

## Ważniejsze właściwości gleb wpływające na warunki rozwoju mechanizacji

C. ŚWIĘCICKI, J. SIUTA, J. SIENKIEWICZ, S. TRZECKI,  
J. KIERSNOWSKI

*Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej SGGW*

Właściwości fizyczne gleb jak wiadomo wywierają znaczny wpływ na poruszające się maszyny i narzędzia rolnicze w terenie. Gleby uprawne zostały zgrupowane wg właściwości fizycznych, przy czym wydzielono trzy kompleksy gleb [10].

1. Gleby płowe i brunatne. Do tej grupy zaliczane są również rankery, gleby rdzawe, jak również mady i rędziny brunatne. Gleby te zawierają do 2% próchnicy.

2. Gleby czarnoziemne. Należą do nich czarnoziemy oraz rędziny, pararedziny i mady czarnoziemne. Zawierają one najczęściej 2-4% próchnicy.

3. Uprawne gleby bagienne. Gleby te zawierają najczęściej ponad 15% próchnicy.

Wymienione kompleksy gleb mineralnych (1 i 2) podzielono na 3 gatunki wytworzone z różnych rodzajów skał macierzystych. Podział ten został oparty na składzie mechanicznym. W szczególności został on uzależniony od zawartości części spławialnych (podział tradycyjny) oraz części koloidalnych. Zawartość części koloidalnych stanowi warunek decydujący dla klasyfikacji tych utworów. Gleby lekkie zawierają w warstwach ornych do 20% części spławialnych  $< 0,02$  mm  $\varnothing$  oraz do 10% części koloidalnych 0,002 mm. Wytworzyły się one z piasków, utworów pyłowych przeważnie zwykłych oraz z glin różnego pochodzenia, najczęściej lekkich. Gleby średnie zawierają w warstwach ornych 20-35% części spławialnych  $< 0,02$  mm oraz 10-20% części koloidalnych  $< 0,002$  mm. Wytworzyły się one z glin, ilów i utworów pyłowych. Gleby ciężkie zawierają w warstwach ornych ponad 35% części spławialnych  $< 0,02$  mm oraz ponad 20% części koloidalnych  $< 0,002$  mm. Wytworzyły się one z glin przeważnie ciężkich lub utworów pyłowych i ilastych. Gleby bagienne (kompleksowe) zostały podzielone na:

- (a) torfowe niskie — najczęściej są to torfy dolinowe,
- (b) murszowe,
- (c) mułowo-torfowe.

Klasyfikacja gleb wg cząstek koloidalnych stanowi pewne nowum w glebo-

znawstwie polskim, jednakże takie ujęcie dla celów mechanizacji było konieczne ze względu na to, że dotychczas stosowana klasyfikacja w PTG wg cząstek spławialnych, niezbyt precyzyjnie charakteryzuje właściwości badanych gleb. Dla charakterystyki zakresów zmienności mających wpływ na czynności mechanizacyjne zostały uwzględnione niżej podane właściwości fizyczne gleb.

Ciężar objętościowy charakteryzuje się w glebach znaczną dynamiką. W glebach mineralnych waha się on najczęściej 1,1-1,8 g/cm<sup>3</sup>. Na podstawie ciężaru objętościowego ustalono stopień zbitości gleby. Gleby bardzo pulchne i pulchne są najczęściej glebami „organicznymi”. Według licznych autorów gleby o układzie normalnie zwięzłym są najodpowiedniejsze dla uprawy buraka cukrowego

Tabela 1

Stopień zbitości gleby według ciężaru objętościowego

Ciężar objętościowy g/cm <sup>3</sup>	Stopień zbitości gleby (układ)
< 0,9	układ bardzo pulchny
0,9-1,1	układ pulchny
1,1-1,3	układ normalnie zwięzły
1,3-1,5	układ słabo zbity
1,5-1,7	układ zbity
1,7-1,9	układ silnie zbity
1,9-2,1	układ bardzo silnie zbity

(1, 2) i ziemniaka (1,1-1,3). Natomiast gleba słabo zbita dla roślin zbożowych. Wymienione liczby graniczne nie są jednak jednoznaczne wg różnych autorów. Należy zaznaczyć, że oznaczenia ciężaru objętościowego w znacznym stopniu są związane z czasem pobierania próbek w stosunku do wykonywanej mechanicznej uprawy gleby. Ponadto gleby zbite stawiają duży opór dla wzrostu korzeni roślin, a silnie zbite prawie uniemożliwiają przenikanie korzeni w głąb.

Tabela 2

Ocena ciężaru objętościowego gleb gliniastych i ilastych wg Kaczyńskiego [3]

Ciężar objętościowy	Ocena	Ciężar objętościowy	Ocena
< 1,0	gleba pulchna, zasobna w substancję organiczną np. darń w glebach uprawnych. To samo zamrażnięta wilgotna gleba w warstwie ornej	1,2	rola zagęszczona
		1,3-1,4	rola silnie zagęszczona
		1,4-1,6	typowe dla warstw podornych różnych gleb
		1,6-1,8	silnie zagęszczone podorne warstwy przeważnie gleb bielcowych i sołodzi oraz czerwonoziemów
1,0-1,1	typowy w glebie o dobrej kulturze w świeżo oranej glebie		

Znaczniejsze zagęszczanie gleb występuje zwykle w wierzchnich częściach poziomów podakumulacyjnych na skutek ugniatającego działania narzędzi rolniczych oraz w dolnej części poziomu Ap (podeszwa podłużna). Stosunkowo niskie ciężary objętościowe i mały stopień zagęszczenia wykazują gleby wytworzone z lessów (czarnoziemy i gleby brunatne) oraz rędziny kredowe. Są to korzystne układy dla uprawy buraków cukrowych, ale zbyt niskie często dla roślin zbożowych. Ciężar objętościowy gleb organicznych jest znacznie niższy od gleb mineralnych, waha się on w granicach 0,045-1,200 (najniższy ciężar objętościowy mają torfy wysokie, a najwyższe gleby mułowe).

Ciężar właściwy gleb wykazuje w poziomach akumulacyjnych gleb mineralnych stosunkowo małą zmienność (2,40-2,70 g/cm<sup>3</sup>). Natomiast w glebach bagiennych ciężar właściwy wykazuje stosunkowo dużą zmienność i waha się w granicach 1,35-2,70. Ciężar właściwy oznaczamy ze wzoru na obliczanie porowatości gleb: za pomocą piknometru powietrznego:

$$P_o = \frac{C_w - C_o}{C_w} 100\%,$$

gdzie:

- $P_o$  — porowatość gleby,  
 $C_w$  — ciężar właściwy,  
 $C_o$  — ciężar objętościowy.

Porowatość ogólna jest to suma wszystkich porów glebowych wypełnionych wodą i powietrzem niezależnie od ich wielkości. W świetle nowych danych z literatury optymalne porowatości gleby są następujące: dla buraka cukrowego 54-58%, dla ziemniaka 58-62%, a dla pszenicy ozimej 41-44%. Zgodnie z powyższym najlepsze dla uprawy buraka cukrowego są rędziny, czarnoziemy, niektóre czarne ziemie i gleby brunatne wytworzone z lessów oraz gleby płowe

Tabela 3

Optymalne zagęszczenie gleby dla rozwoju

Roślina	Gleba	Optymalny ciężar objętościowy g cm <sup>3</sup>	Autor
Len		1,23-1,3	Korolewa [5] Bieniediczuk
Buraki cukrowe		1,5	Vimaltal
Buraki cukrowe	czarnoziemna	1,1-1,2	Stranak [5]
Żyto	czarnoziemna	1,24-1,50	Stranak [5]
Pszenica ozima	czarnoziemna	1,46-1,54	Stranak [5]
Owies	czarnoziemna	1,53-1,63	Stranak [5]
Jęczmień jary	czarnoziemna	1,5	Stranak [5]
Ziemniaki	czarnoziemna	1,0-1,1	Wisser [5]

wytworzone z utworów pyłowych i glin zwałowych. Inne gleby wymagają intensywnego przygotowania układu gleby poprzez zabiegi agrotechniczne.

Według danych Veimeyera i Hendricksona [10] dla niektórych gleb krytyczne porowatości wynoszą 32-36% a dla innych (gliniastych) 26-40%. Jak z tego wynika liczby graniczne są zależne od typu i rodzaju gleby. W glebach jak wiadomo przy zmniejszeniu się aktywności biologicznej występuje skłonność do kompaktacji (zagęszczania) i zmniejszania się porowatości gleby. Zjawisko to występuje szczególnie wyraźnie w poziomach brunatnienia gleb brunatnych oraz w poziomach wymycia i wmycia gleb bielcowych i wmycia gleb płowych, jak również w poziomach pseudoglejowych i glejowych, które nakładają się często na poziomy przemywania i wmywania. Poziomy te występują jak wiadomo w podglebiu. Zmniejszanie się porowatości i zwiększanie się zagęszczenia gleb związane są z rozkładem sił występujących na granicy faz. Związane to jest bezpośrednio z polaryzacją cząsteczek wody jak również z występowaniem w glebie układów koloidalnych, zjawiskami sorpcji itp. Aktywność biologiczna gleby przeciwstawia się tym zjawiskom jest to jeden z powodów, że w warstwach ornych występuje w profilu największa porowatość gleby. Utwory drobno pyłowe np. lessy mają z reguły większą porowatość niż piaski średnio czy grubo ziarniste. Kaczyński [3, 4] ocenia porowatość gleb zgodnie z tabelą 4.

Tabela 4

Ocena porowatości gleb wytworzonych z glin i ilów wg Kaczyńskiego [3]

Porowatość ogólna w okresie wegetacyjnym %	Ocena rolnicza
25-40	typowa dla zbitych poziomów iluwialnych
40-50	zbyt niska niewystarczająca dla warstwy ornej
50-55	wystarczająca dla warstwy ornej
55-65	warstwa orna w kulturze — bardzo dobra
Ponad 70	gleba pulchna nadmiernie porowata

Porowatość różnicowa. Stosunki powietrzno-wodne w glebie, bardziej od porowatości ogólnej, charakteryzuje porowatość różnicowa. Szczególnie zmniejszenie się zawartości porów dużych wypełnionych powietrzem pod wpływem kompresji mechanicznej (tab. 5) świadczy o potrzebie kontrolowania tego wskaźnika. Wyróżnia się pory duże  $> 8,5 \mu$ , które przy pojemności wodnej połowej są wypełnione powietrzem  $8,5-0,2 \mu$  pory średnie, które przy pojemności wodnej połowej są wypełnione wodą dostępną dla roślin, oraz  $< 0,2 \mu$  pory drobne wypełnione wodą fizjologicznie nieużyteczną. Gleby zawierające zbliżoną do siebie zawartość trzech wymienionych rodzajów porów należą do tzw. normalnie przepuszczalnych. Są one umiarkowanie przepuszczalne. Po największych ulewach obsychają, na trzeci lub czwarty dzień możliwe jest przy-

Tabela 5

Zmiany porowatości dyferencjalnej gleb pod wpływem ugniatającego działania maszyn rolniczych [7]

Miejscowość	Gleba	Ugniatana (+) Nieugniatana (-)	Głębokość cm	Porowatość ogólna	Porowatość różnicowa w % porowatości ogólnej			
					średnica porów glebowych, $\mu$			
					50	50-8,5	8,5-0,2	< 0,2
Dąbrowice	płowa średnia wytworzona z gliny zwałowej lekkiej	-	0—10	46,8	39,5	19,3	32,7	8,4
		+		30,9	18,4	16,2	49,2	16,6
Skierniewice	płowa średnia wytworzona z gliny zwałowej lekkiej	-		49,4	40,7	8,1	43,1	8,1
		+		31,1	12,9	9,9	59,5	17,6
Sinołęka	płowa ciężka wytworzona z glin średnich i ciężkich	-		48,0	51,9	6,3	21,6	20,2
		+		28,1	8,0	4,5	40,5	47,0
Nowa Wieś	czarna ziemia średnia wytwo- rzona z utworów pyłowych	-		49,8	32,3	16,5	39,3	11,9
		+		35,0	4,6	22,0	51,4	22,0

stąpienie do robót polowych. Gleby zawierające nadmierne ilości porów dużych są zbyt przepuszczalne i słabo retencyjne w stosunku do wody, natomiast gleby zawierające duże ilości porów średnich i drobnych stwarzają warunki złej przepuszczalności. Przytoczone w tabeli 5 zmiany porowatości różnicowej występują często np. na skutek poruszania się ciężkich agregatów służących do opryskiwania sadów.

Zwięzłość gleb mierzy się na rozklinowywanie, kruszenie i zsuw. Zależy nie tylko od składu mechanicznego, zawartości próchnicy, aktywności biologicznej ale przede wszystkim od wilgotności. Opierając się na badaniach Atterberga [2], Bavera [1] i innych, zaproponowano oznaczać zwięzłość gleb w stanie konsystencji przy pojemności wodnej polowej (PWP) — optymalnej dla wzrostu roślin i uprawy oraz przy zawartości wilgoci odpowiadającej trwałem punktowi (PWT) wędnięcia roślin. Zależnie od konsystencji gleby występuje różna zwięzłość, która wyraża się stawianiem oporu pracującym w glebie narzędziom. Krzywa wyrażająca tę zależność stanowi parabolę drugiego stopnia. Zwięzłość gleb na kruszenie znacznie się waha i wynosi 10—2000 N/cm<sup>2</sup>, opór stawiany narzędziom poruszającym się w glebie tzw. opór właściwy określonej gleby ( $P$ ), wg wzoru empirycznego [4, 9] wynosi:

$$P = P_1 + R_x(a - b)$$

gdzie:

- $P_1$  — średni opór właściwy badanych gleb oznaczony dynamometrem,  
 $R_x$  — współczynnik regresji oporu właściwego zależny od zwięzłości gleby,  
 $a$  — opór gleby na rozklinowywanie w określonym częstym przypadku, dla którego jest oznaczony opór właściwy gleby,  
 $b$  — średni opór gleby na rozklinowywanie odpowiadające oporowi właściwemu gleb  $P_1$ .

Poza tym oznacza się liczbę plastyczności, lepkość w stosunku do drzewa i do metali przy (PWP), przepuszczalność (współczynnik), przewodnictwo wodne gleby, zawartość gruzełków wodoodpornych, ilość dni w roku z temperaturą średnią dzienną powyżej 15°C na głębokości 10 cm, ciepło właściwe, współczynnik przewodnictwa cieplnego oraz albedo gleby.

Właściwości powietrzne gleby: wydzielanie CO<sub>2</sub> w okresie wegetacyjnym oraz dyfuzja tlenu ODR (*Oxygen Diffusion Rate*) [6, 8, 9] świadczą o aktywności biologicznej gleby. Liczby graniczne są związane również w znacznym stopniu z rodzajem roślinności.

#### LITERATURA

1. Baver L.D., 1956. Soil physics. 3 wyd. John Wiley and Sons, New York.
2. Fiedler H. J., 1961. Die Untersuchung der Böden. S. 235. Verl. Steinkopff. Dresden-Leipzig.
3. Kaczyński N. A., 1965. Fizyka poczwy. Wyd. Wyższaja Szkoła, Moskwa.
4. Kaczyński N.A., 1962, Roczn. glebozn. T. XII, s. 61-83.
5. Kunze A. Kaiser M., Stranak A., 1966. Albrecht-Thaer-Archiv. T. 10, z. 10, s. 927-938.
6. Musierowicz A., Święcicki C., 1968. Gleboznawstwo melioracyjne ogólne. Wyd. SGGW.
7. Słowik K., 1967. Roczn. glebozn. T. XVII, s. 253-280.
8. Święcicki C., 1968. Zesz. probl. Post. Nauk rol. Z. 77a, s. 241-242.
9. Święcicki C., 1969. Fizyka gleby. (Maszynopis).
10. Święcicki C., Siuta J., Sienkiewicz J., Trzecki S., Kiersnowski J., 1971. Wartości graniczne cech środowiska przyrodniczego wiążących się z pracą maszyn rolniczych. Z. 1, s. 8-16. Warszawa, PWN.
11. Veimeyer F.J., Hendrickson A.H., 1948. Soil Sci. T. 65, s. 487-493.

Ч. СВЕНЦИЦКИ, Ю. СЮТА, Е. СЕНКЕВИЧ, С. ТШЕЦКИ, Я. КЕРСНОВСКИ

#### ВАЖНЕЙШИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗАЦИИ

#### Резюме

Культурные почвы с точки зрения их влияния на движущиеся машины и орудия разделяются на 3 комплекса, в частности: (1) оподзоленные бурые почвы (в том числе бурые аллювиальные почвы и рендзины) ранкеры и ржавые почвы. Эти почвы содержат обыкновенно меньше 2% гумуса, (2) черноземные почвы, к которым принадлежат черноземовидные почвы и черноземы, а также рендзины, парарендзины и темноцветные аллювиальные почвы. Содержащие обыкновенно 2-4% гумуса, (3) пахат-

ные болотные почвы. Два первых комплекса минеральных почв подразделены на 3 разновидности принадлежащие к разным механическим группам: (а) легкие почвы содержащие в верхних слоях ниже 20% илистых частиц и до 10% коллоидных частиц — 0,002 мм, (б) средне-тяжелые почвы содержащие в верхних слоях 20-35% илистых и 10-20% коллоидных частиц и (в) тяжелые почвы содержащие в верхних слоях свыше 35% илистых и свыше 20% коллоидных частиц. Болотные почвы подразделены на: (а) низинные торфяные, (б) муршевые и (в) аллювиальноболотные почвы.

Учитывались следующие физические свойства почв<sup>1</sup> с точки зрения пределов изменчивости: объемный и удельный веса, общая порозность, дифференциальная порозность, числа пластичности, коэффициент водопроницаемости, влагопроводная способность почвы, содержание водостойких агрегатов, число дней в году со средней суточной температурой свыше 15°C на глубине 10 см, средним для вегетационного периода выделением CO<sub>2</sub> с поверхности почвы и средним для вегетационного периода ОДР. Сверх того следует определять для полевой влагоемкости и точки постоянного завядания растений компактность (связность), удельное тепло, коэффициент теплопроводности и альbedo почвы.

C. ŚWIĘCICKI, J. SIUTA, J. SIENKIEWICZ, S. TRZECKI, J. KIERSNOWSKI

## WICHTIGERE DIE MECHANISIERUNGSRICHTUNGEN BEEINFLUSSENDEN BODENEIGENSCHAFTEN

### Zusammenfassung

In Bezug auf ihren Einfluss, den sie auf die sich im Gelände bewegendenden Maschinen und Geräte ausüben, wurden die Böden in 3 Komplexe eingeteilt. Es sind: (1) pseudopodsolige, braune Böden (darunter Alluvial- und Rendsinaböden), Ranker und rostfarbige Böden. Diese Böden enthalten meistens unter 2% Humus, (2) Schwarzerden, zu den schwarze und Tschernosemböden, wie auch Rendsina, Pararendsina und schwarze Alluvialböden gehören. Diese Böden enthalten ammeisten 2-4% Humus. (3) Bearbeitete Torfböden. Die ersten zwei Mineralbodenkomplexe wurden in drei, zu verschiedenen mechanischen Gruppen gehörenden Arten, eingeteilt. Es sind: (a) leichte Böden, die in den oberen Schichten unter 20% abschlämbarer Teile (oder bis 10% kolloidaler Teilchen 0,002 mm) enthalten, (b) mittelschwere Böden, die in den oberen Schichten 20-30% abschlämbarer Teile (oder 10-20% kolloider Teile) enthalten und (c) schwere Böden, die in den oberen Schichten über 30% abschlämbarer Teile (oder über 20% kolloidaler Teile) enthalten. Die Torfböden wurden in: (a) Niederungs-Torfböden, (b) anmoorige Böden und (c) anmoorige Alluvialböden, eingeteilt.

In Bezug auf den Veränderlichkeitsbereich wurden berücksichtigt folgende physikalische Bodeneigenschaften<sup>2</sup>: das Volumen und spezifisches Gewicht, Porosität, Differentialporosität, Plastizitätsgrenzen, Durchlässigkeitskoeffizient, Wasserführung des Bodens, Gehalt an wasserfestes Krümmeln. Anzahl der Tage im Jahre mit einer mittleren Tagestemperatur über 15°C — 10 cm tief, Mittelwerte für die Ausscheidung von CO<sub>2</sub> aus der Bodenoberfläche während der Vegetationsperiode, Ausserdem sollen bei feldmässiger Wasserkapazität und bei Abtrocknung des Bodens bis zum Welkepunkt der Pflanzen, die Bindigkeit und Wärmekapazität, der Koeffizient der Wärmeleitfähigkeit und Albedo des Bodens bestimmt werden.

<sup>1</sup> Эти свойства следует определять в пахотном слое (Ap) на глубине 10 см или 5, 10 и 20 см.

<sup>2</sup> Diese Eigenschaften sollen in der Krume (Ap), 10 cm oder 5, 10 und 20 tief bestimmt werden.