

Ewa Antonina Czyż

Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

IŁOŚCIOWA I PRZESTRZENNA CHARAKTERYSTYKA PODATNOŚCI NA DESTRUKCJĘ GLEB UŻYTKÓW ROLNYCH W POLSCE

W pracy przedstawiono ilościową i przestrzenną charakterystykę podatności na destrukcję gleb użytków rolnych w Polsce, określoną na podstawie zawartości łatwo-dyspergującego iłu RDC (*readily-dispersible clay*) w warstwie ornej, przy zastosowaniu turbidimetru firmy HACH 2100AN. Obliczono równania pedotransferu danych glebowych, określające wysoce istotną zależność zawartości łatwo-dyspergującego iłu od zawartości iłu koloidalnego i substancji organicznej. W oparciu o bazę danych znajdującą się w IUNG Puławy, obejmującą 40900 gleb Polski i program GIS – ArcView (3.2) wykonano przestrzenne opracowanie danych w postaci numerycznej mapy podatność gleb Polski na destrukcję. Stwierdzono, że gleby użytków rolnych w wydzielonych pięciu klasach podatności gleb na destrukcję w stosunku do całego obszaru użytków rolnych Polski 18435687 ha (100%) zajmują następującą powierzchnię (ha, %): I. gleby bardzo silnie podatne - 264 582 ha (1,4%); II. silnie podatne - 11 008 559 ha (59,7%); III. podatne - 6 891 638 ha (37,4%); IV. słabo podatne - 229 664 ha (1,3%); V. bardzo słabo podatne - 41 243 ha (0,2%).

Słowa kluczowe: ił łatwo-dyspergujący (RDC), podatność gleb na destrukcję, gleby użytków rolnych

Wstęp i cel badań

Kluczowym komponentem każdej gleby jest ił. Gdy ił w postaci zwartej znajduje się w glebach - cząsteczki iłu są połączone razem i stanowią komponent dla innych cząsteczek glebowych, wówczas gleba jest stabilna zarówno, gdy jest mokra lub gdy znajduje się pod działaniem wody. Kiedy ił dysperguje – cząsteczki iłu odpychają się i poruszają się w formie zawiesiny w wodzie glebowej. Podczas przesychania gleby, zdyspergowany ił działa jak spoiwo między większymi cząsteczkami gleby. Dlatego wysoka zawartość łatwo dyspergującego iłu w glebie wywołuje dwa zjawiska, z jednej strony gdy gleba jest mokra staje się słaba i rozmywa się, zaś gdy gleba jest sucha staje się nadmiernie twarda i scementowana [Czyż i in. 2002]. W glebach stabilnych mających stały kontakt z wodą - ił tworzy trwałe, większe i złożone cząstki. Natomiast w glebach niestabilnych, w tych samych warunkach – ił dysperguje do wody, staje się potencjalnie ruchliwy w glebie, i może w

szerokim zakresie migrować do środowiska. Problemy związane ze zdyspergowanym iłem obejmują: zaskorupianie gleby i tym samym słabsze wschody roślin; pogorszenie struktury gleby i związane z tym problemy aeracji; zmniejszenie infiltracji wody i zwiększenie spływu powierzchniowego oraz związane z tym ryzyko występowania erozji gleb i powodzi. Ponadto składniki pokarmowe są często transportowane do zbiorników i innych miejsc magazynowania wody, co może w następstwie prowadzić do eutrofizacji wód i innych zagrożeń środowiska [Dexter i Czyż, 2000]. Dlatego podatność gleb na destrukcję (i stabilność gleb) jest ważnym zagadnieniem zarówno dla ochrony środowiska, jak i produkcji rolnej. Dotychczas w ramach prowadzonych prac krajowych i zagranicznych scharakteryzowano podstawowe czynniki kształtujące odporność struktur glebowych na destrukcję [1-4, 6-11]. W ostatnich latach wprowadzono nowe metody badań odporności struktur glebowych, pozwalające na ilościowe oznaczanie dyspersji koloidów glebowych za pomocą turbidimetru [Watts i in., 1996]. W Polsce metoda turbidimetryczna do oznaczeń podatności gleb na destrukcję (i stabilności gleb) poprzez oznaczanie ilości łatwo-dyspergującego iłu (RDC – *readily dispersible clay*) nie była dotychczas wykorzystywana.

Celem pracy było określenie podatności struktur gleb na destrukcję w warstwie ornej gleb użytków rolnych, poprzez ilościowe oznaczenie łatwo-dyspergującego iłu (RCD), oraz dokonanie oceny ilościowej i charakterystyki przestrzennej podatności gleb na destrukcję w poszczególnych województwach i dla obszaru kraju.

Materiał i metodyka badań

Badania prowadzono na próbkach glebowych pobranych z warstwy ornej użytków rolnych z terenu całej Polski. Próbki glebowe pobrane z warstwy 0-20 cm, reprezentowały obszary typowo rolnicze o różnym stopniu intensyfikacji rolnictwa. Określono podatność na destrukcję gleb pochodzących z różnych warunków środowiskowych i agrotechnicznych, poprzez ilościowe oznaczenie zawartości łatwo-dyspergującego iłu RDC. Przy zastosowaniu turbidimetru firmy HACH 2100AN oznaczono podatność gleb na destrukcję na podstawie dyspersji koloidów glebowych w 210 punktach pomiarowych zlokalizowanych na terenie całego kraju (tab.1.)

Tabela 1. Zestawienie ilości punktów badawczych na obszarze poszczególnych województw (według kolejności województw 1-16):

Table 1. Localization of sampling point (for voivodeships 1-16)

Lp	Województwo Voivodeships	Ilość punktów poboru próbek Sampling point
1.	Dolnośląskie	20
2.	Kujawsko-Pomorskie	12
3.	Lubelskie	15
4.	Lubuskie	11
5.	Łódzkie	16
6.	Małopolskie	17
7.	Mazowieckie	20
8.	Opolskie	6
9.	Podkarpackie	14
10.	Podlaskie	6
11.	Pomorskie	9
12.	Śląskie	18
13.	Świętokrzyskie	9
14.	Warmińsko-Mazurskie	11
15.	Wielkopolskie	17
16.	Zachodniopomorskie	9
	POLSKA	210

Próbki glebowe do oznaczeń zawartości iłu łatwo-dyspergującego pobrano cylinderkami o pojemności 100cm³ (lub w plastikowe woreczki) w 10 powtórzeniach z każdego punktu. W próbkach glebowych określono skład granulometryczny, gęstość objętościową gleby, zawartość wody, zawartość substancji organicznej, oraz zawartość wymiennych form Ca, Mg, K, Na i in. [12]. Obliczono równania pedotransferu danych, określające wysoce istotną zależność zawartości łatwo-dyspergującego iłu od zawartości iłu koloidalnego i substancji organicznej. W oparciu o bazę danych obejmującą 40900 gleb Polski i program GIS – ArcView (3.2) wykonano przestrzenne opracowanie danych w postaci numerycznej mapy podatność gleb Polski na destrukcję w skali 1:1 000 000. Opracowanie przestrzenne było możliwe przy zastosowaniu tak zwanych „funkcji pedotransferu” odzwierciedlających korelację pomiędzy podstawowymi właściwościami gleb znajdującymi się w numerycznej bazie danych gleb Polski a oznaczeniami podatności gleb na destrukcję, według proponowanej metody turbidimetrycznej. Dzięki opracowaniu przestrzennemu dokonano wydzielenia klas podatności gleb na destrukcje i wyliczono powierzchnię gleb użytków rolnych w województwach i dla obszaru całego kraju.

W ostatnim etapie badań określono powierzchnię gleb (ha, %) dla użytków rolnych w poszczególnych klasach podatności gleb na destrukcję, dla poszczególnych 16 województw i dla obszaru całej Polski.

Omówienie wyników badań

Średnia zawartość iłu łatwo-dyspergującego (RDC) w warstwie (0-20cm) dla 210 punktów pomiarowych wyniosła 0,484 g/100g gleby, a zakres wahań RDC mieścił się w granicach od 0,029 do 3,700 g/100 g gleby. Natomiast wartość średnia względnej stabilności iłu badanych gleb wyniosła 0,910 i mieściła się w zakresie 0,716 do 0,996. Średnia zawartość iłu w badanych próbkach glebowych wyniosła 7,5 g/100g gleby, średnia zawartość substancji organicznej 1,95 g/100g gleby, natomiast średnia zawartość kationów wymiennych (Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+} , i Na^{+}) odpowiednio (m eq/100g): 6,69; 0,76; 0,42; 0,09.

Badania przeprowadzone na reprezentatywnej serii 210 profili glebowych obejmujących swym zasięgiem obszar całej Polski pozwoliły na opracowanie równania pedotransferu danych, określającego wysoce istotną zależność ($p < 0,001$) pomiędzy zawartością iłu łatwo-dyspergującego RDC (g/100g gleby) a zawartością iłu koloidalnego i substancji organicznej. Równanie to ma następującą postać:

$$\log \text{RDC} = - 1,40 + 0,508 \log (\text{ił}) - 0,735 \log (\text{OM}) \quad (1)$$

gdzie: RDC - zawartość iłu łatwo-dyspergującego (g/100g gleby);

ił - całkowita zawartość iłu w glebie %; (uwaga: $\text{ił} < 2 \mu\text{m}$),

OM - zawartość materii organicznej % (lub g /100g gleby).

Badania wykazały bardzo silne zróżnicowanie powierzchni użytków rolnych w poszczególnych klasach podatności gleb na destrukcję (tab.2).

Tabela 2. Podatność gleb użytków rolnych na destrukcję w poszczególnych województwach i w Polsce

Tabela 2. Sensitivity of Polish soils to destruction for agricultural lands in voivodeships and Poland

Województwo Voivodeship	Podatność gleb użytków rolnych na destrukcję (ha); Sensitivity of soils to destruction of agricultural lands (ha)					Razem; Total
	I.	II.	III.	IV.	V.	(ha)
	bardzo silnie podatne; very high sensitivity	silnie podatne; high sensitivity	podatne; sensitive	słabo podatne; low sensitivity	bardzo słabo; very low sensitivity	
Dolnośląskie	14881	747176	397218	3598	750	1163623
Kujawsko-pomorskie	6610	522218	629982	3690	0	1162500
Lubelskie	38543	1316665	352868	5759	1659	1715495
Lubuskie	7764	427905	117469	563	0	553700
Łódzkie	7982	794691	447792	1916	808	1253189
Małopolskie	2362	221383	573035	81294	9677	887751
Mazowieckie	54733	1582006	739053	15461	3859	2395113
Opolskie	12314	387041	180764	80	0	580200
Podkarpackie	1205	188008	697197	50316	11247	947973
Podlaskie	7475	864550	324054	4520	0	1200600
Pomorskie	29963	468929	395129	11956	3221	9091967
Śląskie	8919	405949	201285	2065	599	618817
Świętokrzyskie	2027	338038	363674	25434	4954	734126
Warmińsko-mazurskie	19621	596089	681049	7848	842	1305450
Wielkopolskie	20532	1478063	389342	3593	1831	1893361
Zachodniopomorskie	29650	669847	401728	11571	1796	1114592
POLSKA	264582	11008559	6891638	229664	41243	18435687

Zestawienie danych podatności na destrukcję gleb (tab. 2) dla obszaru użytków rolnych Polski zajmujących powierzchnię 18 435 687 ha (100%) przedstawia się następująco (w poszczególnych klasach):

I	gleby bardzo silnie podatne - zajmują powierzchnię	264 582 ha (1,4%);
II	silnie podatne „ „	11 008 559 ha (59,7%);
III	podatne „ „	6 891 638 ha (37,4%);
IV	słabo podatne „ „	229 664 ha (1,3%);
V	bardzo słabo podatne „ „	41 243 ha (0,2%).

Analiza powierzchni (ha, %) podatności na destrukcję gleb użytków rolnych w poszczególnych województwach wskazuje, że **gleby bardzo silnie podatne na destrukcję** zajmują największą powierzchnię w woj. pomorskim 29963 ha (3,3%), natomiast najmniejszą w woj. podkarpackim 1205 ha (0,1%) w całej powierzchni użytków rolnych. **Gleby silnie podatne na destrukcję** największą powierzchnię zajmują w woj. wielkopolskim 1478063 ha (78,07%) a najmniejszą w woj. podkarpackim 188008 ha (19,83%). **Gleby podatne na destrukcję** stanowią największą powierzchnię w województwie podkarpackim 697197 ha tj. 73,5% a najmniejszą w woj. lubuskim 117469 ha. W klasie **gleb słabo podatnych na destrukcję** największą powierzchnię zajmują gleby w woj. małopolskim 81294 ha (9,2%) a najmniejszą w woj. opolskim 80 ha (0,01%). W klasie **gleb bardzo słabo podatnych na destrukcję** największą powierzchnię zajmują gleby: woj. podkarpackiego 11247ha (1,2%) i woj. małopolskiego 9677ha (1,1%) a w pozostałych województwach gleby te zajmują jedynie powierzchnię od 0-0,7%.

Podsumowanie

Udział gleb użytków rolnych w wydzielonych klasach podatności gleb na destrukcje wynosi w Polsce odpowiednio: gleby bardzo silnie podatne 1,4%; gleby silnie podatne 59,7%; gleby podatne 37,4%, gleby słabo podatne 1,3% i gleby bardzo słabo podatne 0,2%

Ilościowa i przestrzenna charakterystyka podatności na destrukcję gleb użytków rolnych, stanowi unikalny zbiór danych glebowych, które mogą być wykorzystane w badaniach agrotechnicznych i erozyjnych, jak również w praktyce do oceny wpływu technik i

technologii uprawy roli na jakość fizyczną gleb i jakość wód oraz oceny zagrożenia środowiska przyrodniczego związanego z transportem glebowych zawiesin koloidalnych.

Niska zawartość łu łatwo dyspergującego w glebach świadczy o ‘dobrej jakości fizycznej gleb’ i dużej odporności gleb na degradację oraz dużej potencjalnej ich przydatności dla produkcji rolniczej. Odwrotnie zaś, wysoka zawartość łu łatwo dyspergującego w glebach świadczy o ‘złej jakości fizycznej gleb’ i małej odporności gleb na degradację.

Bibliografia

1. Caron J., Kay B.D., Stone J.A. 1992. Improvement of structural stability of a clay loam with drying. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **56**: 1583-1590.
2. Caron J., Kay B.D. 1992. Rate of response of structural stability to change in water content: Influence of cropping history. *Soil Tillage Res.*, **25**: 167-185.
3. Czyż E.A. 2003. Podatność na destrukcję gleb użytków rolnych w Polsce. *Pam. Puł.*, **13**: 21-31.
4. Czyż E.A. 2002. Dyspersyjność koloidów glebowych jako miara stabilności struktury gleb w różnych warunkach środowiskowych i agrotechnicznych. Raport z realizacji projektu KBN nr. 5PO6B00217, IUNG Puławy 88.
5. Czyż E.A., Dexter A.R., Terelak H. 2002. Content of readily-dispersible clay in arable layer of some Polish soils. *Advances in GeoEcology* 35, Editors Marcello Pagaliai & Robert Jones - Sustainable Land Management – Environmental Protection – A Soil Physical Approach. 115-124.
6. Czyż E.A., Dexter A.R., Terelak H. 2002. Zawartość łu łatwo-dyspergującego w glebie jako miara podatności gleb na destrukcję. *Mat. IX Międzn. Symp. nt. "Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej"*, Warszawa 19-20 września. 109-117.
7. Dexter A.R. 1988. Advances in characterization of soil structure. *Soil Tillage Res.*, **11**: 100-238.
8. Dexter A.R., Czyż E.A. 2000. Effect of management on the dispersibility of clay in a sand soil. *International Agrophysics*, **14**, 269-272.
9. Dexter A.R., Chan K.Y. 2000. Soil mechanical properties as influenced by exchangeable cations. *J. Soil Sci.*, **42**: 219-226.
10. Kay B.D., Dexter A.R. 1992. The influence of dispersible clay and wetting/drying cycles on tensile strength of a red-brown earth. *Aust. J. Soil Res.*, **30**: 297-310.
11. Pojasek T., Kay B.D. 1990. Assessment of a combination of wet sieving and turbidity to characterise the structural stability of moist aggregates. *Can. J. Soil. Sci.*, **70**: 33-42.
12. Terelak H., Motowicka-Terelak T., Pondel H., Maliszewska-Kordybach B., Pietruch Cz. 1999. Monitoring chemizmu gleb ornych Polski. Program badań i wyniki wstępne. IOŚ Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. 70.
13. Watts C.W., Dexter A.R., Dumitru E., Canarache A. 1996. Structural stability of two Romanian soils as influenced by management practices. *Land Degradation & Development*. **7**. 217-238.

QUANTITATIVE AND SPATIAL CHARACTERISTIC OF SENSITIVITY OF POLISH AGRICULTURAL SOILS TO DESTRUCTION

Summary

The research was conducted on the basis of soil samples collected from arable layer (0-20 cm) from throughout Poland. The aim of the research was to estimate the sensitivity of soil for destruction in terms of the quantity of readily dispersible clay (RDC). The amount of clay, which is readily dispersible in water, was determined by a turbidimetric method in which the amount of light scattered from a suspension is measured. RDC was measured using a HACH 2100AN turbidimeter. Particle size distribution, organic matter content, water content, and exchangeable cations Ca, Mg, K and Na were also measured. A pedo-transfer function was developed which enabled prediction of RDC in terms of soil clay and organic matter contents. With a database of 40,900 Polish soils in GIS, a digital map (scale 1:1 000 000) was prepared showing predicted values of the sensitivity of Polish soils to destruction. This was done from all 16 voivodeships and for all Poland. In relation to all agricultural land (18435686ha=100%) soil was grouped in terms of its the following sensitivity classes: very high sensitivity – 1,4%; high sensitivity – 59,7%; sensitive – 37,4%; low sensitivity – 1,3%; very low sensitivity – 0,2%.

Key words: readily dispersible clay (RCD), sensitivity of soil to destruction, agricultural soils

Podziękowanie

Składam serdeczne podziękowanie Panu Prof. Henrykowi Terelakowi za pomoc przy pobieraniu próbek glebowych, udostępnienie baz danych właściwości gleb Polski i monitoringu chemizmu gleb Polski oraz cenne wskazówki przy realizacji projektu badawczego w ramach grantu KBN nr 5PO6B 002 17