

ZALEŻNOŚĆ ZWIĘZŁOŚCI OD WILGOTNOŚCI GLEBY GLINIASTEJ  
O RÓŻNYM ZAGĘSZCZENIU

J. Lipiec, S. Tarkiewicz

Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie

Stosowanie w coraz większym zakresie maszyn rolniczych w pracach polowych powoduje wzrost gęstości gleby i związanej z nią zmiany innych właściwości fizycznych warunkujących rozwój roślin. Spośród tych właściwości duże znaczenie ma związłość jako wskaźnik oporu mechanicznego gleb dla wzrostu korzeni roślin [2, 5, 8]. Wpływ gęstości na związłość gleby zależy od ich składu granulometrycznego i wilgotności. Wykazano [4], że zależność związłości od gęstości zaznacza się w glebie piaszczystej bardziej przy niższych wilgotnościach niż w glebie lessowej.

Niektórzy autorzy [6] podają, że w badaniach porównawczych związłości gleb pomiary najlepiej wykonywać przy jednakowych wilgotnościach bliskich polowej pojemności wodnej. W innej pracy wskazano, że związłość gleby winna być mierzona przy niższych wilgotnościach, przy których ogranicza wzrost korzeni roślin [1]. Celem pracy było porównanie wpływu różnych gęstości gleby płowej wytworzonej z gliny na zmiany jej związłości w szerokim przedziale uwilgotnienia.

## METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w glebie płowej wytworzonej z gliny ciężkiej o składzie granulometrycznym i właściwościach fizykochemicznych przedstawionych w tabeli 1. Glebę o różnej gęstości do badań zwięzłości uzyskano na poletkach: bez przejazdów ciągnika oraz z 1 i 4 przejazdami. Pobrano ją do cylindrów w 12 powtórzeniach z warstw 5-15 i 20-30 cm. Uzyskano następujące przedziały gęstości gleby: 1383-1418 (średnia 1400 kg/m<sup>3</sup>): 1596-1605 kg/m<sup>3</sup> (śr. 1600) i 1671-1691 kg/m<sup>3</sup> (śr. 1680) w warstwie 5-15 cm oraz 1601-1610 kg/m<sup>3</sup> (śr. 1605): 1697-1709 kg/m<sup>3</sup> (śr. 1703) i 1722-1739 kg/m<sup>3</sup> (śr. 1730) w warstwie 20-30 cm. Zwięzłość mierzono zwięzłościomierzem laboratoryjnym z sondą o średnicy stożka 3,8 mm i kącie wierzchołkowym 30°C przy różnych wilgotnościach gleby. Badania przeprowadzono w latach 1981-1983.

T a b e l a 1

Skład granulometryczny i niektóre właściwości fizyczne i fizykochemiczne badanej gleby

Warst- wa (cm)	% zawartość frakcji granulometrycznych mm				Powie- rchnia właści- wa m <sup>2</sup> /g	Zawar- tość próch- nicy %	Zawar- tość Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	pH w KCl	Zawar- tość CaCO <sub>3</sub> %
	1-0,1	0,1- 0,02	<0,02	<0,002					
5-15	29	19	52	18	112,8	2,20	1,28	5,5	0,17
20-30	27	21	52	19	100,7	0,90	1,48	5,7	0,14

T a b e l a 2

Rozkład agregatów w badanej glebie o różnej gęstości

Gęstość gleby kg/m <sup>3</sup>	Udział agregatów o średnicy równoważnej w %						
	> 7	7-5	5-3	3-1	1-0,5	0,5-0,25	< 0,25
1400	18,4	10,6	9,1	25,4	25,5	4,7	6,1
1600	35,4	10,6	8,9	22,5	9,6	6,1	6,9
1681	42,8	13,0	10,4	19,0	7,4	3,7	3,7

Uzyskane zależności między zwięzłością (w MPa) i wilgotnością (w % wagowych) przy różnych gęstościach (w kg/m<sup>3</sup>) opisano za pomocą współczynników korelacji, równań regresji na rycinach 1 i 2.

Skład agregatowy gleby w stanie powietrznie suchym oznaczono w laboratorium przy użyciu zestawu sit o średnicy oczek 7, 5, 3, 1, 0,5 i 0,25 mm.

Długość korzeni jęczmienia jarego w fazie strzelania w źdźbło określono na podstawie liczby przecięć korzeni (zawartych w próbach glebowych o objętości 100 cm<sup>3</sup>) z bokami siatki o wymiarach 2 x 2 cm zaznaczonej na płycie z pleksiglasu (3). Ocenę systemu korzeniowego przeprowadzono w 8 powtórzeniach w roku 1983.

#### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Porównanie wyników badań z warstwy 5-15 cm wykazuje, że wpływ badanych gęstości gleby na zwięzłość zależy od stopnia jej uwilgotnienia (rys. 1 a b c). Zmniejszenie zawartości wody w przedziale od stanu bliskiego nasycenia gleby wodą do wilgotności około 13-14% wagowych, a więc poniżej polowej pojemności wodnej (tab. 3) powodo-

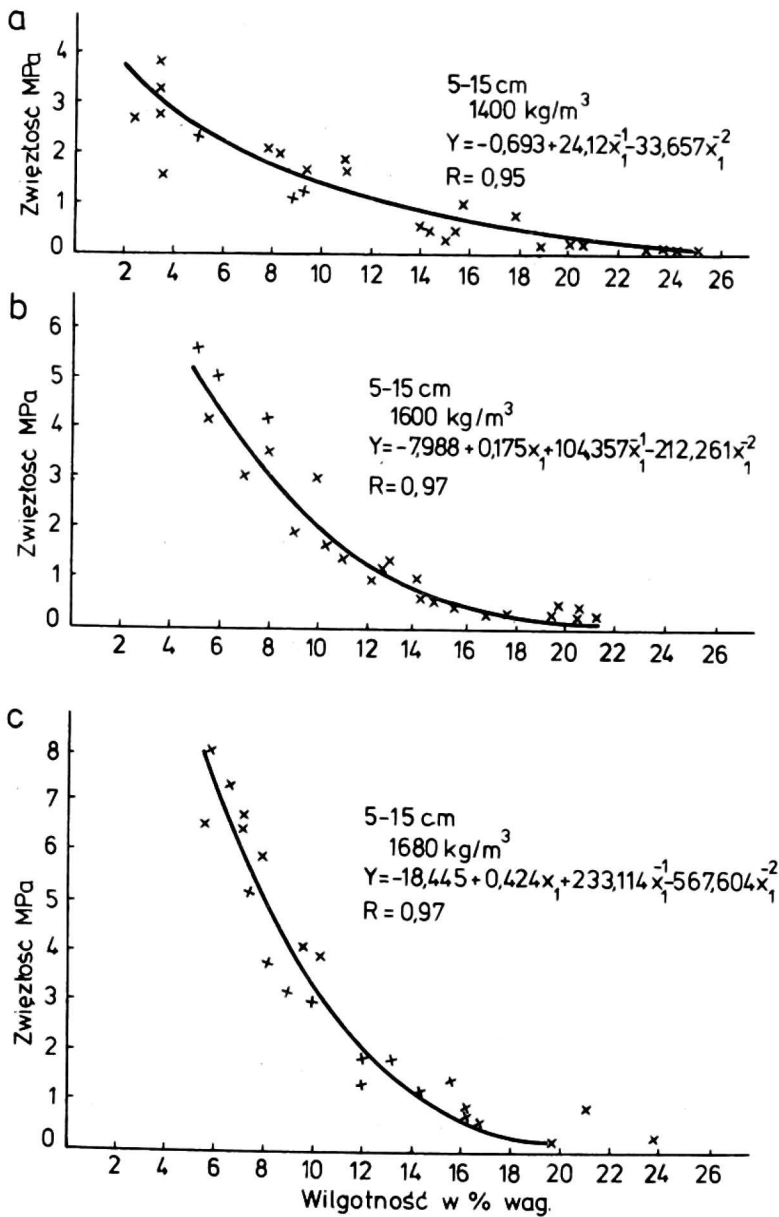
T a b e l a 3

Wilgotność (w % wagowych) badanej gleby przy różnych ciśnieniach ssących w zależności od jej stopnia zagęszczenia

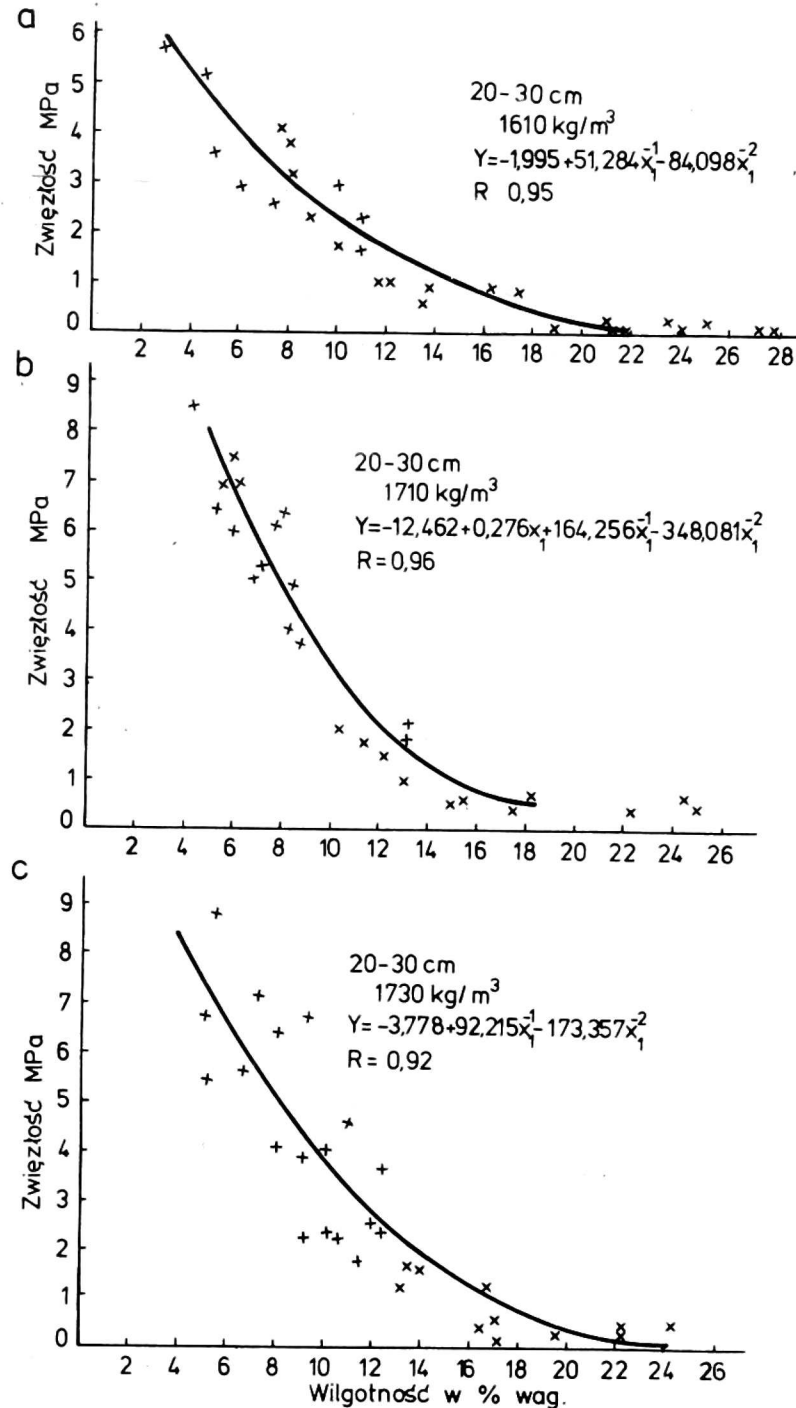
Głębokość cm	Gęstość gleby kg/m <sup>3</sup>	Ciśnienie ssące (hPa)					
		0	39 (pF 1,8)	98 (pF 2,0)	155* (pF 2,2)	2451 (pF 3,4)	15543 (pF 4,2)
5-15	1400	27,1	21,7	21,0	19,8	11,6	7,6
	1600	22,5	18,5	18,5	19,2	-	-
	1681	21,2	17,8	18,1	18,8	-	-
20-30	1605	23,9	20,5	19,0	18,5	8,8	6,5
	1703	21,4	18,3	17,9	17,6	-	-
	1730	20,5	17,8	17,5	17,1	-	-

\*Ciśnienie bliskie połowej pojemności wodnej.

wało nieznaczne zmiany zwięzłości, niezależnie od gęstości gleby. W tym przedziale wilgotności zwięzłość nie przekraczała wartości 1 MPa. Przy dalszym zmniejszaniu się wilgotności wystąpiło wyraźne zróżnicowanie zwięzłości gleby w zależności od stopnia jej zagęszczenia. Jednakowy spadek zawartości wody powodował większy wzrost zwięzłości gleby przy wyższej jej gęstości. Na przykład przy wilgotności 6% wagowych wynosiła ona w glebie o gęstości 1400 kg/m<sup>3</sup> 2,1 MPa, podczas gdy w glebie zagęszczonej do gęstości 1600 i 1680 kg/m<sup>3</sup> odpowiednio 5,2 i 8,4 MPa. Podobnie w warstwie 20-30 cm (rys. 2 a b c) zwięzłość gleby w miarę jej wysychania zwiększała się w większym stopniu wraz ze wzrostem gęstości gleby, przy czym wartości bezwzględne zwięzłości przy tej samej zawartości wody były większe niż w warstwie 5-15 cm. Wynikało to z większych gęstości



Rys. 1. Zależność zwięzłości od wilgotności gleby gliniastej o różnym stopniu zagęszczenia w warstwie 5-15 cm



Rys. 2. Zależność zwięzłości od wilgotności gleby gliniastej o różnym stopniu zagęszczenia w warstwie 20-30 cm

gleby w warstwie 20-30 cm.

Na wzrost zwięzłości gleby wraz ze wzrostem jej gęstości wpływa nie tylko ściślejsze ułożenie cząstek glebowych, ale także wielkość agregatów. Dane w tabeli 2 wykazują, że gleba bardziej zagę-

szczona charakteryzuje się większym udziałem agregatów dużych o średnicy równoważnej  $> 7$  mm i mniejszym udziałem agregatów o średnicy  $3-0,5$  mm. Duże agregaty o średnicy większej od średnicy stożka zwięzłościomierza mogą wpływać na zwiększenie wartości mierzonej zwięzłości. Również Maertens [7] wykazał, że gleba złożona z małych agregatów może osiągać niski poziom zwięzłości charakterystyczny dla piasków.

Niezależnie od stopnia zagęszczenia gleby otrzymane zależności między zwięzłością i wilgotnością mają kształt krzywoliniowy (rys. 1, 2). Wynika on przede wszystkim z faktu, że zmiany zwięzłości w przedziale wysokich wilgotności są nieznaczne. W innych pracach omawiana zależność przebiegała według prostej, ale zwięzłość mierzono w węższym przedziale wilgotności (1, 5).

Jak podano w niektórych pracach, wzrost korzeni roślin ograniczany jest przy zwięzłości  $2-2,5$  MPa (2,8). W przeprowadzonych badaniach wartości te w glebie o gęstości  $1400 \text{ kg/m}^3$  zostały przekroczone w warstwie  $5-15$  cm przy wilgotności około 5% wagowych, podczas gdy w glebie o gęstości  $1600$  i  $1680 \text{ kg/m}^3$  odpowiednio przy wilgotności 9,0 i 11,3%. Warto zwrócić uwagę, że zwięzłość gleby zagęszczonej osiąga wartość krytyczną w zakresie wody dostępnej dla roślin (tab. 3) i z tego względu może być ona w tej glebie istotnym czynnikiem ograniczającym wzrost korzeni.

Jak wynika z tabeli 4 średnia długość korzeni w  $\text{cm/cm}^3$  gleby zmniejsza się w warstwie  $5-15$  cm wraz ze wzrostem gęstości gleby, przy czym zmniejszenie się długości korzeni było większe przy wzroście gęstości gleby od  $1600$  do  $1680 \text{ kg/m}^3$  niż w zakresie od  $1400$  do  $1600 \text{ kg/m}^3$ .

T a b e l a 4

Średnia długość korzeni jęczmienia w zależności od stopnia zagęszczenia badanej gleby

Głębokość cm	Gęstość gleby kg/m <sup>3</sup>	Długość korzeni cm/cm <sup>3</sup> gleby
	1400	1,75
5-15	1600	1,63
	1680	1,14
	1605	0,45
20-30	1703	0,41
	1730	0,35

W warstwie 20-30 cm wpływ gęstości gleby na długość korzeni zaczął się w mniejszym stopniu niż w warstwie 5-15 cm ( tab. 4).

#### PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki badań wykazały, że wpływ różnych gęstości gleby gliniastej na jej zwięzłość zależy od stopnia uwilgotnienia . W zakresie wilgotności od stanu bliskiego nasycenia gleby wodą do wilgotności nieco poniżej połowej pojemności wodnej zwięzłość zmieniała się nieznacznie, niezależnie od gęstości gleby. Przy niższych wilgotnościach wystąpił natomiast znaczny wzrost zwięzłości gleby. Jednocześnie przy jednakowych wilgotnościach zwięzłość zwiększała się istotnie wraz ze wzrostem gęstości gleby. Wzrost gęstości gleby powodował zwiększenie udziału agregatów dużych o średnicy równoważnej  $> 7$  mm oraz zmniejszenie udziału agregatów o średnicy 3-0,5 mm.



Średnia długość korzeni jęczmienia jarego w  $\text{cm/cm}^3$  gleby zmniejszała się wyraźnie wraz ze wzrostem gęstości gleby.

## LITERATURA

1. Ayres K.W., Button R.G., De Jong E.: Soil morphology and soil physical properties. II. Mechanical impedance and moisture retention and movement. *Can. J. Soil Sci.*, 1973, 53, 9-19
2. Barley K.P., Greacen E.L.: Mechanical resistance as a soil factor influencing the growth of roots and underground shoots. *Adv. Agron.*, 1967, 19, 1-43.
3. Bohm W.: Methods of studying root systems. *Ecol. Stud.*, 1979, 33, 132-134.
4. Dechnik I., Lipiec J., Tarkiewicz S.: Dependence of the penetration resistance on the water content of sandy soil compacted by tractor wheels. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 304, 1985, 39-46
5. Ehlers W.: Penetrometer soil strength and root growth in tilled and untilled loess soil. *Proc. 9th, Conf. ISTRO Osijek*, 1982, 458-463.
6. Kuipers H.: Water content at pF 2,0 as a characteristic in soil cultivation research in the Netherland. *Neth. J. Agric. Sci.*, 1961, 9.
7. Maertens C.: La resistance mécanique des sols a la pénétration: ses facteurs et son influence sur l'enracinement. *Ann. Agron.* 1964, 15, 539-554.
8. Taylor H.M., Roberson G.M., Parker J.: Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. *Soil Sci.* 1966, 102, 1, 18-22.

Е. Липец, С. Таркевич

ЗАВИСИМОСТЬ СВЯЗНОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ ГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ  
РАЗЛИЧНОГО УПЛОТНЕНИЯ

Р е з ю м е

Исследовали влияние различных плотностей бурой почвы, образованной из тяжелой глины, на изменения ее связности в широком диапазоне



влажности, а также на распределение почвенных агрегатов и длины корней ярового ячменя. Связность измеряли в лаборатории пружинным плотнометром (конус диаметром 3,8 мм и с вершинным углом  $30^{\circ}$ ).

В диапазоне влажности от состояния, близкого насыщению почвы водой, до влажности несколько ниже полевой водоемкости связность менялась незначительно, независимо от плотности почвы. При низших же влажностях отмечился значительный рост связности почвы. Одновременно при одинаковых влажностях связность увеличивалась существенно с ростом плотности почвы. Рост плотности почвы вызывал увеличение доли больших агрегатов диаметром 7 мм, а также уменьшение доли агрегатов диаметром 3-0,5 мм. Средняя длина корней ярового ячменя в см/см<sup>3</sup> уменьшалась с ростом плотности почвы.

J. Lipiec, S. Tarkiewicz

RELATIONSHIP BETWEEN THE PENETRATION RESISTANCE  
AND THE WATER CONTENT OF LOAMY SOIL AT VARIOUS DENSITIES

S u m m a r y

The influence of various densities of brown soil on its penetration resistance in wide range of soil moisture content, aggregate size-distribution and root length of barley was investigated. The penetration resistance was measured in the laboratory with a spring penetrometer (cone diameter 3,8 mm,  $30^{\circ}$  vertical angle). In the range of soil water content close to the field capacity, the penetration resistance was low and remained almost unchanged. However, at lower soil moisture contents, a marked increase in the penetration resistance occurred. At the same low moisture content the penetration significantly increased with an increase in soil

density. Soil of higher density was characterized by greater contribution of large aggregates in diameter  $> 7$  mm and smaller contribution of those 3,0-0,5 mm in diameter. Average root density of barley in  $\text{cm}/\text{cm}^3$  of soil decreased as soil density became higher.