

STANISŁAW TRZECKI
Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin SGGW

PRÓBA WYZNACZENIA GRANICZNYCH OPORÓW GLEBY I ZAWARTOŚCI POWIETRZA DLA POCZĄTKOWEGO WZROSTU KORZENI NIEKTÓRYCH ROŚLIN UPRAWNYCH (BADANIA WAZONOWE)

Wstęp i przegląd literatury

Tempo wrastania korzeni w glebę uzależnione jest z jednej strony od cech biologicznych rośliny, a z drugiej od warunków środowiska glebowego. O tych ostatnich w głównej mierze decydują takie czynniki, jak potencjał wilgotności gleby (siły ssące), stosunki powietrzne, zbitość oraz ciężar objętościowy gleby (5).

Każdy z wyżej wymienionych może okazać się czynnikiem hamującym względnie całkowicie ograniczającym wzrost korzeni. Dlatego też przy próbie wyznaczenia jedynie granicznych oporów gleby dla wzrostu korzeni pamiętać musimy o zapewnieniu im powietrza i dostępnej wody. Prowadząc badania w naturalnej glebie, zwiększenie jej mechanicznych oporów możliwe jest przez zagęszczenie, co pociąga za sobą zmiany stosunków wodnych i powietrznych (zwiększenie udziału por małych $< 0,2 \mu \phi$ i zmniejszenie udziału por dużych $> 12 \mu$).

Większość publikacji na ten temat wskazuje, że maksymalna zdolność pionowego pokonywania oporów glebowych przez korzenie roślin uprawnych wynosi od 25 do 30 kg/cm² (2, 4, 5). Wrastanie korzeni w glebę uzależnione jest również od wielkości por. Niektórzy twierdzą, że korzenie nie wrastają w pory o średnicy poniżej 138 μ , jako że są one mniejsze niż grubość czapeczki korzeniowej (1).

Korzenie napotykaając na nadmierny opór gleby skręcają się, ulegając równocześnie nawet dwukrotnemu pogrubieniu i częściowej deformacji. (2, 3).

Niższe zaś opory gleby powodują w mniejszym lub większym stopniu zmniejszenie tempa wzrostu korzeni (2, 3, 4). To z kolei nie pozostaje bez wpływu na wzrost i plonowanie roślin. Poniżej przytoczone wyniki traktujemy jako wstępne badania nad reakcją roślin na zbitość gleby.

Badania własne

Celem badań prowadzonych w latach 1968—1969 w Katedrze Ogólnej Uprawy Roli i Roślin SGGW było, w warunkach możliwie najbardziej zbliżonych do naturalnych, wyznaczenie granicznych oporów mechanicznych oraz granicznych zawartości powietrza w glebie dla wzrostu korzeni niektórych roślin uprawnych.

Badanie przeprowadzono w specjalnych wazonach o mocnych ściankach, w których można było uzyskać różne stopnie zagęszczenia gleby. Wazoni te wypełniano materiałem glebowym pochodzącym z warstwy ornej czarnej ziemi średniej. Jej charakterystykę pod względem podstawowych właściwości fizycznych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Niektóre właściwości fizyko-chemiczne warstwy ornej w stanie nienaruszonym, z której wzięto materiał glebowy do napełnienia wazonów

Oznaczone cechy	Wynik oznaczenia
Skład mechaniczny (ozn. met. Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego)	
Części szkieletowych	8,3%
Części ziemistych	91,7%
W tym: o średnicy 1,0—0,1 mm	57,0%
o średnicy 0,1—0,02 mm	23,0%
o średnicy <0,02 mm	20,0%
Porowatość całkowita w stanie luźnym	49,8% obj.
Polowa pojemność wodna przy pF 2,4	15,0% wag.
Wilgotność początku hamowania wzrostu roślin przy pF 3,0	13,2% wag.
Punkt trwałego wędnięcia przy pF 4,2	6,2% wag.
Ciężar właściwy	2,63
Ciężar objętościowy	1,32 g/cm ³
Zawartość próchnicy	2,04%

Materiał glebowy, jak wynika z tabeli 1, jest gliną lekką, silnie spiaszczoną o stosunkowo wysokiej, w warunkach naturalnych, wodnej pojemności polowej (15% wag) oraz ilości wody niedostępnej (6,2% wag). Stosując różną wilgotność gleby przy napełnianiu wazonów (od 7,6 do 14% wag), tj. w granicach między wodną pojemnością polową a punktem trwałego wędnięcia oraz różne siły ucisku: od 1 do 50 kg/cm² w prasie hydraulicznej uzyskiwano różnorodnie stopnie zagęszczenia oraz różnorodną porowatość różnicową, co przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Zmiany stosunków wodno-powietrznych w wazonach przy różnym stopniu zagęszczenia gleby

Zastosowane siły ucisku w kg/cm ²	Wilgotność w % wagowych przy zagęszczeniu:														
	8,6 ^o /o				10,3 ^o /o				13,4 ^o /o						
	ciężar objętościowy g/cm ³	porowatość całkowita w %	pory zajęte wodą w % obj.		ciężar objętościowy g/cm ³	porowatość całkowita w %	pory zajęte wodą w % obj.		ciężar objętościowy g/cm ³	porowatość całkowita w %	pory zajęte wodą w % obj.				
0	1,08	58,5	6,7	1,9	49,9	1,25	53,2	7,8	5,1	40,3	1,14	56,6	7,1	8,2	41,3
1	1,74	38,9	10,8	4,2	23,9	1,79	31,9	11,1	7,3	13,5	1,83	30,4	11,4	13,0	6,0
10	1,92	27,0	11,9	4,6	10,5	1,90	27,7	11,8	7,8	8,1	1,89	28,1	11,7	13,6	2,8
21	1,93	26,6	12,0	4,6	10,0	1,91	27,3	11,9	7,8	7,6	1,90	27,7	11,8	13,7	2,2
32	1,94	26,2	12,0	4,7	9,5	1,96	25,4	12,1	8,1	5,2	1,92	27,0	11,9	14,6	0,5
50	1,95	25,8	12,1	4,7	9,0	2,02	23,1	12,5	8,3	2,3	1,93	26,7	12,0	14,7	0,0

W tabeli tej w trzech kolejnych kolumnach (poziomach wyjściowej wilgotności) podajemy powstałe przy zastosowaniu różnych sił ucisku zmiany w ciężarze objętościowym, porowatości całkowitej oraz w proporcji między porami zajętymi wodą niedostępną, dostępną dla roślin i powietrzem.

Dla przykładu przy zagęszczaniu z siłą 1 kg/cm², jak wynika z tabeli 2, przy wszystkich poziomach wilgotności (tj. 8,6, 10,3 i 13,4) w glebie znajdowała się pewna, wzrastająca wraz z wilgotnością ilość wody dostępnej dla roślin, natomiast objętość powietrza malała gwałtownie — z 23,9% przy najniższym poziomie wilgotności do 6% przy najwyższym. Na tak zagęszczonej glebie w wazonach układano nasiona, które następnie przykrywano 2 cm warstwą luźną tej samej gleby i o tej samej wilgotności.

Do badań wzięto pszenicę ozimą (odm. Żelazna), buraki cukrowe (odm. A J Poly 1) i łubin żółty (odm. Popularny). Doświadczenia przeprowa-

Tabela 3

*Głębokość wrastania korzeni pszenicy ozimej odm. Żelazna
w zależności od wilgotności i stopnia zbitości gleby*

Zastoso- wana siła do za- gęszcze- nia gleby kg/cm ²	Wilgotność gleby w % wagowych		Opory glebowe w kg/cm ²		Średnia liczba wzeszłych roślin w wazonie	Głębokość w cm do jakiej wrastały korzenie w warstwie zbitej
	przy zakła- daniu doświadcz.	przy likwi- dowaniu doświadcz.	powierzch- niowej warstwy luźnej	warstwy zbitej		
1	7,6	7,4	0,5	3,5	5	5,0
	10,8	10,5	0,5	3,4	5	5,0
	14,0	13,7	0,4	3,3	5	5,0
10	7,6	7,4	0,5	8,9	5	5,0
	10,8	10,6	0,5	8,5	5	4,0
	14,0	13,7	0,4	8,1	5	4,0
14	7,8	6,8	0,7	12,2	5	2,0
	10,8	9,7	0,6	12,4	5	4,0
	13,9	12,7	0,5	12,2	5	1,0
21	7,8	7,0	0,6	21,0	5	0,8
	10,8	10,3	0,6	19,5	5	1,0
	13,9	12,0	0,4	18,0	5	0,5
32	8,0	7,5	0,6	28,1	5	0,5
	11,1	10,5	0,5	28,1	5	0
	14,0	13,1	0,4	26,5	5	0
39	7,8	7,2	0,6	37,5	5	0
	10,8	9,5	0,6	36,8	5	0
	13,9	12,0	0,5	34,0	5	0
50	7,6	7,4	0,5	38,1	5	0
	10,8	10,6	0,5	37,2	5	0
	14,0	13,7	0,5	35,5	5	0

Tabela 4

Głębokość wrastania korzeni buraka cukrowego odm. A. J. Poly 1
w zależności od wilgotności i stopnia zbitości gleby

Zastosowana siła do zagęszczenia gleby kg/cm ²	Wilgotność gleby w % wagowych		Opory glebowe w kg/cm ²		Średnia liczba wzeszłych roślin w wazonie	Głębokość w cm, do jakiej wrastały korzenie w warstwie zbitej
	przy zakładaniu doświadcz.	przy likwidowaniu doświadcz.	powierzchniowej warstwy luźnej	warstwy zbitej		
1	7,6	7,4	0,5	3,5	4,0	2,5
	10,8	10,6	0,5	3,3	4,5	3,0
	14,0	13,6	0,5	3,2	4,5	3,5
10	7,6	7,3	0,6	8,6	3	1,2
	10,8	10,6	0,5	8,4	4,5	1,6
	14,0	13,6	0,4	8,1	4,5	2,0
14	7,8	6,8	0,7	12,8	2	1,0
	10,8	9,5	0,7	12,6	2	2,0
	13,9	12,6	0,5	12,3	4	0,6
21	7,8	6,6	0,6	20,5	2	0,5
	10,8	9,7	0,6	20,0	3	0,5
	13,9	12,1	0,5	18,1	4	0,3
32	8,0	7,0	0,5	26,9	2	0,3
	11,1	10,7	0,5	26,4	3,5	0
	14,1	13,1	0,4	25,3	4	0
39	7,8	6,4	0,7	38,1	1	0
	10,8	9,4	0,6	36,9	2	0
	13,9	11,9	0,6	33,8	5	0
50	7,6	7,5	0,5	38,2	3,5	0
	10,8	10,6	0,5	38,0	3,5	0
	14,0	13,7	0,4	38,4	5,0	0

dzono w 2 powtórzeniach. Glebę w wazonach zabezpieczono przed wyparowywaniem wody, przykrywając szczelnie folią polietylenową, którą co pewien czas zdejmowano dla wymiany powietrza.

Niewielkie ubytki wody, jakie powstawały w wazonach, uzupełniano powierzchniowo.

Po kilku tygodniach likwidowano poszczególne serie doświadczeń, wykonując następujące pomiary:

- wilgotność gleby w 2 cm warstwie zbitej pod posianymi nasionami,
- zwięzłość gleby przez mierzenie oporu w kg/cm² stawianego przy wciskaniu iglicy penetrometru,
- głębokość, do jakiej średnio wrastały w warstwę zbitą korzenie wziętych do badań roślin.

Uzyskane wyniki pomiarów ilustrują kolejne tabele 3, 4, 5.

W tabeli 3 podajemy wyniki uzyskane dla pszenicy ozimej odm. Żelazna.

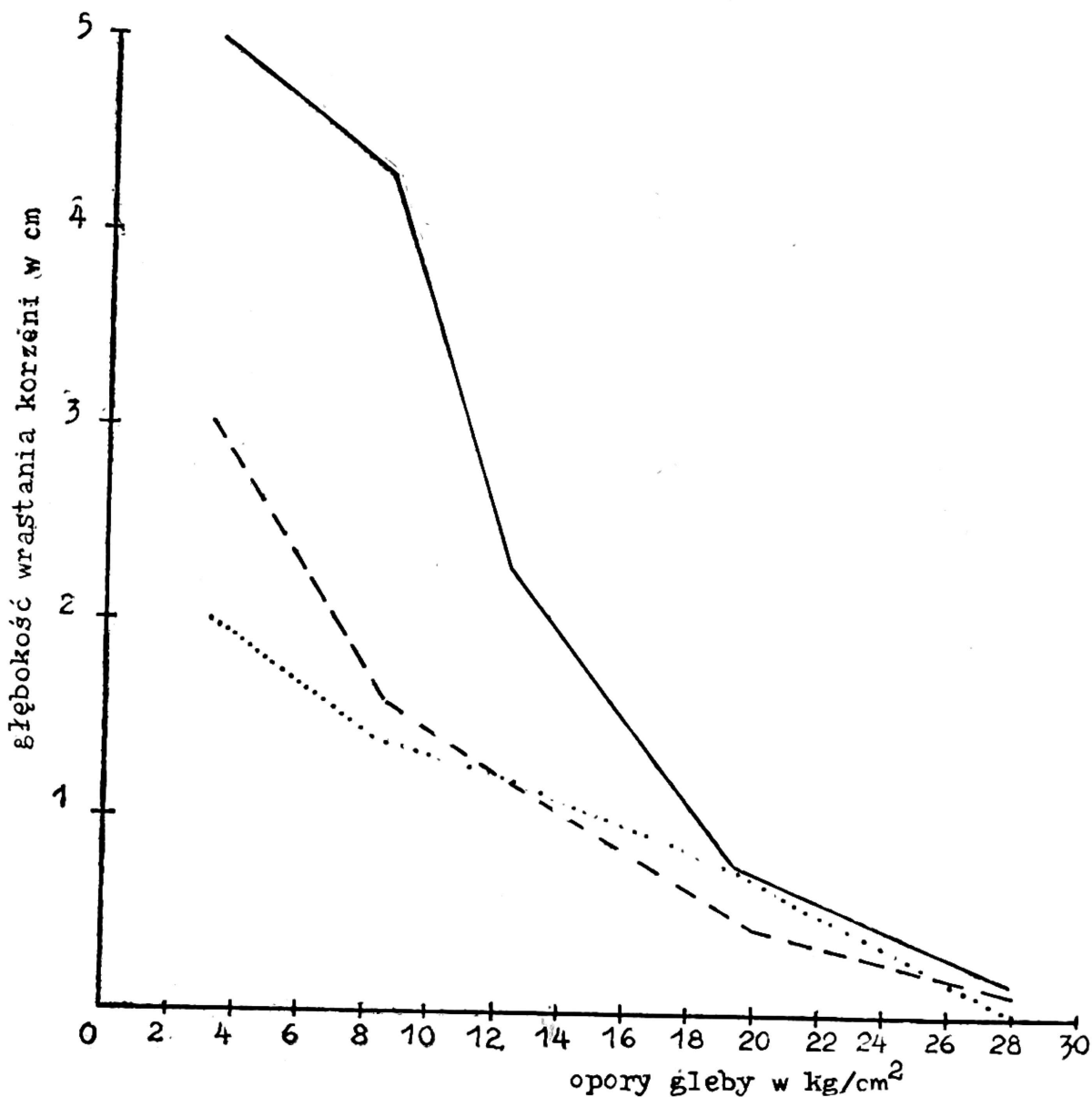
Z tabeli tej wynika, że wraz ze wzrostem zagęszczenia i mechanicznych oporów gleby bez względu na jej wilgotność, ale przy występowaniu wody dostępnej dla roślin, maleje głębokość do jakiej wrastają korzenie. Graniczną jednak wartością dla wzrostu korzeni jest opór mechaniczny ok. 28 kg/cm².

Przy tych oporach mechanicznych, ale zmniejszonej do objętości poniżej 6% zawartości powietrza, korzenie nie wrastają w glebę (wynik z porównania danych tabeli 2 i tabeli 3). Graniczną jednak wartością objętości powietrza dla początkowego rozwoju pszenicy (co uzyskiwano przy mniejszych zbitościach, a zwiększonej wilgotności) jest zawartość 2—3%.

Tabela 5

Głębokość wrastania korzeni tubinu odm. Żółty Popularny w zależności od wilgotności i stopnia zbitości gleby

Zastosowana siła do zagęszczenia gleby kg/cm ²	Wilgotność gleby w % wagowych		Opory glebowe w kg/cm ²		Średnia liczba wzeszłych roślin w wazonie	Głębokość w cm, do jakiej wrastały korzenie w warstwie zbitej
	przy zakładaniu doświadcz.	przy likwidowaniu doświadcz.	powierzchniowej warstwy luźnej	warstwy zbitej		
1	7,6	7,4	0,5	3,5	1,5	1,5
	10,8	10,5	0,5	3,4	2	1,5
	14,0	13,7	0,4	3,0	2,5	3,0
10	7,6	7,5	0,5	8,8	1	1,6
	10,8	10,5	0,4	8,4	1,5	1,7
	14,0	13,8	0,4	8,1	3	1,4
14	7,8	6,3	0,7	12,6	1	1,0
	10,8	9,8	0,6	12,5	1	2,0
	13,9	12,8	0,6	12,0	2	0,5
21	7,8	6,7	0,8	20,1	1	0,5
	10,8	9,8	0,7	20,0	1	1,0
	13,9	11,9	0,5	18,1	1	0,5
32	8,0	6,4	0,6	27,6	1	0
	11,1	10,0	0,5	26,6	1	0
	14,0	12,0	0,4	25,3	1,5	0
39	7,8	6,3	0,7	37,4	1	0
	10,8	9,4	0,7	36,7	1	0
	13,9	12,1	0,4	36,1	1	0
50	7,6	7,4	0,5	38,9	1,5	0
	10,8	10,5	0,5	38,3	1,5	0
	14,0	13,8	0,4	36,5	3,5	0



Wykres. Wpływ stopnia zwięzłości gleby na głębokość wrastania korzeni niektórych roślin (średnio po 3 tygodniach)

Analogiczne dane uzyskano dla wzrostu korzeni buraka cukrowego, co przedstawiono w tabeli 4.

Wyniki jednak, jakie uzyskano dla trzeciej z badanych roślin, tj. łubinu żółtego (tab. 5), choć zbliżone do poprzednich są o tyle mniej miarodajne, że w prowadzonych doświadczeniach uzyskiwano słabe wschody. Zamiast 4 do 5 roślin na wazon uzyskiwano w większości wypadków po 1—2 rośliny łubinu.

Z otrzymanych wyników, zamieszczonych w tab. 3, 4 i 5 sporządzono wykres, który przedstawia graficznie zależność między zwięzłością gleby a głębokością wrastania korzeni badanych roślin (średnie z 3 poziomów wilgotności).

Jak z niego wynika, tempo wrastania korzeni gwałtownie maleje wraz ze wzrostem zwięzłości. Szczególnie wyraźnie zjawisko to występuje u pszenicy ozimej, która — sądząc na podstawie przeprowadzonych po-

miarów — ma najprawdopodobniej szybszy wzrost korzeni w początkowych fazach niż buraki i łubin.

Reasumując powyżej przytoczone dane należy stwierdzić, że graniczną wartością mechanicznych oporów glebowych dla wzrostu korzeni pszenicy ozimej i buraków cukrowych przy zapewnieniu ok. 5—6% powietrza jest opór wynoszący około 28 kg/cm².

Graniczną zaś wartością powietrza w pierwszych fazach ich wzrostu na glebach niezbyt silnie zagęszczonych jest 2—3% jego objętości.

LITERATURA

1. Aubertin G. M., Kardos L. T.: Root growth through porous media under controlled conditions 1. Effect of pore size and rigidity Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 1965, 290—293.
2. Barley K. P.: Influence of soil strength on growth of roots. Soil Sci. 1963, vol 96, nr 3, s. 175—180.
3. Słowik K.: Wpływ wielkości przestworów glebowych na głębokość wrastania korzeni siewek Antonówki. Prace Instytutu Sadownictwa. T. XI 1967 r.
4. Taylor H. M., Gardner H. R.: Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content and strenght of soil. Soil. Sci. 1963, vol. 96, nr 3, s. 153—156.
5. Taylor H. M., Roberson G. M., Parker I. I.: Soil strength — root penetration relations for medium to coarse — textured soil materials. Soil. Sci. 1966, vol. 102, nr 1, s. 18—22.