

JÓZEF TOKAJ

PRÓBA ZBADANIA WODOODPORNOŚCI  
AGREGATÓW POZIOMÓW AKUMULACYJNO-PRÓCHNICZNYCH  
GLEB PYŁOWYCH

Instytut Gleboznawstwa, Chemii Rolnej i Mikrobiologii  
Akademii Rolniczej w Krakowie  
Kierownik Zespołu Gleboznawstwa — prof. dr T. Komornicki

Mineralna i organiczna substancja glebowa tworzy rozmaite agregaty szczególnie w poziomach akumulacyjno-próchnicznych. Stopień agregacji nadaje roli (glebie) specyficzne właściwości fizyczne, w głównej mierze wodno-powietrzne. Cechy te, obok właściwości chemicznych gleby, decydują o jej urodzajności, ponieważ wyznaczają warunki rozwoju systemu korzeniowego roślin uprawnych. Agregaty, które wykazują porowatość kapilarną i aeracyjną oraz wodoodporność, są rolniczo cenne. Takie agregaty zapewniają nie tylko korzystne warunki dla życia biologicznego w glebie, ale także przeciwdziałają powierzchniowej erozji wodnej i eolicznej oraz zagęszczeniu układu, powodujących degradację gleb uprawnych.

CEL, OBIEKT I METODA BADAŃ

Do niedawna oznaczano najczęściej wodoodporność tylko niektórych frakcji agregatów, np. średnicy 1-3, 1-2 i 3-5 mm [1, 3, 6, 11], uważając je za najważniejsze w strukturze roli. W glebie jednak każda frakcja spełnia pewną rolę oraz ma różne właściwości fizyczne i chemiczne [4, 5, 7, 9]. Przeprowadzone w ostatnich latach badania wskazują na znaczne różnice w wodotrwałości agregatów poszczególnych frakcji w obrębie tej samej gleby [7, 8, 10]. W celu lepszego oświetlenia zagadnienia oznaczono wodoodporność agregatów frakcji o średnicach większej od 6, 6-5, 5-4, 4-3, 3-2 i 2-1 mm, pobranych z poziomów akumulacyjnych trzech podtypów gleb wytworzonych z utworów pyłowych pochodzenia eolicznego (lessów) i wodnego (pyłów aluwialnych). Typologicznie gleby te należą

do czarnoziemów zdegradowanych (profile 1 i 2), gleb brunatnych właściwych wytworzonych z lessów, użytkowanych jako gleby uprawne i łąkowe (profile 3, 4 i 5) i mad brunatnych uprawnych wytworzonych z pyłów aluwialnych (profile 6 i 7). Ich poziomy akumulacyjno-próchniczne wykazują barwę ciemnoszarą, brunatną lub szarą, agregację ziarnisto-bryłkową i układ pulchny. Ze względu na skład mechaniczny należą one do pyłów ilastych w obrębie jednego rodzaju gleb. Na uwagę zasługują tu większe różnice w zawartości części splawialnych i mine-

Tabela 1

Ważniejsze cechy fizyko-chemiczne poziomów akumulacyjno-próchnicznych gleb pyłowych  
Important physico-chemical features of accumulation-humus horizons of very fine sand soils

Nr profilu Profile No.	Podtyp gleby i rodzaj użytku Soil subtype and land kind	Głębokość cm Depth cm	Skład mechaniczny - % Mechanical composition %			Skład mineralny - % Mineral composition %			pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>
			1-0,1	0,1-0,02	> 0,02	Suma <sup>x</sup> Mt+Kt sum	Substancja organiczna Organic matter	Węglany Carbonates	
1	Czarnoziem zdegradowany uprawny Degraded chernozem, arable land	0-20	8	50	42	9,0	2,5	0,0	6,1
2	Czarnoziem zdegradowany, użytk zielony Degraded chernozem, grassland	0-10	6	48	44	10,7	4,8	0,2	6,5
3	Gleba brunatna właściwa uprawna Proper brown soil, arable land	0-24	5	50	45	5,8	3,9	0,6	6,3
4	Gleba brunatna właściwa uprawna Proper brown soil, arable land	0-28	7	45	48	8,4	3,5	0,0	6,5
5	Gleba brunatna właściwa uprawna Proper brown soil arable land	0-32	11	51	38	9,7	2,7	0,0	6,4
6	Mad rzeczna brunatna uprawna Brown river alluvial soil, arable land	0-27	10	50	40	12,9	2,7	0,3	6,1
7	Mad rzeczna brunatna uprawna Brown river alluvial soil, arable land	0-30	11	51	38	8,2	1,8	0,3	6,2

<sup>x</sup> Suma montmorylonitu i kaolinitu /minerałów grupy montmorylonitowej i kaolinitowej/  
Montmorillonite and kaolinite sum /minerals of the montmorillonite and kaolinite group/

rałów ilastych oraz substancji organicznej (tab. 1). Składniki te mają duży wpływ na zachowanie się agregatów względem wody, a od ich ilości i jakości zależy stopień wodoodporności.

Wodoodporność agregatów oznaczono frakcjonowaną metodą agregatowej analizy [2] przez przesiewanie na sitach o średnicy oczek 2, 1 i 0,5 mm w wodzie stojącej o temperaturze 20°C. Uprzednio nasycono je wodą destylowaną aż do całkowitego usunięcia powietrza. Przesiewanie wykonano ruchem picnowym w wodzie stojącej na wysokość około 35 cm od powierzchni, przy 15 wahnięciach w czasie około 0,5 minuty. Metoda ta charakteryzuje wodoodporność agregatów każdej frakcji w sposób indywidualny i w zasadzie jednakowy. Próbkę gleb zostały pobrane po sprzęcie zbóż ozimych i jarych, następnie wysuszone do stanu powietrznie suchego i przesiane przez zestaw sit, a otrzymane frakcje agregatów poddano przesiewaniu w wodzie. Próbkę te należały do jednego rodzaju i gatunku gleb i nie wykazywały większych różnic w składzie mechanicznym (tab. 1).

#### INTERPRETACJA WYNIKÓW

Otrzymane wyniki (tab. 2) wyraźnie wskazują na różną zawartość wodoodpornych agregatów w poszczególnych frakcjach poziomów akumulacyjno-próchnicznych badanych gleb pyłowych. Zawartość wodoodpornych agregatów o  $\phi$  2 mm niemal zawsze maleje we wszystkich próbkach ze zmniejszeniem się wielkości frakcji, a odwrotnie jest z agregatami o  $\phi$  1 i 0,5 mm. Wyjątek stanowi mada brunatna uprawna (profil 7), w której frakcje grubsze mają więcej wodotrwałych agregatów niż drobniejsze. Również suma wodotrwałych agregatów, która rośnie ze zmniejszaniem się wielkości frakcji, w próbce 7 maleje. Średnia wodoodporność całych próbek badanych gleb waha się w granicach 17–62%. Próbkę czarnoziemiu zdegradowanego uprawnego i pod użytkiem zielonym wykazały najwięcej trwałych agregatów na sitach o średnicy 2 i 0,5 mm. Próbkę gleb brunatnych właściwych 3, 4 i 5 wykazują między sobą duże różnice w zawartości wodotrwałych agregatów w poszczególnych frakcjach przy tym samym w zasadzie składzie mechanicznym. Najmniejsze ilości trwałych agregatów w poszczególnych frakcjach, jak i w ich sumie oraz średniej wodoodporności, zawierała próbka 5. Ma ona więcej piasku i pyłu niż pozostałe, a najmniej próchnicy w porównaniu do próbek 3 i 4. Wodoodporność agregatów mada brunatnych w poszczególnych frakcjach jest także wyraźnie różna. Wykazuje ona duże różnice w sumie trwałych agregatów, jak i w średniej ich wartości, co spowodowane jest głównie ilością i jakością substancji sklejącej części szkieletowe tych agregatów.

Wybrane frakcje agregatów nie reprezentują wodoodporności całych próbek gleby z poziomu akumulacyjno-próchnicznego. Tak na przykład

Tabela 2

Wodoodporność agregatów glebowych  
Water stability of soil aggregates

Podtyp gleby i nr profilu Soil subtype and profile No.	Głębokość cm Depth cm	Frakcja w mm Fraction in mm	Procent trwałych agregatów pozostających w oczkach po przesianiu w wodzie Per cent of stable aggre- gates remaining on meshes after sieving in water			Suma trwałych agrega- tów % Sum of stable aggre- gates,%	Średnia wodo- odporność % Average water sta- bility %
			2 mm	1 mm	0,5 mm		
Czarnoziem zdegradowany uprawny nr 1 Degraded chernozem, arable land No. 1	0 - 20	>6	35,6	4,4	14,0	54,0	52
		6 - 5	20,8	6,4	16,0	43,2	
		5 - 4	16,8	7,6	13,8	43,2	
		4 - 3	18,0	10,0	34,0	58,0	
		3 - 2	16,0	11,6	22,0	49,0	
2 - 1	10,0	32,4	23,6	66,0			
Czarnoziem zdegradowany pod użytkiem zielonym nr 2 Degraded chernozem, grassland No. 2	0 - 10	>6	48,4	4,8	14,8	68,0	62
		6 - 5	26,0	11,0	21,5	57,5	
		5 - 4	35,5	13,5	28,0	77,0	
		4 - 3	17,2	9,4	20,4	47,0	
		3 - 2	14,0	16,4	24,0	54,4	
2 - 1	4,0	45,6	18,4	68,0			
Gleba brunatna właściwa uprawna nr 3 Proper brown soil, arable land No. 3	0 - 24	>6	36,0	6,0	17,3	59,3	57
		6 - 5	24,0	10,8	8,0	42,8	
		5 - 4	18,0	18,0	26,0	62,0	
		4 - 3	16,0	16,0	25,2	57,2	
		3 - 2	10,8	17,2	24,8	52,8	
2 - 1	3,2	38,8	24,4	66,4			
Gleba brunatna właściwa uprawna nr 4 Proper brown soil, arable land No. 4	0 - 28	>6	27,0	3,0	13,3	43,3	46
		6 - 5	19,3	5,0	16,0	40,3	
		5 - 4	15,3	5,3	19,3	39,9	
		4 - 3	22,3	7,7	18,3	48,3	
		3 - 2	15,0	13,0	20,0	48,0	
2 - 1	1,0	28,0	25,0	54,0			
Gleba brunatna właściwa uprawna nr 5 Proper brown soil, arable land No. 5	0 - 32	>6	2,5	2,0	8,5	12,5	17
		6 - 5	3,5	2,0	10,5	16,0	
		5 - 4	3,0	2,0	10,5	15,5	
		4 - 3	0,5	4,5	10,0	15,0	
		3 - 2	4,5	3,5	17,0	23,0	
2 - 1	0,0	3,5	16,0	19,5			
Mada brunatna uprawna nr 6 Brown alluvial soil, arable land No. 6	0 - 27	>6	9,0	11,0	31,0	51,0	56
		6 - 5	13,0	10,5	20,0	43,5	
		5 - 4	10,0	10,5	30,0	50,5	
		4 - 3	19,0	18,0	27,0	64,0	
		3 - 2	16,5	21,0	28,5	65,0	
2 - 1	0,0	29,5	31,0	60,5			
Mada brunatna uprawna nr 7 Brown alluvial soil, arable land No. 7	0 - 30	>6	4,4	8,4	22,4	34,8	20
		6 - 5	4,4	2,8	13,2	20,4	
		5 - 4	4,4	2,4	12,4	19,2	
		4 - 3	3,2	2,4	11,2	16,8	
		3 - 2	1,6	3,6	10,4	15,6	
2 - 1	0,0	4,8	10,4	15,2			

porównując wodoodporność frakcji o średnicy 1-2, 1-3 i 3-5 mm ze średnią wybraną dla całych próbek, stwierdzono, że wodoodporność jest o 2-14% większa w sześciu pierwszych glebach. W 7 próbkach różnice w wodoodporności między frakcjami a średnią dla całej próbki wynosiły 2-5%. Dlatego przy oznaczaniu wodoodporności całej próbki należy oznaczać ją we wszystkich frakcjach i z nich dopiero obliczać średnią, a nie opierać się na badaniach jednej wybranej frakcji.

#### PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Uogólniając otrzymane wyniki oznaczeń można stwierdzić, że wodoodporność agregatów glebowych jest różna w poszczególnych frakcjach poziomu akumulacyjno-próchnicznego gleb, wytworzonych z utworów pyłowych eolicznego i wodnego pochodzenia. Wydaje się, że zależy ona nie tylko od wielkości i kształtu agregatów, ale także od ich mikrobudowy, tekstury, jakości szkieletu i substancji sklejającej ten szkielet. Cecha ta jest przypuszczalnie związana ze składem chemicznym substancji sklejającej, kształtem i pochodzeniem szkieletu, sposobem użytkowania gleby oraz ilością minerałów ilastych i substancji organicznej. Badane gleby w zasadzie znikomo różnią się między sobą składem mechanicznym, ale różnią się składem mineralnym, sposobem użytkowania i pochodzeniem skały glebotwórczej. Drobniejsze frakcje agregatów o średnicy np. 1-2 i 2-3 mm wykazują najwięcej trwałych agregatów (z wyjątkiem próbki 7) niezależnie od sposobu użytkowania i pochodzenia skały glebotwórczej.

Oddziaływanie na glebę systemu korzeniowego roślinności trawiaстей i zbożowej przy tym samym składzie mechanicznym i odczynie lekko kwaśnym jest na pewno różne. Dlatego tworzą się agregaty o rozmaitej mikrobudowie i wodoodporności. W sumie największą ilość wodoodpornych agregatów wykazał czarnoziem zdegradowany pod użytkiem zielonym, następnie gleba brunatna właściwa 3, a w dalszej kolejności znajdują się próbki 1, 6, 4 i 7. Najniższą wodoodporność ze wszystkich gleb pyłowych wykazała próbka 5, ponieważ miała najwięcej frakcji piaskowych i pyłowych. Średnia zawartość wodoodpornych agregatów dla poszczególnych próbek gleb waha się w granicach szerokich, bo od 17 do 62%. Tak duże wahania wodoodporności agregatów glebowych poziomów akumulacyjno-próchnicznych są spowodowane głównie, jak można wnosić, jakością i ilością składników ich wewnętrznej mikrobudowy.

Na podstawie wykonanych oznaczeń i badań wodoodporności agregatów poziomów akumulacyjno-próchnicznych różnych podtypów gleb pyłowych eolicznego i aluwialnego pochodzenia można sformułować następujące wnioski.

1. Ilość wodotrwałych agregatów okazała się różna w poszczególnych frakcjach próbek gleb pyłowych tego samego gatunku, niezależnie od pochodzenia skały glebotwórczej.

2. Sposób użytkowania gleby oraz zawartość substancji sklejającej szkielet mineralny i organiczny (nie rozłożone resztki roślinne) wyraźnie wpływają na stopień wodoodporności.

3. Oznaczać należy wodoodporność każdej frakcji agregatów, a nie tylko dwóch lub trzech specjalnie wybranych, które nigdy nie reprezentują rzeczywistego stanu wodoodporności całej próbki gleby.

4. Wodoodporność agregatów poziomów akumulacyjno-próchnicznych gleb pyłowych tylko wybranych frakcji (np. 1–2, 1–3 lub 3–5 mm średnicy) nie będzie zgodna z rzeczywistą wodoodpornością całej próbki gleby.

5. Z używanych obecnie metod wodoodporność próbek glebowych najlepiej zdaje się charakteryzować metoda frakcjonowana analizy agregatowej.

#### LITERATURA

- [1] Antipow - Karatajew I. N., Kiellerman W. W., Chan D. W.: O poczwinnom agriegatije i metodach jego issledowanija. Moskwa—Leningrad 1948, Izd. AN SSSR, 5–76.
- [2] Biekariewicz N. E., Krieczun N. B., Sotnikowa W. J.: Frakcionnyj metod agriegatnogo analiza poczw. Poczwowied. 1953, 5, 46–54.
- [3] Kiellerman W. W.: Fiziko-chemičeskie swojstwa wodoustojcziwych agriegatow w razlicznych tipach poczw SSSR. Woprosy fiziko-chimii poczw i metody issledowanija. Moskwa 1959, 3–105.
- [4] Tokaj J.: O niektórych właściwościach fizycznych agregatów gleb górskich. Roczn. glebozn. 10, 1961, 2, 435–451.
- [5] Tokaj J.: Badania nad mikrostrukturą agregatów niektórych gleb górskich. Roczn. glebozn. dod. do t. 12, 1963, 117–122.
- [6] Tokaj J.: Próba wyjaśnienia trwałości agregatów poziomu akumulacyjnego niektórych typów gleb. Roczn. glebozn. dod. do t. 10, 1961, 778–781.
- [7] Tokaj J.: Ilościowe badania mikroskopowo-chemiczne agregatów glebowych jako elementów strukturalnych. Roczn. glebozn., Cz. 1—17, 1967, 268–311, Cz. II—18, 1967, 185–206.
- [8] Tokaj J.: Studia nad właściwościami agroficznymi gruzelków glebowych. Zesz. nauk. AR Krak. 1973, Sesja naukowa nr 6, s. 45.
- [9] Tokaj J.: Studia mikromorfologiczne i mikromorfometryczne nad agregatami glebowymi. Roczn. glebozn. 26, 1976, 3, 3–21.
- [10] Walczak R., Witkowska B.: Określanie wodoodporności różnych frakcji agregatów glebowych. Roczn. glebozn. 25, 1974, 2, 375–382.
- [11] Wierszinin P. W.: Poczwinnaja struktura i usłowija jeje formiowanija. Moskwa—Leningrad 1958, Izd. AN SSSR, 100–178.

Ю. ТОКАЙ

ПОПЫТКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОПРОЧНОСТИ АГРЕГАТОВ  
АККУМУЛЯЦИОННО-ПЕРЕГНОЙНОГО ГОРИЗОНТА ПЫЛЕВАТЫХ ПОЧВИнститут почвоведения, агрохимии и микробиологии, Сельскохозяйственная  
академия в Кракове

## Резюме

Определено водопрочность агрегатов фракций диаметром выше 6; 6-5; 5-4; 4-3; 3-2 и 2-1 мм, выделенных из аккумуляционно-перегнойных горизонтов пылеватых почв. Водопрочность почвенных агрегатов является очень важным агрофизическим свойством, так как обуславливает интенсивность поверхностной и глубинной эрозии обрабатываемых почв. Водопрочность агрегатов каждой фракции зависит от их микростроения, взаимосоотношения, главных компонентов, а также от вида возделываемых растений при одинаковом в принципе механическом составе. Скелет, его форма и происхождение, клеящее вещество и его химический состав влияют основным образом на степень водопрочности агрегатов аккумуляционно-перегнойного горизонта пылеватых почв, образованных из лессов и пылевидных аллювиальных образований. Дифференциация водопрочности агрегатов аккумуляционно-перегнойных горизонтов бывает значительной не только среди отдельных фракций, но и при средних числовых величинах для целого образца (табл. 1). Водопрочность почвенных агрегатов необходимо обозначать для каждой фракции, а не только для избранных фракций или же для всего образца, степень водопрочности которых не характеризует действительной устойчивости на размывающее действие воды из атмосферных осадков.

J. TOKAJ

REMARKS ON THE WATER STABILITY OF AGGREGATES  
FROM HUMUS HORIZONS OF VERY FINE SAND SOILSInstitute of Soil Science, Agricultural Chemistry, and Microbiology,  
Agricultural University of Cracow

## Summary

The water stability of aggregates from humus horizons of very fine sand soils was determined after separating their fractions measuring more than 6 mm, 6-5, 5-4, 4-3, 3-2, and 2-1 mm in diameter. The water stability belongs to such very important agrophysical features, which may decide on the dimensions of surface erosion or "interior" erosion of arable soils. The water stability of each aggregate fraction—with basically the same mechanical composition—depends on their micro-constitution, on the relations between the chief soil constituents, as well as the species of crop plant. The soil skeleton, its outer form and provenience, the cementing substance and its chemical composition, basically influence the degree of water stability of aggregates from the humus horizons of very fine sand soils, formed on loess and alluvial deposits. The differentiation of water stability of the aggregates from the humus horizons is considerable, not only in the separate

fractions but also in the mean values for each sample (Table 1). The water stability of soil aggregates should be determined separately for each fraction, and not for selected fractions or the whole sample in general, as the degree of their water stability does not characterize the real state of behaviour towards the dispersing action of rain water.

*Dr Józef Tokaj*  
*Instytut Gleboznawstwa,*  
*Chemii Rolnej i Mikrobiologii AR*  
*Kraków, al. Mickiewicza 21*