

UDZIAŁ FRAKCJI GRANULOMETRYCZNYCH
I ZAWARTOŚĆ MATERII ORGANICZNEJ
W ZMYWIE EROZYJNYM Z KOLEIN

L. Piechnik

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu
Instytut Mechanizacji Rolnictwa, ul. Wojska Polskiego 50, 60-627 Poznań
e-mail: piechnik@owl.au.poznan.pl

Streszczenie: W pracy przeanalizowano zmiany składu granulometrycznego i zawartość materii organicznej w glebie, która uległa zmyciu z kolein w czasie 30 minutowego deszczowania. Erozję wodną gleby badano w koleinach utworzonych ciągnikiem oraz w koleinach pozostawionych przez ciągnik z przyczepą. Pomiary wykonano na glebie lekkiej w warunkach kontrolowanych przy użyciu symulowanego deszczu.

Słowa kluczowe: erozja wodna, koleiny, skład granulometryczny

WSTĘP

Pozostawianie kolein na polu jest na pochyłościach terenu przyczyną powierzchniowych spływów wody i erozji gleby [2]. Ten typ degradacji gleb występuje również w fizjograficznych warunkach Wielkopolski - na glebach lekkich [1, 3, 7, 10]. Opublikowane wcześniej wyniki badań na temat erozji wodnej w koleinach obejmowały ocenę zagrożenia erozją i pokazały zmiany natężenia spływu wody i zmywu gleby [6-8]. Natomiast nie jest znany udział poszczególnych frakcji w zmywanej glebie podczas erozji w koleinach. Wiadomo ogólnie, iż powierzchniowa erozja wodna sprzyja sortowaniu gleby i wymywaniu najlżejszych i najdrobniejszych frakcji. Dlatego poznanie jakościowe wyerodowanego materiału jest ważne. Odnosi się to szczególnie do gleb lekkich, które z natury są ubogie w najdrobniejszą frakcję.

Celem niniejszej pracy było określenie składu granulometrycznego i substancji organicznej w zmytej glebie w początkowym okresie trwania erozji.

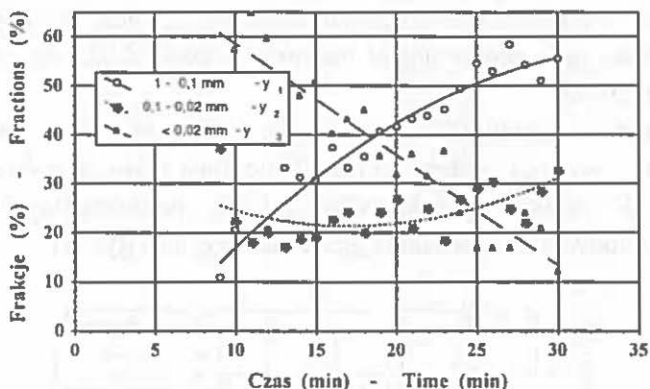
MATERIAŁ I METODY

Badania obejmowały trzy typy kolein. W pierwszym doświadczeniu badano glebę z kolein utworzonych kołami ciągnika rolniczego (masa 4,7 t), którego koła napędowe poruszały się bez poślizgu (K_1). W drugim doświadczeniu analizowano glebę zmytą z kolein utworzonych zestawem transportowym, składającym się z ciągnika i przyczepy (K_2). W trzecim doświadczeniu badano glebę z kolein utworzonych kołami ciągnika rolniczego (masa 4,7 t), którego koła napędowe poruszały się z poślizgiem 14 - 18%. Ten typ kolein oznaczono symbolem (K_3). Przejazdy sprzętem technicznym po glebie wykonywano przy wilgotności wag. 10,8 - 12%. Pomiarów wykonano na piasku gliniastym lekkim. Badane koleiny znajdowały się pośrodku poletka o wymiarach 1 x 3 m. Poletka wyznaczono na skłonie o nachyleniu 8%. Do wywołania erozji stosowano symulowany opad o natężeniu 0,8 mm/min, wytwarzany połowym symulatorem deszczu [5]. Czas deszczowania poletek był jednakowy i wynosił 30 min. Spływ erozyjny odbierano w odstępach 1 min. Po odsączeniu gleby oznaczano procentowy udział poszczególnych frakcji granulometrycznych. W tym celu wykorzystano metodę areometryczną według Prószyńskiego [4]. Natomiast do oceny zawartości materii organicznej posłużono się metodą spalania na sucho.

WYNIKI

Zgromadzone wyniki dotyczą gleby, która spłynęła z kolein poza obszar deszczowanego poletka. W badanych trzech typach kolein mechanizm powierzchniowego spływu erozyjnego nie był jednakowy. W każdym z nich erozja miała inny czasookres trwania i inne natężenie. Najwcześniej spływ rozpoczynał się w koleinach po zestawie transportowym, a najpóźniej w koleinach utworzonych z poślizgiem. Najmniejsze natężenie zmywu gleby odnotowano w koleinach po zestawie transportowym.

Gleba macierzysta zawierała 60,4 % piasku, 24,6 % pyłu i 14 % cząstek spławialnych (pgl). Analiza składu granulometrycznego gleby z kolein pociągnikowych utworzonych bez poślizgu (K_1) wykazała, że w początkowym stadium erozji - zmywaniu ulegały głównie cząstki spławialne (Rys. 1). Zawartość najdrobniejszych frakcji w spływie osiągała wartość powyżej 50%. A zatem ponad trzykrotnie przekraczała wartość w stosunku do gleby macierzystej.



Rys. 1. Udział frakcji piasku (y_1), pyłu (y_2) i cząstek splawialnych (y_3) w glebie zmytej z kolein po ciągniku (K_1) w okresie 30 min deszczowania.

Fig. 1. Percentage content of sand fraction (y_1), silt (y_2) and fine particles (y_3) in the soil washed from ruts made by a tractor (K_1) during 30 min of sprinkling.

$$y_1 = (-20,213) + (4,331) \cdot x + (-0,0599) \cdot x^2; \quad R = 0,97$$

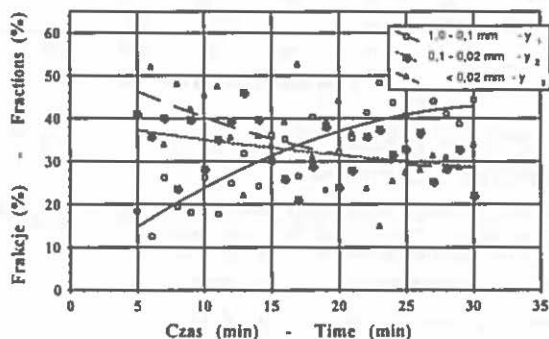
$$y_2 = (39,341) + (-2,095) \cdot x + (0,0614) \cdot x^2; \quad R = 0,55$$

$$y_3 = (81,335) + (-2,279) \cdot x + (0,00023) \cdot x^2; \quad R = 0,94$$

W początkowym okresie erozji, glebę zmytą zakwalifikowano do gliny ciężkiej. Dopiero po upływie 5-6 min trwania erozji otrzymano skład odpowiadający glinie średniej. Procentowa zawartość frakcji pylastych w początkowym okresie była mniejsza. Wraz z zwiększaniem się czasu trwania spływu obserwuje się stopniowy przyrost frakcji pylastej i jednocześnie zwiększa się znacznie udział frakcji piasku. Po 30 minutach deszczowania analizowane wielkości frakcji piasku, pyłu i cząstek splawialnych zbliżyły się do wartości zawartych w glebie macierzystej. Taki przebieg zmian składu granulometrycznego wynika z mechanizmu spływu erozyjnego w tym typie kolein (K_1). W początkowym okresie deszczowania zachodzi efekt gromadzenia wody w mikrozagłębieniach utworzonych bieżnikiem opony napędowej. Temu towarzyszy sortowanie przemieszczanego materiału. Frakcje najlżejsze stanowią zawiesinę i one po wypełnieniu mikrozagłębień są w pierwszej kolejności transportowane. Udział piasku wówczas jest mały. Piasek jest gromadzony na dnie mikrozagłębień. Natomiast ten piasek, który występuje w spływie pochodzi z rozmywanych przegród znajdujących się w osi symetrii koleiny. Wraz z zwiększeniem czasu trwania erozji proces rozmywania gleby nasila się. W

środkowej części koleiny powstaje mikrożłobina. Zachodzi intensywniejsze żłobienie gleby i jednocześnie opróżnianie mikrozagłębień. W miarę narastania formy żłobinowej procentowy udział badanych frakcji zbliża się swym składem do gleby macierzystej.

W koleinach utworzonych zestawem transportowym (K_2) spływ erozyjny trwał najdłużej i wynosił średnio 26 min. Natomiast masa zmywanej gleby była najmniejsza. W okresie trwania erozji udziały poszczególnych frakcji nie osiągnęły poziomów, które posiadała gleba macierzysta (Rys. 2).



Rys. 2. Udział frakcji piasku (y_1), pyłu (y_2) i cząstek spławialnych (y_3) w glebie zmytej z kolein po ciągnięciu z przyczepą (K_2) w okresie 30 min deszczowania.

Fig. 2. Percentage content of sand fraction (y_1), silt (y_2) and fine particles (y_3) in the soil washed from ruts made by a tractor pulling a trailer (K_2) during 30 min of sprinkling.

$$y_1 = (3,6371) + (2,3822) \cdot x + (-0,0356) \cdot x^2; \quad R = 0,89$$

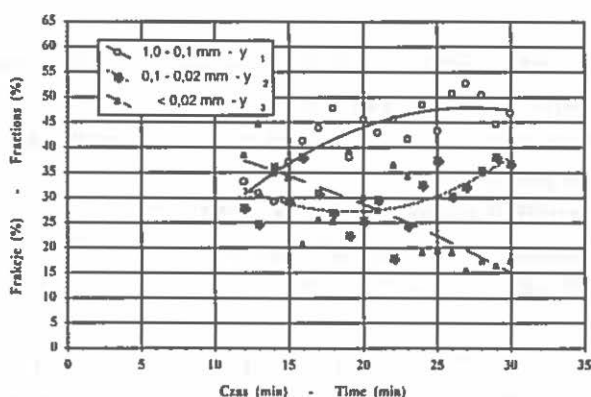
$$y_2 = (39,394) + (-0,465) \cdot x + (0,0362) \cdot x^2; \quad R = 0,38$$

$$y_3 = (54,2014) + (-1,668) \cdot x + (0,0272) \cdot x^2; \quad R = 0,58$$

W początkowej fazie spływu odnotowano większą zawartość frakcji pylastych 35 - 40%, a mniej cząstek spławialnych 40 - 50%, w porównaniu z wynikami z kolein (K_1). Natomiast frakcja piasku znajdowała się w tym czasie na podobnym poziomie tj. ok. 15 - 20%.

Zaistniałe zmiany wynikają z innego mikroreliefu dna koleiny. Płaskie i wyrównane dno koleiny sprawiło, że strumień spływający jest płytki, rozlewa się na większą szerokość i płynie wolniej. Udział piasku nie narasta tak intensywnie jak miało to miejsce w koleinach (K_1). Tu nie zachodzi wzmożone żłobienie i rozmywanie gleby. Dno koleiny jest wyrównane bieżnikiem kół przyczepy, a gleba jest dogęszczona co utrudnia jej rozmywanie.

Erozja trwała najkrócej (ok. 18 - 19 min) w koleinach utworzonych z udziałem poślizgu kół ciągnika (K_3). W początkowym okresie trwania sływu procent poszczególnych frakcji był zbliżony do siebie (Rys. 3). Frakcja cząstek spławalnych posiadała nieznacznie większy udział w stosunku do pozostałych. Po kilku minutach trwania sływu (3 - 4 min) frakcja piasku już dominowała swym udziałem lecz do końca pomiarów nie zdołała osiągnąć poziomu odpowiadającego glebie macierzystej. W końcowym okresie trwania erozji poszczególne frakcje zmiernają swym składem do tego, który jest w glebie macierzystej.



Rys. 3. Udział frakcji piasku (y_1), pyłu (y_2) i cząstek spławalnych (y_3) w glebie zmytej z kolein po ciągniku, którego koła napędowe pracowały z poślizgiem (K_3) w okresie 30 min deszczowania.

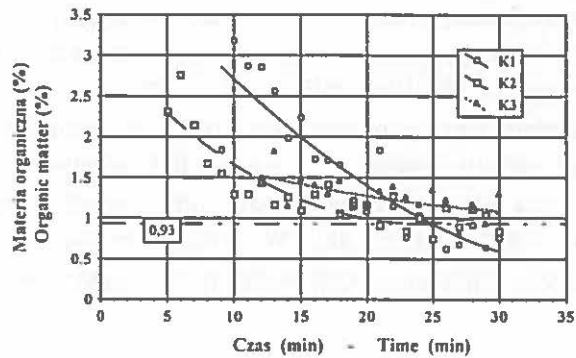
Fig. 3. Percentage content of sand fraction (y_1), silt (y_2) and fine particles (y_3) in the soil washed from ruts made by a tractor whose drive wheels worked with a skid (K_3) during 30 min of sprinkling.

$$y_1 = (-7,051034) + (4,03779) \cdot x + (-0,074093) \cdot x^2; \quad R=0,84$$

$$y_2 = (60,70419) + (-3,50749) \cdot x + (0,091889) \cdot x^2; \quad R=0,55$$

$$y_3 = (46,57598) + (-0,58352) \cdot x + (-0,01554) \cdot x^2; \quad R=0,76$$

W przypadku kolein typu (K_3) poślizg kół ciągnika spowodował spulchnienie gleby w dnie koleiny. W wyniku tego powstało szereg nieregularnych mikronierówności. Od początku trwania sływu występowało rozmywanie i żłobienie gleby częściowo spulchnionej. Dlatego udział frakcji piasku był znaczący od pierwszych minut trwania sływu.



Rys. 4. Zawartość materii organicznej w splukanej glebie przedstawiona w funkcji czasu deszczowania w badanych koleinach (K_1 , K_2 , K_3).

Fig. 4. Organic matter content in soil washed away shown in sprinkling time function in the examined ruts (K_1 , K_2 , K_3).

$$K_1; y = (4,5057) + (-0,2039) \cdot x + (0,00243) \cdot x^2; R = 0,90$$

$$K_2; y = (3,0922) + (-0,1814) \cdot x + (0,0381) \cdot x^2; R = 0,88$$

$$K_3; y = (2,0742) + (-0,05485) \cdot x + (0,00074) \cdot x^2; R = 0,62$$

Badana gleba w warstwie ornej zawierała 0,93% materii organicznej. W czasie trwania splywu w zmywanej glebie zmieniała się jej zawartość (Rys. 4). W pierwszych porcjach zmytej gleby zawartość substancji organicznej odbiegała w największym stopniu od wartości oznaczonej w glebie macierzystej. Wraz z wydłużaniem się czasu trwania splywu odnotowano obniżanie się jej zawartości. W zmytej substancji organicznej znaczny procent stanowiły resztki obumarłych roślin. Sporadycznie występowały resztki systemów korzeniowych i małe fragmenty części nadziemnych. Materiał lekki i rozdrobniony był szczególnie podatny na transport wodny. W początkowym okresie erozji największą zawartość substancji organicznej stwierdzono w glebie zmytej z kolein (K_1). Tu zachodził najwyraźniej proces sortowania przemieszczanego materiału. Procentowy udział substancji organicznej około trzykrotnie przewyższał poziom gleby macierzystej. Dopiero pod koniec okresu deszczowania w trzech przeanalizowanych typach kolein zawartość materii organicznej w wyerodowanej glebie osiągnęła poziom odpowiadający glebie macierzystej. W doświadczeniu z koleiną (K_1) uległa nawet obniżeniu poniżej wartości 0,93%. Zatem głównie w początkowym okresie erozji odnotowano największe różnice, które były

pośrednio spowodowane różnym mikroreliefem powierzchni i znacznym zagęszczeniem gleby w poszczególnych typach kolein.

W podsumowaniu należy podkreślić, iż wyniki otrzymano na glebie lekkiej (pgl). Skład zmywanej gleby w dużej mierze zależał od intensywności i mechanizmu spływu wody, a ten z kolei jest kształtowany stopniem zagęszczenia gleby, podatnością na rozmywanie i mikroreliefem wzdłużnym dna koleiny.

Gleby piaszczysto gliniaste są zaliczane do gleb średnio podatnych na erozję [2]. W tym przypadku bardzo mała wodoodporność struktury gleby [9] ułatwia rozmywanie, sortowanie i transport poszczególnych frakcji. Dodać należy do tego iż w koleinach jest większa gęstość gleby, która w sumie ogranicza infiltrację i przyspiesza wystąpienie spływu. Jak wykazały badania w początkowej fazie rozwoju erozji występują największe straty. Są one uzależnione od typu koleiny. Są to spływy małe ilościowo w stosunku do powierzchni pola ale jakże istotne z punktu widzenia jakości zmywanego materiału. Jest to ważne dla gleb lekkich, które zawierają mało cząstek splawialnych i próchnicy. Często w terenie falistym nie docenia się tej subtelnej jakościowej degradacji gleby.

WNIOSKI

1. Typ koleiny wpływa na skład granulometryczny i zawartość materii organicznej w zmywanej glebie.
2. Największe różnice w składzie gleby, w stosunku do gleby macierzystej, stwierdzono w początkowym okresie trwania erozji do 6 - 8 min. Dotyczy to szczególnie kolein, w których wydłużył się proces sortowania powierzchniowego gleby.
3. Najmniejsze różnice w składzie gleby, w stosunku do gleby macierzystej stwierdzono w końcowym okresie deszczowania (30 min). Wielkość tych zmian zależała od czasu rozpoczęcia erozji żłobinowej i intensywności żłobienia gleby.

PIŚMIENNICTWO

1. Grigoriev V. Ja., Pekhnik L., Podsjadlovskij S.: Evaluation of runoff and soil erosion in ruts made by agricultural machinery. *Eurasian Soil Science*, 28, 3, 108-119, 1996.
2. Józefaciuk A., Józefaciuk C.: Erozja agroekosystemów. Puławy, Bibl. Monitoringu Środowiska 168, 1995.

3. Marcinek J.: Rozmiary erozji wodnej gleb w Wielkopolsce. Roczniki AR Poznań, 266, Melior. Inż. Środ., 14, 63-73, 1994.
4. Mocek A., Drzymała S., Maszner P.: Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR w Poznaniu, 416, 1997.
5. Piechnik L.: Nowe konstrukcje symulatorów deszczu do badań odporności gleby na erozję. Zesz. Naukowe AR Kraków, 273, 35, (2), 113-124, 1992.
6. Piechnik L.: Effect of repeated passages of a tractor on infiltration and water erosion of soil. Third European Conference off the road vehicles and machinery in agriculture earthwork and forestry - Warszawa, 258-267, 1986.
7. Piechnik L. : Infiltracja i erozja gleby lekkiej w koleinach ciągnika rolniczego. Roczniki Gleboznawcze, 38, 1, 143 - 155, 1987.
8. Piechnik L.: Rozmiar erozji wodnej na glebach lekkich oraz rola kolein i śladów po ciągnikach i maszynach rolniczych w inicjowaniu splywu wody i zmywu glebowego w urzeźbionym terenie Wielkopolski. Roczniki AR Poznań, Rozpr. nauk., 285, 102, 1998.
9. Rząsa S., Owczarzak W.: Compressibility of soil aggregate structure. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 397, 59-64, 1991.
10. Szafrąński Cz. : Splywy powierzchniowe i erozja wodna gleb na bogato rzeźbionych terenach polodowcowych. Zesz. Naukowe AR Krak., 35, 101-109, 1987.

TEXTURE SHARE AND CONTENT OF ORGANIC MATTER IN EROSIIVE WASH FROM RUTS

L. Piechnik

Agricultural University, Institute of Mechanization
Str. Wojska Polskiego 50, 60-627 Poznań, Poland

SUMMARY

The study examines changes in texture composition and organic matter content in the soil which was washed away from ruts in the course of a 30 minute sprinkling. Water erosion was examined in ruts made by a tractor and in ruts made by a tractor pulling a trailer. Measurements were taken on a light soil in controlled conditions using sprinkling.

Keywords: water erosion, ruts, texture, soil.