

ZNACZENIE ZINTEGROWANEJ UPRAWY GLEBY W OGRANICZANIU DEFLACJI GLEB

Stanisław Podsiadłowski

Instytut Inżynierii Rolniczej, Akademia Rolnicza
ul. Wojska Polskiego 50, 60-627 Poznań
e-mail: stapod@au.poznan.pl

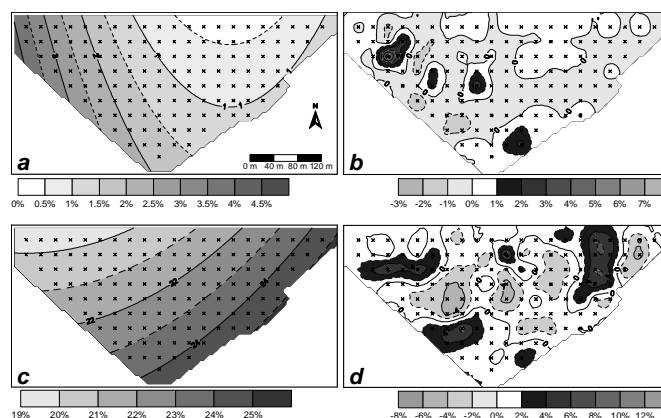
Streszczenie. Erozja eoliczna jest istotnym czynnikiem zachodzącego na nizinnych obszarach Europy Środkowej procesu morfogenetycznego. Rozwija się przy tym szczególnie w warunkach intensywnie uprawianych gleb lekkich o względnie niskiej wytrzymałości mechanicznej, struktury agregatowej. Oprócz zatem badań samego procesu, w ośrodku poznańskim zajęto się także rolą uprawy mechanicznej w stymulacji deflacji. Podjęto we współpracy z USDA badania metod uprawy gleb piaszczystych o wysokiej podatności eolicznej. Z analizy zastosowanych uproszczeń uprawowych wynikało, iż względnie najtrudniej wprowadzać takie zmiany na glebach polifrakcyjnych o niskiej porowatości naturalnej i niskiej wytrzymałości mechanicznej struktury agregatowej, do jakich zaliczają się piaski gliniaste. Dobrym rozwiązaniem w tych warunkach okazała się tzw. zintegrowana uprawa gleby, polegająca na jednoczesnym wykonywaniu orki, uprawy popłużnej i siewu lub sadzenia i pozwalająca na uzyskanie względnie stabilnej eolicznie powierzchni pola. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie opracowanej zintegrowanej uprawy gleby i jej wpływu na podatność eoliczną piasku gliniastego.

Słowa kluczowe: erozja eoliczna, zintegrowana uprawa gleby

WSTĘP

Morfogenetyczne znaczenie procesu erozji eolicznej dla gleb lekkich Wielkopolski dostrzegane było przez gen. Chłapowskiego z Turwi już w XIX wieku. Znaczenie to potwierdzono w późniejszych badaniach [2,9,23,24]. Tradycyjnie intensywna produkcja rolnicza, prowadzona głównie na glebach lekkich przyczyniła się bowiem, między innymi, do ujemnego bilansu wodnego (–60 mm) w tym rejonie. Rozkład kierunku i prędkości wiatrów również sprzyja tutaj rozwijaniu się erozji eolicznej, szczególnie w okresie wiosennym. Każdej wiosny notuje się tu kilkanaście dni z wiatrem o prędkości powyżej 10 m·s⁻¹ i kilka z wiatrem

powyżej $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Podjęte w 1996 kompleksowe badania zwiewni w Wierzenicy, wykonywane wspólnie z Instytutem Badań Czwartorzędu Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza dowiodły, iż erozja eoliczna jest rzeczywiście istotnym czynnikiem morfogenetycznym, wpływając na skład granulometryczny warstwy ornej nawet prawidłowo osłoniętej zwiewni [20]. Istotność tego czynnika potwierdzono później również w odniesieniu do pól mniejszych, charakterystycznych dla małopolskich gospodarstw rolnych (rys. 1).



Rys. 1. Powierzchniowa zmienność wybranych frakcji gleby pola badawczego w Brzegu Głogowskim: a – trend powierzchniowy dla frakcji $>2000 \mu\text{m}$, b – udziały frakcji $>2000 \mu\text{m}$, c – trend powierzchniowy dla frakcji $100\text{-}250 \mu\text{m}$, d – udziały frakcji $100\text{-}250 \mu\text{m}$ [21]

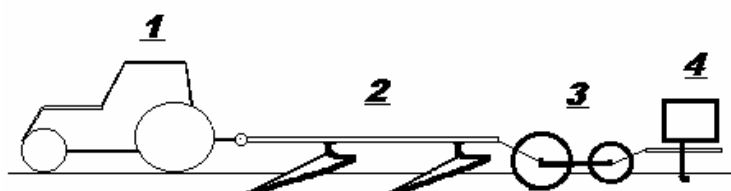
Fig. 1. Spatial variability of selected soil fractions at Brzeg Głogowski site: a – surface trend of fraction $>2000 \mu\text{m}$, b – content of fraction $>2000 \mu\text{m}$, c – surface trend of fraction of $100\text{-}250 \mu\text{m}$, d – content of fraction of $100\text{-}250 \mu\text{m}$

Jak widać z wyników zilustrowanych na rysunku 1, proces erozji eolicznej prowadzi nawet w obrębie stosunkowo niedużej (7 ha) zwiewni do powstawania wyraźnych stref deflacji i akumulacji, co może wpływać na obniżenie produktywności erodowanych pól. Może to powodować także spore utrudnienia w ścisłym prognozowaniu warunków siewu roślin, nawożenia i ewentualnych nawodnień. Badania prowadzone nad wpływem uprawy mechanicznej gleb lekkich na erozję eoliczną wykazały przy tym, iż istotny proces erozji eolicznej zachodzi w warunkach Wielkopolski w zasadzie jedynie na glebach lekkich, piaskach gliniastych, w okresie odpowiadającym wykonywaniu upraw przedsiewnych [12]. Dzieje się tak dlatego, iż struktura agregatowa tych gleb wykazuje zwykle względnie niską wytrzymałość mechaniczną. Podczas tradycyjnej uprawy wierzchnia warstwa gleby poddawana jest oddziaływaniu zarówno energii uprawy jak i energii ugniatania pochodzącej od kół ciągnika oraz, uprawa przedsiewna na glebach lekkich odbywa się na ogół przy względnie niskiej wilgotności wierzchniej warstwy gleby, co sprzyja destrukcji i stymuluje erozję pulweryzacyjną.

Jedną z zalecanych metod ochrony gleb przed erozją eoliczną jest ograniczenie uprawy. Proponowane są różne systemy, w zależności od warunków glebowych, realnego zagrożenia i opłacalności produkcji. Tak zwana uprawa ochronna (conservation tillage) polega na pozostawianiu na powierzchni pola części resztek poźniwnych, redukujących prędkość wiatru w strefie przyziemnej [5]. Proponowane są jednak także systemy siewu bezpośredniego (no tillage), bazujące na względnie wysokiej porowatości naturalnej uprawianych gleb [1]. Metody te zdają egzamin najlepiej na glebach charakteryzujących się względnie wysoką porowatością naturalną [3,22,25]. Gleby lekkie natomiast, piaski gliniaste, zagrożone w Polsce erozją eoliczną, charakteryzują się względnie niską porowatością naturalną. Uprawiane są przy tym na ogół intensywnie, przy czym dużą rolę w zmianowaniu odgrywają rośliny źle reagujące na niską porowatość warstwy ornej w początkowym okresie wegetacji i ogólnie na jej wysoką zwięzłość [10]. Powyższe uwarunkowania spowodowały podjęcie w 1996 roku prac nad opracowaniem technologii uprawy gleby, pozwalającej na glebach polifrakcyjnych ograniczyć zagrożenie erozyjne przy zachowaniu poziomu intensywności produkcji, opracowanie, tak zwanej, zintegrowanej uprawy gleby [14]. Badania te prowadzono we współpracy z USDA i finansowano poprzez Fundusz Marii Skłodowskiej-Curie II.

Zintegrowana uprawa gleby

Istotą opracowanego systemu jest wykonywanie orki, uprawy popłużnej i siewu lub sadzenia podczas jednego przejazdu ciągnika (rys. 2).



Rys. 2. Zestaw zintegrowanej uprawy gleby: 1- ciągnik, 2- pług, 3- wały uprawowe (Campbell + Croskill), 4- siewnik

Fig. 2. The components of integrated tillage system: 1-tractor, 2-moldboard plough, 3-rollers, 4-sowing machine

Zintegrowana uprawa gleby pozwala na poruszanie się ciągnika jedynie po glebie mającej jeszcze strukturę spójną, co oznacza, iż koła ciągnika nie ugniatają gleby mającej już strukturę agregatową. Eliminacja kolein pozwala na względnie dowolne kształtowanie porowatości ogólnej gleby warstwy ornej, zgodnie z wy-

maganiem roślin i prognozą meteorologiczną oraz także na ograniczenie ogólnego nakładu energii jednostkowej uprawy i w konsekwencji na zmniejszenie zużycia paliwa. Ograniczenie nakładów energii jednostkowej uprawy oraz wykonywanie jej w warunkach stabilnej (na ogół średniej) wilgotności, pozwala na uzyskanie względnie wysokiej wytrzymałości mechanicznej powstałej struk-tury agregatowej, co obniża prawdopodobieństwo wystąpienia erozji eolicznej [6]. Przeprowadzone dotąd badania zintegrowanej uprawy gleby pozwoliły na optymalizację agrotechniczną zestawu maszynowego oraz określenie ogólnego wpływu tej technologii na podatność eoliczną powstałej powierzchni pola [14,15,16]. Celem niniejszej pracy było natomiast określenie wpływu zinte-growanej uprawy gleby na podatność eoliczną w warunkach plantacji grochu, oraz określenie wpływu energii jednostkowej zintegrowanej uprawy na udział w wierzchniej warstwie (0-15 mm) tzw. frakcji eolicznej (do 0,25 mm). Chodziło tu zwłaszcza o określenie wpływu płytkiego oddziaływania energii, przekazywanej poprzez wały uprawowe i segmenty siewników czy sadzarek. Chodziło także o roz-szerzenie bazy danych umożliwiającej rozbudowę modelu prognozowania zintegrowanej uprawy gleby.

WARUNKI I METODY BADAŃ

Badania terenowe prowadzono w roku 2002 na polu w Wierzonce, leżącej 20 km na wschód od Poznania, w strefie stadiału leszczyńskiego, zlodowacenia bałtyckiego. Wybrane pole (zwiewnia) ma powierzchnię 57 ha i znajduje się od lat w typowym dla gleb lekkich reżimie produkcji roślinnej. Mimo posiadania osłon zewnętrznych (zadrzewienia przydrożne trzech boków) i wewnętrznych (trzy zadrzewienia śródpolne), pole wykazuje podatność na erozję eoliczną [12]. Wcześniejsze określenie przestrzennej zmienności składu granulometrycznego [20], pozwoliło na ściśle wytypowanie obiektu badań (tab. 1).

Tabela 1. Skład granulometryczny gleb pola w Wierzonce [19]

Table 1. Particle size composition of soils from the Wierzonka field (Particle size groups according to the USDA classification [19])

Fracja - Fraction				
2,0-1,0 mm	1,0-0,1 mm	0,1-0,05 mm	0,05-0,002 mm	<0,002 mm
4,1%	54,3%	12,7%	24,4%	4,5%

W badaniach użyto ciągnik Ursus U-904, o mocy 63 kW, masie 5650 kg i typowym ogumieniu (12.4/11-24, 184/15-34). Zestaw do zintegrowanej uprawy gleby o masie 820 kg składał się z pługa U023/1 o odkładnicach cylindroidalnych, normalnych, sekcji wałów uprawowych (Campbell + Croskill) i zmo-

dyfikowanego siewnika rzędowego. Nakłady energii jednostkowej uprawy obliczono, stosując program STAPOD, oparty na opracowanym algorytmie [8]. Próby do analiz ilościowych struktury agregatowej pobierano z wierzchniej warstwy gleby stosując metodykę opracowaną przez Skidmore'a [18]. W badaniach posługiwano się metodami ogólnie przyjętymi w gleboznawstwie. Badania terenowe zaplanowano w układzie eksperymentu klasycznego, bloków kompletnie zrandomizowanych.

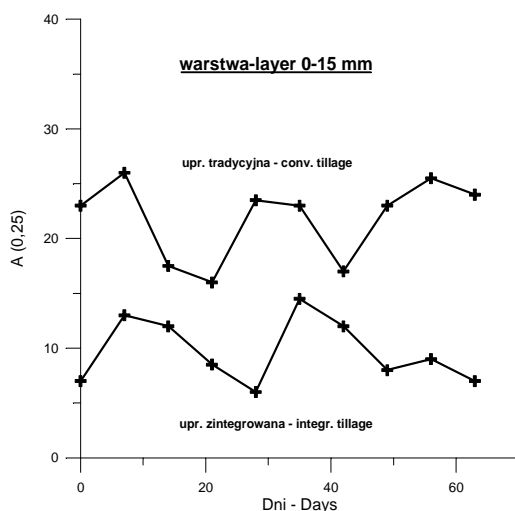
WYNIKI BADAŃ

Jak już wspomniano, strefę eksperymentu aktywnego na zwiewni w Wierzonce wyznaczono na podstawie wcześniejszych badań zmienności glebowej [20]. W strefie tej usytuowano poletka dla zintegrowanej i konwencjonalnej uprawy gleby. Próby glebowe do analiz pobierane były z poletek, na których stosowane były dwie metody uprawy gleby: tradycyjna-konwencjonalna, wymagająca kilkakrotnych przejazdów po zaoranych już polu, oraz zintegrowana, gdzie wszystkie zabiegi wykonane były podczas jednego przejazdu, a koła ciągnika nie ugniatały gleby posiadającej już strukturę agregatową. Próby pobierano w 5 powtórzeniach w każdym z punktów pomiarowych, osobno z rzędu roślin i osobno z międzyrzędzia. W każdym z punktów pomiarowych pobierano przy tym glebę z głębokości 15 mm. Analiza statystyczna wyników wstępnych badań zmienności ilościowej struktury agregatowej wykazała bowiem, iż różnice między stanem struktury w warstwach 0-10, 0-20 i 0-30 mm są wprawdzie istotne, lecz niewielkie. Jak już wspomniano wcześniej, w każdej z pobranych prób wykonywano analizę ilościową struktury agregatowej metodą przesiewania na sucho. Określano przy tym udział następujących frakcji agregatów: 6,3 (6,3-10 mm), 4,0 (4,0-6,3 mm), 3,05 (3,05-4,0 mm), 1,0 (1,0-3,05 mm), 0,5 (0,5-1,0 mm), 0,25 (0,25-0,5 mm) i <0,25 (0-0,25 mm).

Podstawą do przeprowadzenia analizy statystycznej, indywidualnie dla każdej frakcji, było testowanie zgodności rozkładu prawdopodobieństwa reszt z rozkładem normalnym. Założenie to weryfikowano posługując się standardowymi testami Kołmogorowa-Smirnowa i χ^2 , a także graficznie, za pomocą normalnego wykresu reszt surowych. Okazało się, że w żadnym przypadku hipoteza o zgodności z rozkładem normalnym nie została odrzucona. Analiza wariancji pozwoliła natomiast stwierdzić istotność interakcji uprawa x dzień na poziomie istotności $\alpha = 0,01$, w odniesieniu do wszystkich analizowanych frakcji.

Na rysunku 3 przedstawiono graficznie zmienność czasową udziału tzw. frakcji erodującej (deflacyjnej, mniejszej od 0,25 mm) w wierzchniej warstwie gleby (0-15 mm) plantacji. Zamieszczone zależności opracowano przy tym na podstawie analizy ilościowej prób glebowych pobranych ze środkowej strefy międzyrzędzi plantacji. Analiza przedstawionych wyników wskazuje wyraźnie na

ochronną rolę zintegrowanej uprawy gleby. Podczas całego analizowanego okresu (63 dni) udział najmniejszej z analizowanych frakcji w wierzchniej warstwie gleby powstałej po zintegrowanej uprawie był bowiem znacząco niższy, niżli po uprawie tradycyjnej. Maksymalna różnica udziałów wynosiła przy tym 18%, średnia 12,7%, a minimalna 5%.

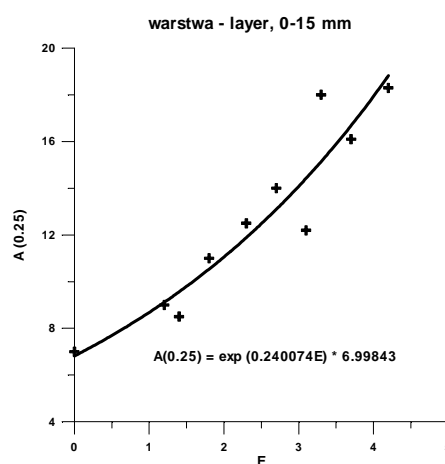


Rys. 3. Zmiany udziału procentowego frakcji erodującej (<0,25 mm) w wierzchniej warstwie gleby plantacji grochu, w okresie od kwietnia do lipca 2002 r.

Fig. 3. Temporal changes in the erodible soil aggregate fraction (<0.25 mm) in the topsoil layer of soil with a pea crop, from March to May, 2002

Stosunkowo niski udział frakcji erodującej (poniżej 10%) występował przy tym po zintegrowanej uprawie gleby w pierwszym tygodniu po wykonaniu siewu, a więc w okresie szczególnej podatności gleb lekkich na deflację. W całym analizowanym okresie udział ten utrzymywał się na ogólnie niskim poziomie, nie przekraczając wartości krytycznej dla przypowierzchniowej warstwy gleby, wynoszącej 15% [12]. Powyżej tej wartości natomiast utrzymywał się w analizowanym okresie udział frakcji deflacyjnej na poletkach uprawianych konwencjonalnie. W 7 przypadkach na 10 udział ten przekraczał tam nawet wyraźnie wartość 20%.

Na rysunku 4 przedstawiono z kolei zależność udziału frakcji erodującej (deflacyjnej) w wierzchniej warstwie gleby (0-15 mm) od nakładu energii jednostkowej tzw. płytkiego oddziaływania (wały i siewnik) zintegrowanej uprawy gleby. Jak już wspomniano, badania te podjęto celem wyjaśnienia różnic w strukturze agregatowej, występujących między międzyrzędziem a rzędem roślin. Chodziło także o określenie zakresu i ogólnego modelu statystycznego ewentualnej zmienności.



Rys. 4. Wpływ energii jednostkowej płytkiej uprawy zestawu zintegrowanego E (kJ·m⁻²) na zmienność struktury agregatowej A_{0,25} (%), wierzchniej warstwy gleby

Fig. 4. Changes of aggregate structure A_{0,25} (%) of top soil layer as influenced by shallow unitary tillage energy E (kJ m⁻²) of the integrated implement set

Zróżnicowanie nakładu energii jednostkowej uzyskano poprzez regulację masy segmentu wałów uprawowych i redlic oraz pobór prób z różnych stref oddziaływania. Przedstawione na rycinie wyniki badań wskazują, iż nakład energii tzw. płytkiego oddziaływania, zachodzącego podczas zintegrowanej uprawy gleby, jest istotnym czynnikiem kształtowania ogólnej podatości powstającej powierzchni pola na erozję eoliczną. Udział frakcji erodującej (<0,25 mm) bezpośrednio po samej orce wynosił bowiem średnio jedynie 7,5% i w miarę wzrostu nakładu energii przekazywanej przez wały uprawowe i zespoły robocze siewnika wzrósł aż do około 18,2%.

PODSUMOWANIE

Konwencjonalna, intensywna uprawa gleb lekkich i średnich, związana z kilkukrotnym oddziaływaniem na wierzchnią warstwę gleby znacznymi energiami uprawy prowadzi z jednej strony do powstawania najczęściej niekorzystnych stref nadmiernych zagęszczeń powodowanych przez koła ciągnika, z drugiej zaś, do destrukcji gleby i stymulacji procesów eolicznych [4,7,12]. Nasilanie się procesów erozyjnych może przy tym prowadzić do degradacji fizycznej gleb [11]. Zintegrowana uprawa gleby, polegająca na wykonywaniu orki, uprawy popłużnej i siewu lub sadzenia w jednym przejeździe ciągnika, pozwala natomiast uniknąć znacznej części tych niekorzystnych skutków uprawy [14]. Ciągnik nie zużywa bowiem energii na tworzenie koleiny, co jest głównym

źródłem oszczędności paliwa w tym systemie. Oszczędności te znajdują także wyraz w ochronie gleby. Powstająca na powierzchni pola struktura agregatowa może się przy tym cechować nie tylko korzystnie małym udziałem agregatów małych, zapewniającym odporność na deflację, ale i względnie dużą stabilnością [17].

W zanalizowanych powyżej wynikach badań starano się określić znaczenie zintegrowanej uprawy gleby w kształtowaniu odporności typowej gleby lekkiej (piasku gliniastego) na erozję eoliczną. Badania prowadzono przy tym w warunkach względnie szerokich międzyrzędzi (30 cm), a więc w warunkach stwarzających w okresie wiosennym, przy słabej jeszcze okrywie roślinnej i silnych wiatrach, realne zagrożenie deflacyjne. Antydeflacyjny charakter zintegrowanej uprawy gleby szczególnie wyraźnie zaznaczył się w udziale najmniejszej z analizowanych frakcji agregatów w wierzchniej warstwie gleby, frakcji 0-0,25 mm, potwierdzając tendencje wynikowe poprzednich badań [14]. Wyraźnie duże różnice w udziale tej frakcji na poletkach uprawianych tradycyjnie i integracyjnie, utrzymywały się przez cały okres badań, świadcząc o możliwości zapewnienia ochrony antydeflacyjnej plantacji grochu w okresie wiosennym. Badania wcześniejsze wskazywały przy tym, jak już wspomniano, na wyraźną różnicę w udziałach frakcji nieerozyjnych w wierzchniej warstwie gleby w międzyrzędziach i rzędach roślin, powstałych po zintegrowanej uprawie. Różnica ta wynika, jak wskazują wyniki niniejszej pracy, z różnych nakładów energii jednostkowej tzw. płytkiego oddziaływania. Wyniki te wskazują jednak, iż przekroczenie wartości krytycznej udziału frakcji erodującej w wierzchniej warstwie gleby zachodzi jedynie przy względnie wysokich nakładach tej energii, rzadko występujących przy zintegrowanej uprawie piasków gliniastych.

WNIOSKI

1. Zintegrowana uprawa gleby pozwala na istotne obniżenie udziału frakcji erozyjnych w wierzchniej warstwie gleby lekkiej, zapewniając obniżenie podatności eolicznej powierzchni pola w początkowym okresie wzrostu roślin.

2. Nakład tzw. energii jednostkowej płytkiego oddziaływania podczas zintegrowanej uprawy gleby wpływa istotnie na strukturę agregatową i podatność eoliczną wierzchniej warstwy gleby i winien być uwzględniany w projektowaniu zestawów maszynowych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Crovetto C.:** Stubble Over the Soil. ASA, WI 53711 USA, 237, 1996.
2. **Czarnowski M.:** O możliwości odwrócenia procesu stepowienia w Wielkopolsce przy pomocy pasów przeciwwietrznych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 7, 79-82, 1956.
3. **Davies P.:** Influence of organic matter content, moisture status and time after reworking on soil shear strength. J. Soil Science, 36, 299-306, 1985.

4. **Gomes L., Arrue J., Lopez M., Sterk G., Richard D., Gracia R., Sabre M., Gaudichet A., Frangi J.:** Wind erosion in a semiarid agricultural area of Spain: the WELSONS project. *Catena*, 52, 235-256, 2003.
5. **Hagen L.J.:** Wind erosion mechanics: abrasion of aggregated soil. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, 34, 4, 831-834, 1991.
6. **Hagen L.J., Podsiadłowski S., Skorupski D.:** Development of a tillage system to prevent soil pulverization and wind erosion. *Scientific Papers of Agric. University of Poznan, Poland. Agriculture*, 1, 15-27, 1999.
7. **Jonsson P.:** Wind erosion on sugar-beet fields in Scania – Sweden. *Agric. For. Meteorol.*, 62/3-4, 141-157, 1992.
8. **Kryzstofiak A., Podsiadłowski S.:** The method of calculating tillage unitary energy exp. for prediction of aeolian erosion process. *Proceedings of the Conference ESSC: The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures. Tenerife*, 1995.
9. **Margowski Z.:** Stosunki wodne gleb małej zlewni kompleksowo zadrzewionej w rejonie stepowienia Wielkopolski. *Roczn. WSR Poznań*, 27, 1970.
10. **Pabin J., Włodek S., Biskupski A., Runowska-Hryńczuk B., Kaus A.:** Ocena właściwości fizycznych gleby i plonowania roślin przy zastosowaniu uproszczeń uprawowych. *Inżynieria Rolnicza*, 6, 213-219, 2000.
11. **Pałys S.:** Wpływ erozji gleb i wieloletnich zabiegów przeciwoerozyjnych na kształtowanie się odpływu, rzeźby oraz pokrywy glebowej obszarów lessowych. *Rozpr. N. AR Lublin*, 67, 1980.
12. **Podsiadłowski S.:** Rola uprawy mechanicznej w stymulacji procesu erozji eolicznej gleb lekkich. *Rocz. AR Poznań*, 264: 48, 1995.
13. **Podsiadłowski S., Hagen L.:** Impact of tillage upon pulverizing erosion of a silty light loamy sand. *Proceedings of the Conference: The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures. Tenerife*, 1995.
14. **Podsiadłowski S., Hagen L.:** An Integrated tillage system to prevent pulverization and wind erosion of sandy soils. *Tillage at the Threshold of the 21ST Century: Looking Ahead. Proc. of 15TH Conf. of the ISTRO. Fort Worth, Texas. Paper no. 00-71-O, 12, 2000.*
15. **Podsiadłowski S.:** Zintegrowana uprawa gleby a erozja eoliczna. *Inżynieria Rolnicza*, 6, 225-231, 2000.
16. **Podsiadłowski S., Szkudlarek-Lipowy A., Kucharczyk L.:** Zintegrowana uprawa gleby jako czynnik ograniczania erozji eolicznej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 487, 275-284, 2002.
17. **Rząsa S., Owczarzak W.:** Compressibility of soil aggregate structure. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 397, 59-64, 1991.
18. **Skidmore E., Layton J.:** Dry-soil aggregate stability as influenced by selected soil properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51/1, 198-202, 1992.
19. **Soil Survey Staff.:** *Soil Taxonomy*. USDA, Washington, 754, 1975.
20. **Stach A., Podsiadłowski S.:** The effect of wind erosion on the spatial variability of cultivated soils in the Wielkopolska region (Poland). *Proc. of Inter. Conf. on Agric. Eng., AgEng-Oslo 98 (CIGR)*, paper no: 98-C-089, 1998.
21. **Stach A., Podsiadłowski S.:** Pulverizing and wind erosion as influenced by spatial variability of soils texture. *Quaestiones Geographicae*, 22, 67-78, 2002.
22. **Watts C.W., Dexter A.R.,:** A hand-held instrument for the in situ measurement of soil shear strength in the puddled layer of paddy fields. *J. Agric. Engng Res.* 54, 329-337, 1993.
23. **Wilusz Z.:** O "gospodarzej" ochronie przyrody zapoczątkowanej przez D. Chłapowskiego około r. 1820. *Przyr. Pol. Zach.*, 1/2, 11-28, 1957.
24. **Wodziczko A.:** *Stepowienie Wielkopolski*. 1, PTPN – Poznań, 1947.
25. **Young I.M., Mullins C.E.:** Factors affecting the strength of undisturbed cores from soils with low structural stability. *J. Soil Science*. 42, 205-217, 1991.

THE INTEGRATED TILLAGE SYSTEM IN WIND EROSION CONTROL

Stanisław Podsiadłowski

Institute of Agricultural Engineering, Agricultural University of Poznań
ul. Wojska Polskiego 50, 60-627 Poznań
e-mail: stapod@au.poznan.pl

Abstract. Wind erosion often occurs near the time of sowing of both spring and fall crops on the intensively-cultivated, sandy soils in Poland. The objectives of this study were to design and evaluate an integrated tillage system that could reduce the erosion hazard on the low-porosity, loamy sand soils that occupy large areas of crop land in Poland. Minimum tillage systems that preserve crop residues have been tested on these loamy sand soils. However, because of the low natural porosity, many of the crops traditionally grown on these soils, such as potatoes, sugar beets and barley, respond to minimum soil cultivation with low production. The integrated system modified the soil structure. It produced a larger fraction of non-erodible aggregates that had higher dry-aggregate stability at the soil surface when compared to the conventional tillage system. To achieve the first objective, an integrated tillage system was developed that performed plowing, pre-sowing, and sowing in a single tractor pass. Next, the integrated system was compared to other tillage systems to determine its relative effects on tillage energy distribution, soil structure and potential wind erosion.

Keywords: wind erosion, integrated tillage system