

OCENA PRZEMIESZCZENIA GLEBY POD WPŁYWEM ORKI GŁĘBOKIEJ*

Jerzy Rejman¹, Jan Paluszek²

¹Institut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-902 Lublin
e-mail: rejman@demeter.ipan.lublin.pl

²Institut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska, Akademia Rolnicza
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

Streszczenie. W badaniach prowadzonych na glebie płowej wytworzonej z lessu określano przemieszczenie gleby podczas orki głębokiej (do 23-24 cm). Orkę wykonano pługiem 3-skibowym wzdłuż zbocza o nachyleniu 12%. Jako znaczniki wykorzystano kostki sześcienne o boku 15 mm. Stwierdzono, że gleba uległa przemieszczeniu na średnią odległość 37,1 oraz 23,6 cm wzdłuż kierunku orki, odpowiednio dla zabiegu prowadzonego z góry i pod górę zbocza. Średnie przemieszczenie w poprzek kierunku orki wyniosło 39,2 oraz 39,8 cm, odpowiednio dla orki prowadzonej z góry i pod górę zbocza. Oznacza to, że corocznie wskutek orki głębokiej, z pasa pola o szerokości 1 m, przemieszczeniu w dół zbocza podlega 45,8 kg gleby. Przeprowadzone badania wskazują, że zabiegi uprawowe stanowią ważny czynnik w przekształcaniu rzeźby i gleb terenów erodowanych.

Słowa kluczowe: erozja uprawowa, orka płuzna, gleba lessowa

WSTĘP

Terminem erozja uprawowa określane jest przemieszczenie gleby pod wpływem narzędzi rolniczych. Wraz z wprowadzaniem do rolnictwa ciągników o coraz większej mocy, zwiększa się prędkość przeprowadzania zabiegów uprawowych, a tym samym większa ilość energii jest dostarczana do układu, który stanowi gleba. W wyniku wykonywanej pracy, coraz większa masa gleby jest przemieszczana na większą odległość. W Polsce pierwsze badania nad przemieszczaniem gleby pod wpływem zabiegów uprawowych rozpoczęto w latach 50-tych XX wieku [1,2,6,9]. Badania te koncentrowały się na doborze odkładnic dla orki prowadzonej w terenach górzystych oraz na określeniu przemieszczenia gleby przy różnym kierunku

*Praca wykonana w ramach projektu badawczego Nr 6P06 S 003 21 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 2001-2004.

uprawy. Badania prowadzono z pługami jedno-skibowymi konnymi i ciągnikowymi, posługując się różną metodyką. Na początku lat 60-tych, bezpośrednie badania nad erozją uprawową zostały przerwane. W latach następnych, jedynie w niektórych badaniach erozji mierzono łącznie przemieszczenie gleby pod wpływem erozji wodnej oraz uprawowej [3,10].

W latach 90-tych problem przemieszczania gleby wskutek zabiegów uprawowych (głównie orki płużnej) zyskał szeroką uwagę w literaturze zagranicznej. Powstało szereg prac badawczych, wskazujących że ilość gleby przemieszczana pod wpływem narzędzi uprawowych jest co najmniej równa erozji wodnej lub też ją wielokrotnie przewyższa [4,5,7,8,12].

Celem przeprowadzonych badań było określenie przemieszczenia gleby pod wpływem orki głębokiej prowadzonej przy pomocy typowego zestawu uprawowego dla średniej wielkości gospodarstwa rolniczego.

MATERIAŁY I METODY

Badania przeprowadzono na glebie płowej wytworzonej z lessu (Haplic Luvisols). Wierzchnia warstwa gleby (0-20 cm) charakteryzowała się zawartością 1% piasku, 65% pyłu, 34% iłu, w tym 11% iłu koloidalnego, substancja organiczna stanowiła 1,8%, a pH w KCl wynosiło 5,3. Orkę wykonano wzdłuż zbocza na skłonie o nachyleniu 12% na średnią głębokość 23-24 cm (4.11.2003). Zabieg przeprowadzono za pomocą pługa 3-skibowego o szerokości roboczej 80-90 cm, zawieszono do ciągnika C-360. Prędkość orki pod górę wynosiła $6,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, natomiast z góry na dół – $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Przed i po wykonaniu zabiegu, z warstwy ornej pobrano próby gleby w celu wyznaczenia gęstości i wilgotności gleby. Przed orką, gęstość objętościowa gleby wynosiła $1,42 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, po orce – $1,09 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Wilgotność gleby wynosiła, odpowiednio 16,6 i 16,0%.

Przemieszczenie gleby oceniano na podstawie zmiany położenia wprowadzonych do gleby sześciennych kostek aluminiowych (znaczników) o boku 15 mm. Kostki (ponumerowane i o różnych kolorach) zostały wprowadzone do otworów wydrążonych w glebie na głębokość 0, 5, 10, 15 i 25 cm, a przestrzenie między nimi uzupełniono glebą. Kostki umieszczono w 3 pasach o długości 1 m, oddalonych od siebie o 4 m, na przejazdach pod górę i z góry na dół. W obrębie poszczególnych pasów (powtórzeń), kolumny znaczników oddalone były od siebie o 10, 15 lub 20 cm. Łącznie w obrębie 1 pasa umieszczono 30, 35 lub 55 znaczników. Po wykonaniu orki, na obszarze potencjalnego przemieszczenia znaczników ostrożnie odślaniano glebę i określano położenie odnalezionych znaczników (głębokość, pozycję wzdłuż i w poprzek kierunku orki). Pozycję znacznika wzdłuż kierunku orki określano w rzucie prostokątnym na płaszczyznę, którą wyznaczały linia znaczników umieszczone na głębokości 24 cm oraz rama

pomiarowa, natomiast pozycję znacznika w poprzek kierunku orki – w rzucie prostokątnym na płaszczyznę prostopadłą do ramy pomiarowej. Przemieszczenie znaczników mierzono z dokładnością do 1 cm. Dodatkowo wyznaczono wskaźniki przemieszczenia uprawowego k [4]:

$$k = -D \rho_b B$$

gdzie: D – głębokość orki (m), ρ_b – gęstość objętościowa gleby ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$), B – współczynnik (m).

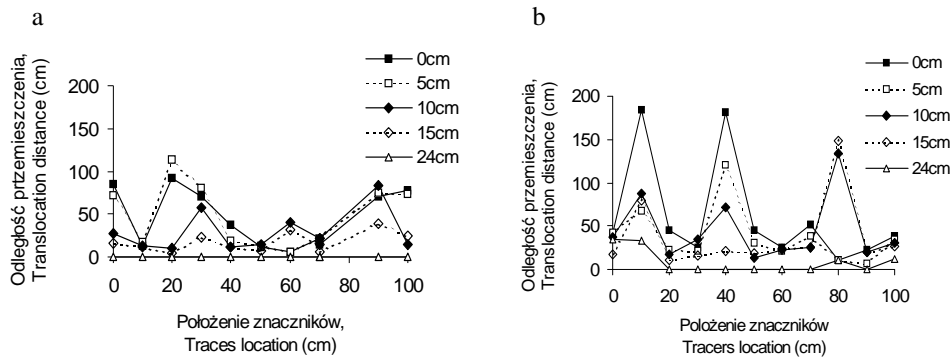
WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Podczas orki głębokiej przemieszczeniu uległy znaczniki umieszczone pierwotnie na głębokości 0, 5, 10, 15 i niektóre umieszczone na głębokości 24 cm (6 – podczas orki wykonywanej pod górę). Ze 120-tu znaczników umieszczonych na głębokościach od 0 do 24 cm, odnaleziono 116 i 115 znaczników, odpowiednio dla kierunku uprawy pod górę oraz z góry z boczka.

Przemieszczenie znaczników w kierunku orki (wzdłuż z boczka)

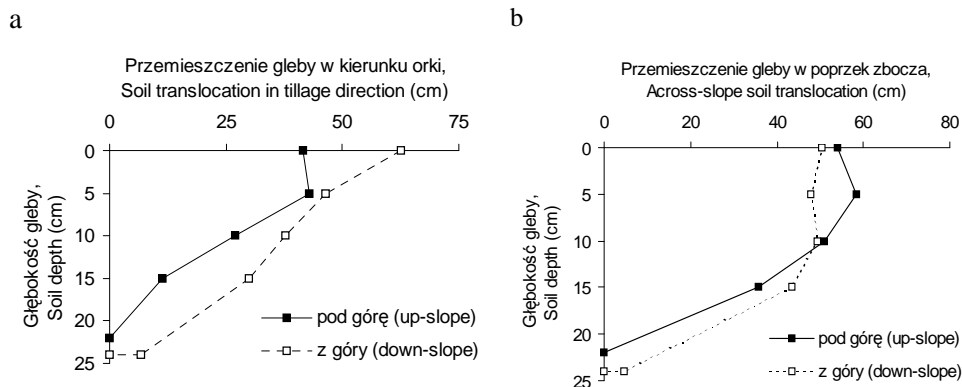
Odległości przemieszczenia przy orce wykonywanej z góry z boczka były większe w porównaniu do orki wykonywanej pod górę. Odległości charakteryzowały się dużą zmiennością ze współczynnikami zmienności w zakresie od 16 do 136% (przeważnie około 80%), (rys. 1). Tak znaczny rozrzut wartości wynika z budowy pługa. Zróżnicowanie odległości, odpowiadające 3 elementom roboczym jest widoczne zwłaszcza przy orce prowadzonej w dół z boczka. Na podobnie duży rozrzut wartości odległości przemieszczenia wskazują również inne badania [8,12]. Maksymalne odległości przemieszczenia dochodziły do 184 cm przy uprawie z góry i do 115 cm przy uprawie z dołu pod górę. Pomijając znaczniki na głębokości 24 cm, średnie przesunięcia znaczników przy kierunku orki z góry zawierały się od 20 do 70 cm, natomiast pod górę – od 9 do 41 cm (rys. 2a). Generalnie, znaczniki pierwotnie znajdujące się bliżej powierzchni zostały przemieszczone na dalsze odległości.

Średnie odległości przemieszczenia znaczników w kierunku orki wynosiły 37,06 oraz 23,61 cm, odpowiednio dla orki prowadzonej z góry i pod górę z boczka. Na podstawie średnich wartości przemieszczenia dla całego profilu wyznaczono objętość gleby przesuniętej z pasa o szerokości 1 m (głębokość orki 24 i 22 cm) oraz uwzględniając ciężar objętościowy gleby przed orką – masę gleby. Dla orki prowadzonej z góry na dół, całkowita masa przemieszczonej gleby wyniosła $126,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$, natomiast dla orki prowadzonej pod górę – $80,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$. Z porównania tych wartości wynika, że przemieszczeniu netto w dół z boczka podczas zastosowanej orki podlega $45,8 \text{ kg}$ z pasa pola o szerokości 1 m. Średnia odległość przemieszczenia netto (w dół z boczka) wyniosła 13,5 cm.



Rys. 1. Przemieszczenie znaczników umieszczonych na różnej głębokości w kierunku orki, a – orka wykonywana w górę zbocza, b – wykonywana w dół zbocza; oś X – początkowe położenie znaczników

Fig. 1. Translocation of tracers placed at various depth in tillage direction, a – up-slope and b – down-slope tillage, axis X – initial location of tracers



Rys. 2. Profil przemieszczenia gleby w kierunku (a) oraz w poprzek kierunku orki (b)

Fig. 2. Profile of soil translocation along (a) and across tillage direction (b)

Przemieszczenie znaczników prostopadłe do kierunku orki (w poprzek zbocza)

Odległości przemieszczenia przy orce wykonywanej z góry na dół były mniejsze w porównaniu do orki wykonywanej pod górę. Generalnie, odległości przemieszczenia w poprzek zbocza charakteryzowały się mniejszą zmiennością aniżeli wzdłuż przy współczynnikach zmienności wynoszących przeważnie 40-50%. Maksymalne odległości przemieszczenia dochodziły do 94 cm przy uprawie z góry na dół i do 131 cm przy uprawie pod górę. Średnie przesunięcie znaczników

(z pominięciem głębokości 24 cm) przy orce prowadzonej z góry wynosiło od 43,6 do 50,3 cm, natomiast pod górę – od 35,8 do 58,4 cm (rys. 2b). Dla całego profilu, średnie odległości przemieszczenia znaczników w prostopadłe do kierunku orki wynosiły 39,2 oraz 39,8 cm, odpowiednio dla orki prowadzonej z góry i pod górę zbocza. Oznacza to, że przemieszczeniu w poprzek orki (zbocza) podlega około 94 kg gleby.

Generalnie w literaturze rozważane jest przemieszczenie gleby w kierunku orki [4,5,8,12]. Prezentowane wyniki świadczą, że również przemieszczenie prostopadłe do kierunku orki bierze udział w modyfikacji rzeźby terenu, aczkolwiek jego wpływ jest zmniejszany na skutek stosowania w praktyce orki na zmianę, „na zwał i rozwał”. Wyniki przeprowadzonych badań świadczą, że orka przy wieloletnim okresie stosowania może doprowadzić do wyrównywania niewielkich form rzeźby, jak garby i niecki oraz częściowo przesłonić pierwotną rzeźbę terenu [11].

Przemieszczenie znaczników w kierunku pionowym

Generalnie, średnia głębokość, na której odnajdywano znaczniki była mniejsza przy orce wykonywanej z góry aniżeli pod górę. Niezależnie od początkowego położenia znaczników, po orce wykonanej pod górę, średnia głębokość zawierała się w przedziale od 9,2 do 12,8 cm (ze współczynnikami zmienności od 45 do 80%), a z góry – od 12,3 do 16,2 cm (ze współczynnikami zmienności od 40 do 56%). Wskutek spulchnienia wierzchniej warstwy gleby, znaczniki wprowadzone na głębokość 24 cm i nie poruszone przez pług, po orce znalazły się na głębokości 30 cm.

Wskaźnik przemieszczenia uprawowego (k)

Wyznaczoną wartość wskaźnika przemieszczenia uprawowego (k) zestawiono z wartościami obliczonymi dla danych literaturowych krajowych oraz porównano z wartościami z innych prac (tab. 1). Uzyskana w badaniach wartość k jest mniejsza od wartości otrzymanej w warunkach belgijskich i większa w porównaniu do wartości obliczonych na podstawie badań polskich prowadzonych w latach 50-tych. Wydaje się, że różnice są zależne od prędkości, szerokości roboczej oraz głębokości orki oraz gęstości gleby przed orką [4].

Tabela 1. Porównanie wartości wskaźnika przemieszczenia uprawowego (k) z przeprowadzonego eksperymentu oraz danych literaturowych dla orki płużnej wykonywanej wzdłuż zbocza (D – głębokość orki; B – współczynnik)

Table 1. Comparison of some tillage transport coefficient (k) values derived from the experiment and from literature for mouldboard plow performed along slope (D – plow depth; B – coefficient)

Źródło Source	Gleba – Soil	Zbocze Slope (%)	Prędkość orki Tillage speed ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)		B , (m)	D , (m)	k , ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$)
			Pod górę Up-slope	Z góry Down- slope			
Niniejsze badania This study	Gлина pylasta Silt loam	10-12	6,30	8,00	-0,56	0,24	190,8
[2] ¹	Gлина piaszczysta Sandy loam	14-26	2,9-4,0		-0,44	0,18	118,8
[9] ¹	Gлина – Loam	16-27	5,76		-0,43	0,18	116,1
[9] ^{1,2}	Gлина – Loam	16-27	1,44		-0,14	0,18	37,8
[5]	Gлина pylasta Silt loam	3-22	4,50		-0,62	0,28	260,4

¹ – przyjęta gęstość $1500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, pług 1-skibowy (assuming bulk density of $1500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, plough with 1 blade),

² – pług konny (horse plough).

WNIOSKI

Przeprowadzone badania nad przemieszczeniem gleby podczas orki głębokiej wykonywanej wzdłuż zbocza wykazały, że:

1. Znaczne ilości gleby są przemieszczane wzdłuż zbocza na odległości dochodzące maksymalnie do 2 m. W bilansie przemieszczenia przeważa transport netto w dół zbocza, który przy orce wykonywanej do głębokości 23-24 cm może wynieść $45,8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$.

2. Średnie odległości przemieszczenia gleby w poprzek kierunku orki (w poprzek zbocza) są nieznacznie większe w porównaniu do odległości przemieszczenia wzdłuż zbocza, co świadczy, że również ilości przemieszczenia bocznego gleby są znaczne ($94 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$).

3. Przeprowadzone badania świadczą że zabiegi uprawowe są ważnym, aczkolwiek powolnym czynnikiem modyfikującym urzeźbienie powierzchni oraz gleby terenów erodowanych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bac S.:** Wpływ pracy pługa na przemieszczenie gleb. *Rocz. Nauk Roln.*, 54, 61-80, 1950.
2. **Czyżyk W.:** Przemieszczenie gleby na zboczu pod działaniem orki. *Rocz. Nauk Roln.*, 71-F-1, 73-88, 1955.
3. **Froehlich W.:** Natężenie erozji gleb na stokach beskidzkich w świetle badań metodami klasycznymi i radioizotopowymi. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*, 315, 35-46, 1997.
4. **Govers, G.:** Tillage and translocation: emergence of a new paradigm in soil erosion research. *Soil and Tillage Research*, 51, 167-174, 1999.
5. **Govers G., Vandaele K., Desmet P., Poesen J., Bunte K.:** The role of tillage in soil redistribution on hillslopes. *European Journal of Soil Sciences*, 45, 469-478, 1994.
6. **Jankowski A.:** Orka na zboczach z punktu widzenia walki z erozją gleb. *Rocz. Nauk Roln.*, 73-F-4, 679-714, 1959.
7. **Lindstrom M.J., Nelson W.W., Schumacher T.E.:** Quantifying tillage erosion rates to moldboard plowing. *Soil and Tillage Research*, 24, 243-255, 1992.
8. **Lobb D.A., Kachanoski R.G., Miller M.H.:** Tillage translocation and tillage erosion in the complex upland landscapes of southwestern Ontario, Canada. *Soil and Tillage Research*, 51, 189-209, 1999.
9. **Martini Z.:** Rozważania dotyczące teorii pracy narzędzi rolniczych. *Rocz. Nauk Roln.*, 71-F-1, 57-72, 1955.
10. **Mazur Z.:** Zmiana rzeźby uprawnych zboczy lessowych w Elizówce. *Annales UMCS, E*, 27(10), 169-180, 1972.
11. **Rejman J., Turski R., Paluszek J.:** Spatial and temporal variations in erodibility of loess soil. *Soil and Tillage Research*, 46, 61-68, 1998.
12. **Van Muysen W., Govers G., Bergkamp G., Roxo M., Poesen J.:** Measurement and modeling of the effects of initial soil conditions and slope gradient on soil translocation by tillage. *Soil and Tillage Research*, 51, 303-316, 1999.

EVALUATION OF SOIL TRANSLOCATION DUE TO DEEP
MOULDBOARD PLOW*Jerzy Rejman¹, Jan Paluszek²*

¹Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-902 Lublin
e-mail: rejman@demeter.ipan.lublin.pl

²Institute of Soil Science and Environmental Management, University of Agriculture
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

Abstract. Soil translocation due to deep moldboard plow (up to 23-24 cm) was studied on a soil developed from loess. Tillage was performed with a 3-blade plough along a slope of 12%. Aluminium cubes of 15 mm edge-length were used as tracers. The studies showed that soil was displaced – on average – by a distance of 37.1 and 23.6 cm along tillage direction, respectively for down-slope and up-slope tillage. Average translocation across the slope (perpendicular to tillage direction) was 39.2 and 39.8 cm, respectively for down-slope and up-slope tillage direction. The results showed that each year about 45.8 kg of soil is displaced in down-slope direction from a field width of 1 m. The studies indicated that tillage implements are an important factor in relief and soil transformation of eroded areas.

Key words: tillage erosion, mouldboard plow, loess soil