lub w wyniku przenikania tych składników w głąb gleby (albo też działanie obu tych czynników jednocześnie).

Badania wykazują, że szybkość przenikania fosforu i potasu zależy od szeregu czynników. Köhnlein i Knauer [9], między innymi, stwierdzili, że ilość wypłukiwanych składników pokarmowych zależy od typu gleby. Lewieniec [14] i Pfaff [15] szybkość przenikania fosforu i potasu wiążą z wilgotnością gleby, a Wells [23] z wysokością dawki nawozów. Rid i Suss [18] wykazali za pomocą radioaktywnego fosforu ^{32}P , że szybkość przenikania fosforu zależała od głębokości orki. Na glebach oranych głębiej fosfor przenikał szybciej i na większą głębokość. Badania te wskazują na wpływ czynnika uprawowego na przemieszczanie składników pokarmowych. Jeżeli chodzi o ten aspekt zagadnienia, tj. wpływ długotrwałego stosowania orok płytkich na zmiany zawartości składników pokarmowych w dolnych warstwach gleby, to nasze wyniki zgodne są z badaniami przeprowadzonymi w Dahlem [2, 21], gdzie pod wpływem wieloletniego działania orok płytkich stwierdzono, między innymi, zmniejszenie próchnicy i składników pokarmowych w warstwie 15 do 25 cm, leżącej poza zasięgiem pługa.

Na podstawie wyników omówionych w tej części opracowania można wyciągnąć następujące wnioski.

1. Pod wpływem zastąpienia części orok głębokich orkami płytkimi w zmianowaniu, w warstwie gleby 17 do 22 cm nastąpiło zwiększenie zwężłości, ciężaru objętościowego oraz procentowego udziału fazy stałej gleby. I tak: przy zastosowaniu 43% orok płytkich wzrost ciężaru objętościowego wynosił ok. $0,11 \text{ g/cm}^3$ tj. ok. 9 do 10%, a wzrost objętości fazy stałej gleby 3 do 5%, dalsze natomiast zwiększanie udziału orok płytkich w uprawie wpływało na te cechy w nieznacznym tylko stopniu.

2. Orki płytke przyczyniły się do obniżenia pojemności wodnej kapilarnej w warstwie 17 do 22 cm. Istotne jednak różnice w pojemności wystąpiły dopiero, gdy udział orok płytkich w stosunku do upraw głębokich wynosił 71 lub 86%.

3. Nie stwierdzono różnic we właściwościach fizycznych gleby w warstwie 5 do 10 cm oraz w warstwach 30 do 35 cm i 43 do 48 cm. Zastosowanie orok płytkich lub pogłębiaczy nie wpływało więc na właściwości fizyczne gleby tych warstw.

4. Pod wpływem orok płytkich, stanowiących 71—86% w stosunku do orok głębokich, wystąpiła tendencja do zmniejszenia zawartości próchnicy, przyswajalnego fosforu i potasu w warstwie gleby 10 do 20 cm. Zjawisko to, bardzo istotne z punktu widzenia żyzności gleby, sygnalizujemy, zdając sobie sprawę, że ostateczne rozwiązanie tego zagadnienia będzie wymagać dłuższego okresu prowadzenia badań. Zawartość azotu ogólnego i odczyn gleby nie podlegały wyraźnym zmianom pod wpływem stosowania orok na różną głębokość.

5. Omówione wyżej zmiany we właściwościach fizycznych i chemicznych gleby, które wystąpiły pod wpływem ośmioletniego stosowania zróżnicowanej uprawy, nie wpływały na wysokość plonów, dlatego też zastąpienie pewnej liczby orek głębokich orkami płytkimi na określonych typach gleb należy uznać za uzasadnione.

LITERATURA

1. Bachtin P., Lwow A., Poczwow. Nr 5, s. 53—63 (1960).
2. Bender J., Rząsa S., Zesz. probl. Post. Nauk roln. zesz. 40a, s. 171—192 (1963).
3. Bertrand A., Kohnke H., Soil Sci. Soc. Am. Proc. nr 2, s. 135—140 (1957).
4. Boekel P., Medelingen van de Landbouwhogeschool en Opezoekingsstations van de Stadt te Gent XXIV, Nr 1, 146—153 (1958).
5. Boguslawski E., Lenz K., Z. Acker Pflbau 1 Mitt — B-105, s. 245—256 (1958) 2 Mitt-B-109, s. 33—48 (1959).
6. Czeratzki W., Kühn-Archiv. B-54 (1940).
7. Eberhardt W., Z. Pfl. Ernähr. Düng. B-82 nr 2/3, s. 143—146 (1958).
8. Kanarake A., Taler R., Poczwow. Nr 5, s. 106—113 (1962).
9. Kohnlein J., Knauer N., Z. Pfl. Ernähr. Düng. B-81 nr 1, s. 1—23 (1958).
10. Kuipers H., Medelingen van de Landbouwhogeschool en Opzoekingsstation van de Staat te Gent XXIV Nol, 392—397 (1958).
11. Kuipers H., Van Ouwerkerk C.-Neth. J. Agric. Sci. Nr 1, s. 45—53 (1963).
12. Kunze A., A. Thaer-Archiv. 1 Mitt, H-9, s. 673—698, 2 Mitt, H-10, 3 Mitt H-10, s. 833—872 (1963).
13. Lewieniec P., Poczwow. Nr 2, s. 74—78 (1961).
14. Musierowicz A., Własności fizyczne gleby, Warszawa (1958).
15. Pfaff C., Pfl. Ernähr. Düng. B-80, nr 2, s. 93—108 (1958).
16. Rauhe K., Z. Acker Pflbau 102, s. 27—50 (1957).
17. Rauhe K., Wiss Z., Humboldt Univ. Berlin, Meth. Nat. R XI, s. 99—134 (1962).
18. Rid H., Suss A., Landw. Forsch. H-1, s. 40—44 (1958).
19. Rübensam E., Koepke V., Zesz. probl. Post. Nauk roln. zesz. 50a, s. 123—139 (1964).
20. Steinbrenner K., A-Thaer-Archiv H-3, s. 130—138 (1959).
21. Tamm E., Eberhardt W., Z. Acker. Pflbau 106, s. 361—406 (1958).
22. Tretiakow H., Galickij W., Ziemielielie nr 4, s. 56—63 (1963).
23. Wells K., Parks, Soil Sci. Soc. Am. Proc. t. 25, s. 117—120 (1961).

РЕЗЮМЕ

Исследования физических и химических свойств почвы проведены после окончания восьмилетней ротации — картофель, рожь, пелюшка, сахарная свёкла, ячмень, клевер, пшеница, овёс. В поданном севообороте введено три главные группы пахотных вариантов:

А. варианты с глубокой вспашкой

В. варианты, в которых рядом с глубокими вспашками выступало 43-57% мелких вспашек.

С. варианты, в которых выступало 71-86% мелких вспашек.

Под влиянием применения мелких вспашек последовало увеличение объёмного веса на почти 0,11 г/см³, т.е. около 9 до 10% в слое 17-22 см. Одновременно уменьшилась капиллярная влагоёмкость, особенно, когда участие мелких вспашек в севообороте равнялось 71-86%.

Применение 71-86% мелких вспашек в севообороте привело к уменьшению содержания гумуса, усвояемого фосфора и калия в слое почвы от 10—20 см. Содержание общего азота, а также реакция почвы не подвергались заметным изменениям под влиянием введения мелких вспашек.

ZUSAMMENFASSUNG

Physikalische und chemische Bodeneigenschaften wurden nach Ablauf einer achtjährigen Fruchtfolge — Kartoffeln, Felderbsen, Winterroggen, Zuckerrüben, Sommergerste, Rotklee, Winterweizen, Hafer — untersucht. In der angegebenen Fruchtfolge wurden drei Gruppen der Bodenbearbeitungsvarianten: A — nur tiefe Pflugfurchen (25 cm), B—Varianten mit einem Anteil von 43—57% flacher Pflugfurchen (12—15 cm) in der Fruchtfolge und C—Varianten mit 71—86% flache Pflugfurchen, verglichen.

Durch Anwendung flacher Pflugfurchen erhöhte sich, in der Bodenschicht 17—22 cm, das Volumengewicht um ungefähr 0,11 g/cm³, das ist um 9—10%. Gleichzeitig verminderte sich die kapillare Wasserkapazität, besonders in den Varianten mit dem Anteil von 71—86% flacher Pflugfurchen in der Fruchtfolge.

Die Anwendung von 71—86% flacher Pflugfurchen in der Fruchtfolge, führte in der Bodenschicht 10—20 cm zu einer Absenkung des Gehaltes an Humus and pflanzenaufnehmbares Kali und Phosphor. Der Gehalt an Gesamtstickstoff und die Bodenreaktion wurde durch die Anwendung flacher Pflugfurchen nicht beeinflusst.

STRESZCZENIE

Badania właściwości fizycznych i chemicznych gleby przeprowadzono po zakończeniu ośmioletniej rotacji — ziemniaki, żyto, peluszką, buraki cukrowe, jęczmień, koniczyna, pszenica, owies. W podanym zmianowaniu wprowadzono trzy główne grupy obiektów uprawowych:

A. obiekty z samą orką głęboką,

B. obiekty w których obok orki głębokich występowało 43—57% orki płytkich,

C. obiekty w których występowało 71—86% orki płytkich.

Pod wpływem zastosowania orki płytkich nastąpiło zwiększenie ciężaru objętościowego o ok. 0,11 g/cm³ tj. ok. 9 do 10% w warstwie 17—22 cm. Zmniejszyła się równocześnie pojemność kapilarna, zwłaszcza gdy udział orki płytkich w zmianowaniu wynosił 71—86%.

Zastosowanie 71—86% orki płytkich w zmianowaniu spowodowało zmniejszenie zawartości próchnicy, przyswajalnego fosforu i potasu w warstwie gleby od 10 do 20 cm. Zawartość azotu ogólnego oraz odczyn gleby nie podlegały wyraźnym zmianom pod wpływem wprowadzenia orki płytkich.