

WPŁYW TECHNOLOGII UPRAWY ROLI NA FIZYCZNE WŁAŚCIWOŚCI PODORNEJ WARSTWY GLEBY GLINIASTEJ

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań wybranych właściwości fizycznych podornej warstwy gleby uprawianej w technologiach płużnej oraz bezorkowej. Oznaczano wartości gęstości objętościowej, porowatości, przepuszczalności powietrznej oraz przepuszczalności wodnej gleby. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że uprawa bezorkowa korzystniej wpływa na fizyczne właściwości podornej warstwy gleby niż uprawa płużna.

Wstęp

Zagęszczenie zaliczane jest do jednej z istotnych przyczyn degradacji gleby [12]. Utrudnia ono rozwój systemu korzeniowego uprawianych roślin [3] i pogarsza pobieranie substancji pokarmowych [5]. Jest także powodem zwiększonego zapotrzebowania na siłę uciągu maszyn uprawowych oraz przyspieszonego zużycia ich elementów roboczych [11]. Zagęszczoną glebę cechuje mała przepuszczalność wody [2] oraz deficyt tlenu [6]. Coroczna uprawa roli likwiduje zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby. Zagęszczenie warstwy podornej jest trudne do usunięcia, przez co wywiera wpływ na efektywność gospodarowania i środowisko [9].

Podczas zabiegu orki naciski na glebę przekazywane są zarówno przez koła ciągnika jak i elementy robocze pługa. Szczególnie krytyczna sytuacja jest spowodowana eksploatacją pługów zagonowych, gdy koła ciągnika poruszają się po dnie wyoranej bruzdy. Dochodzi wtedy do znacznego zagęszczenia podornej warstwy gleby i rozrarcia agregatów strukturalnych. Przerwaniu ulega system makroporów, przez co pogarsza się pionowa wodoprzepuszczalność gleby [10]. Duża energochłonność i mała wydajność uprawy płużnej jest przyczyną coraz częstszego stosowania uprawy bezorkowej, której skrajną formą jest technologia przygotowania roli do siewu w jednym przejeździe. Pomimo płytkiego spulchniania gleby, plony roślin uzyskiwane po uprawie bezorkowej są podobne do plonów uzyskiwanych w technologiach, w których podstawowym zabiegiem uprawowym jest orka [7].

Celem niniejszej pracy było porównanie wybranych właściwości fizycznych podornej warstwy gleby uprawianej w technologiach płużnej oraz bezorkowej. Porównywano wartości gęstości objętościowej, porowatości różnicowej, przepuszczalności powietrznej i przepuszczalności wodnej gleby.

Metodyka

Badania przeprowadzono w RZD Ostoja w województwie zachodniopomorskim, na polu gdzie przez siedem kolejnych lat prowadzono doświadczenie ściśle dotyczące porównania dwóch technologii uprawy gleby bezorkowej i płużnej. W czteropolewym zmianowaniu w plonie głównym uprawiano burak cukrowy, pszenicę ozimą, bobik, jęczmień ozimy oraz gorczycę jako międzyplon ścierniskowy. Uprawa płużna była wykonywana na głębokość 25 cm, a uprawa bezorkowa na głębokość 10 cm przy użyciu zestawu uprawowo-siewnego

składającego się z glebogryzarki, wału oraz siewnika. Poza uprawą roli i siewem nasion, w obu technologiach uprawy roślin wszystkie prace maszynowe były jednakowe.

Materiał glebowy do badań pobrano z warstwy podornej o miąższości 30-35 cm stosując cylinderki o objętości 100 i 236 cm³. Glebę pobraną do cylinderków mniejszych wykorzystano do oznaczania przepuszczalności wodnej. Pozostałe próbki gleby wykorzystano do oznaczania gęstości objętościowej, porowatości różnicowej oraz przepuszczalności powietrznej gleby. Skład mechaniczny, zawartość substancji organicznej, gęstość objętościową i porowatość różnicową oznaczano według typowej metodyki stosowanej w gleboznawstwie. Gęstość objętościową naturalną wyznaczono w oparciu o metodykę przedstawioną przez Wojtasika [13].

Do oznaczania przepuszczalności wodnej gleby zastosowano przyrząd przedstawiony na rys. 1. Podczas pomiaru próbki gleby były całkowicie nasycone wodą. Przepuszczalność wodną charakteryzowano za pomocą współczynnika filtracji wodnej (k_w), obliczanego na podstawie zmierzonego czasu przepływu wody przez cylinder zawierający próbkę gleby o nienaruszonej strukturze [4]:

$$k_w = \frac{F_2 \cdot h}{F_1 \cdot t} \cdot \ln \left(\frac{h_0}{h_1} \right)$$

gdzie:

F_1 - pole powierzchni przekroju cylinderka wypełnionego glebą [cm²],

F_2 - pole powierzchni przekroju poziomowskazu [cm²],

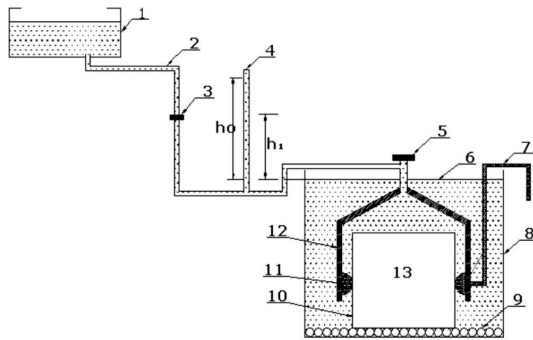
h - wysokość cylinderka wypełnionego glebą [cm],

h_0 - poziom wody w poziomowskazu przed rozpoczęciem pomiaru [cm],

h_1 - poziom wody w poziomowskazu po zakończeniu pomiaru [cm]

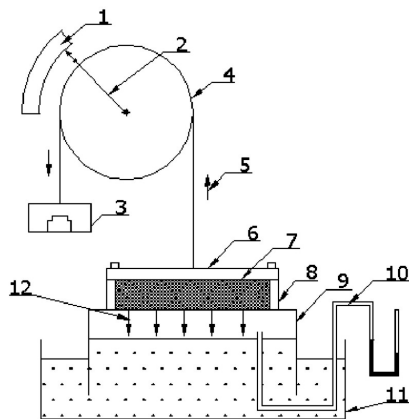
t - czas przepływu wody przez cylinderek wypełniony glebą [s].

Do wyznaczania przepuszczalności powietrznej gleby wykorzystano próbki gleby pobrane do cylinderków o średnicy wewnętrznej 100 mm i objętości 234 cm³. Przed przystąpieniem do pomiarów przeprowadzono stabilizację wilgotności odpowiadającą ciśnieniu porowemu wody $pF=1,8$ oraz 2,5. Przyrząd do oznaczania przepuszczalności powietrznej gleby przedstawiono na rys. 2. Pomiar polegał na wyznaczeniu czasu przepływu przez próbkę gleby znanej objętości powietrza.



Rys. 1. Schemat przyrządu do wyznaczania wartości współczynnika filtracji gleby: 1 - rezerwuuar wody, 2 - wodociąg, 3 - zawór odcinający, 4 - wyskalowany poziomowskaz, 5 - zawór odpowietrzający, 6 - poziom wody w zbiorniku, 7 - przewód doprowadzający sprężone powietrze, 8 - zbiornik napełniony wodą, 9 - ażurowe denko, 10 - cylinder, 11 - uszczelniaacz gumowo-pneumatyczny, 12 - pokrywa, 13 - badana próbka gleby

Fig. 1. Scheme of an instrument to marking the value of the coefficient of soil filtration: 1 - water reservoir, 2 - water pipe, 3 - stop valve, 4 - scaled water level indicator, 5 - deaerate valve, 6 - the level of water in a reservoir, 7 - compressed air pipe, 8 - reservoir filled with water, 9 - openwork lid, 10 - cylinder, 11 - rubber-pneumatic leak stopper, 12 - cover, 13 - tested soil sample



Rys. 2. Schemat przyrządu do oznaczania przepuszczalności powietrznej gleby: 1 - skala pomiarowa, 2 - wskazówka, 3 - szalka z obciążnikiem, 4 - obrotowa tarcza, 5 - kierunek ruchu pływaka, 6 - strzemię dociskające cylinderek wypełniony glebą do pływaka, 7 - badana próbka gleby, 8 - cylinderek, 9 - pływak, 10 - przewód zakończony U-rurką, 11 - zbiornik napełniony wodą, 12 - kierunek przepływu powietrza

Fig. 2. Scheme of an instrument to marking air penetrability of soil: 1 - measuring scale, 2 - hand, 3 - weight pan, 4 - rotatory disk, 5 - direction of the float's movement, 6 - the shackle pressing the soil cylinder against the float, 7 - tested soil sample, 8 - a cylinder, 9 - a float, 10 - a pipe ended with U-tube, 11 - a reservoir filled with water, 12 - direction of air flow

Tab. 1. Wybrane właściwości gleby
Table 1. Chosen soil properties

Zawartość próchnicy Content of humus	Gęstość fazy stałej Density of solid phase	Gęstość objętościowa naturalna Natural bulk density	Zawartość frakcji granulometrycznych Content of granulometric fractions		
			0,1-1,0 mm	0,02-0,10 mm	<0,02 mm
%	g·cm ⁻³	g·cm ⁻³	%	%	%
0,83	2,60	1,63	36,4	30,1	33,5

Wartość liczbowa przepuszczalności powietrznej (k_L) obliczano korzystając z poniżej podanej formuły:

$$k_L = \frac{V \cdot h \cdot \gamma}{S \cdot t \cdot p}$$

gdzie:

V - objętość powietrza [cm³],

S - pole powierzchni przekroju cylinderka z glebą [cm²],

t - czas przepływu powietrza przez cylinderek wypełniony glebą [s],

h - wysokość cylinderka wypełnionego glebą [cm],

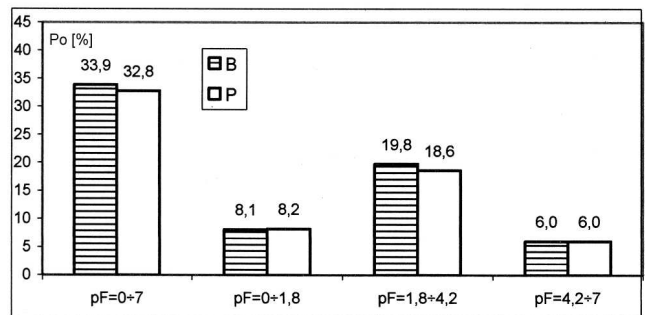
p - różnica ciśnień zmierzona przez U-rurkę [Pa],

γ - lepkość powietrza [Pa·s].

Wyniki badań

W tab. 1 podano właściwości badanej warstwy gleby. Na podstawie zawartości frakcji granulometrycznych glebę sklasyfikowano jako glinę średnią pylastą.

Na podstawie wykonanych oznaczeń stwierdzono, że gęstość objętościowa gleby znajdującej się w warstwie podornej była po uprawie płuznej (1,75 g·cm⁻³) istotnie większa niż po uprawie bezorkowej (1,72 g·cm⁻³). Porowatość całkowita gleby wynosiła odpowiednio 32,8% oraz 33,9% (rys. 3). Zawartość porów aeracyjnych o średnicy większej od 50 μ m (pF<1,8) była w obu technologiach zbliżona. Istotna dla vegetacji roślin łączna objętość porów o średnicy zastępczej 50-0,2 μ m (pF1,8-4,2), tj. gromadzących wodę dostępną dla roślin, była po stosowaniu uprawy bezorkowej o ponad 1% większa. Objętość porów mniejszych od 0,2 μ m (pF>4,2), zawierających wodę niedostępną dla roślin była w obydwu technologiach identyczna.

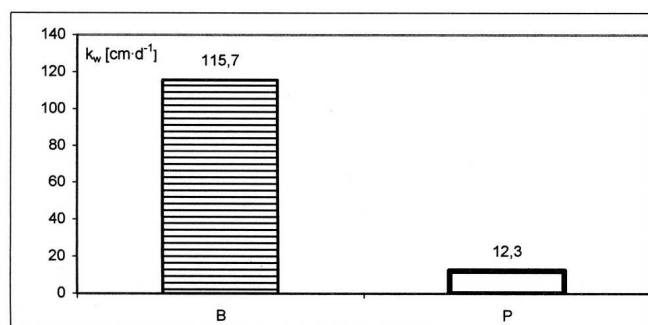


Rys. 3. Porowatość (Po) podornej warstwy gleby po uprawie płuznej (P) oraz po uprawie bezorkowej (B)

Fig. 3. Porosity (Po) of the subsoil layer after plough tillage (P) as well as after no tillage cultivation (B)

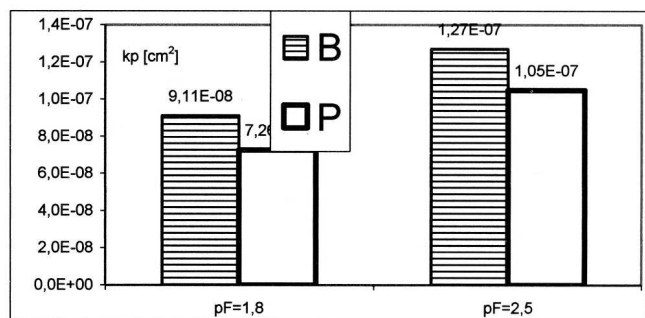
Na rys. 4 przedstawiono wyniki pomiarów przepuszczalności wodnej. Znacznie większe wartości współczynnika filtracji gleby uzyskano po uprawie bezorkowej 115,7 cm·d⁻¹. Przepuszczalność tę można ocenić jako bardzo dobrą [1]. Współczynnik filtracji gleby po uprawie płuznej był ponad

dziewięciokrotnie mniejszy i wynosił $12,3 \text{ cm}\cdot\text{d}^{-1}$. W tym przypadku przepuszczalność gleby oceniono jako małą. Przypuszczalnym powodem tak małej wartości współczynnika filtracji w tej technologii uprawy była podeszwa płuzna.



Rys. 4. Wartości współczynnika filtracji podornej warstwy gleby po uprawie płuznej (P) oraz po uprawie bezorkowej (B)
Fig. 4. Values of filtration coefficient of the subsoil layer after plough tillage (P) as well as after no tillage (B)

Stwierdzono także korzystny wpływ uprawy bezorkowej na przepuszczalność powietrzną gleby (rys. 5). Po odwodnieniu porów o średnicy zastępczej większej od $10 \mu\text{m}$ ($pF=2,5$), po obu technologiach uprawy stwierdzono małą przepuszczalność powietrzną gleby [8]. Po uprawie bezorkowej przepuszczalność powietrzną była jednak o około 25% większa. Przy większej wilgotności gleby ($pF=1,8$) przepuszczalność powietrzną oceniono jako bardzo małą. Korzystniejsze wartości uzyskano po uprawie bezorkowej. Były one o około 25 % większe niż po uprawie płuznej.



Rys. 5. Przepuszczalność powietrzna (k_p) podornej warstwy gleby po uprawie płuznej (P) oraz po uprawie bezorkowej (B)
Fig. 5. Air penetrability (k_p) of subsoil layer after plough tillage (P) as well as after no tillage (B)

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski dotyczące właściwości podornej warstwy gleby:

1. Stosowanie bezorkowej uprawy roli korzystnie wpływa na kształtowanie wartości ważnych dla vegetacji roślin fizycznych właściwości gleby.

2. W porównaniu z uprawą płuzną, po wieloletnim stosowaniu bezorkowej uprawy roli, stwierdzono następujące zmiany wartości fizycznych właściwości gleby:
 - o 1,1 % większą porowatość całkowitą gleby (33,9 %),
 - o 1,2 % większą objętość porów gromadzących wodę dostępną dla roślin (19,8 %),
 - o $0,03 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ mniejszą gęstość objętościową gleby ($1,72 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$),
 - ponad dziewięciokrotnie większą wartość współczynnika filtracji ($115,7 \text{ cm}\cdot\text{d}^{-1}$),
 - o 25% większą przepuszczalność powietrzną gleby ($0,91 \div 1,27 \text{ cm}^2\cdot 10^{-7}$).

Literatura

- [1] AG Boden. 1994. Bodenkundliche Kartieranleitung. 4 Auflage. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- [2] Alakukku L. 1996. Persistence of soil compaction due to high load traffic. II Long-term effect on the properties of fine - textured and organic soils. Soil Tillage Res. 37 (4), 223-238.
- [3] Dumbeck G. 1984. Einfluß außergewöhnlicher Druckbelastung auf das Bodengefüge und die Durchwurzelung. Mittlgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 40, 61-62.
- [4] Hartge K.H. 1966. Ein Haubenpermeameter zum schnellen Durchmessen zahlreicher Stechzylinderproben. Z. f. Kulturtechn. u. Flurber., 7, 155-163.
- [5] Haunz F.X., Maidl F.X., Fischbeck G. 1991. Auswirkungen von Bodenverdichtungen auf die Dynamik von Boden- und Düngerstickstoff unter Winterweizen. Z. f. Pflanzenern. und Bodenkunde 155, 129-134.
- [6] Hodara J., Domżał H. 1991. A preliminary study on the durability of the effects of compaction on a brown soil derived from loess. Soil Tillage Res. 19, 255-262.
- [7] Jurga J., Kufel K. 1988. Minimalna uprawa gleby. Materiały konferencji „Nowe techniki i technologie produkcji rolniczej”. Koszalin-Strzekęcın, wrzesień 1988, AR Szczecin, SITR Koszalin, s. 11-15.
- [8] Kmoch H.G., Hanus H. 1966. Vereinfachte Methodik und Auswertung der Permeabilitätsmessung des Bodens für Luft. Z. f. Pflanzenern. und Bodenk. 111, s. 1-10.
- [9] Lipiec J., Pabin J., Tarkiewicz S. 1998. Soil compaction in Poland: Assessment and effects. Proceedings of the 1th workshop of Concerned Action on Subsoil Compaction. 28-30 May 1998, Wageningen, s. 130-143.
- [10] Miatkowski Z. 1998. Zagęszczenie podglebia jako element procesu fizycznej degradacji gleb. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 460, s. 431-443.
- [11] Rusanov V.A. 1991. Effects of wheel and track traffic on the soil and on crop growth and yield. Soil Tillage Res. 19, 131-143.
- [12] Strategia tematyczna w dziedzinie ochrony gleby, 2006. www.ec.europa.eu/environment/soil.
- [13] Wojtasik M. 1995. Gęstość naturalna gleb. WSP Bydgoszcz: 120.

The influence of tillage technology on physical characteristic of subsoil layer of loamy soil

Summary

The results of investigations of some chosen proprieties of subsoil layer cultivated in plough and no tillage technologies are presented in the paper. The values of bulk density, porosity, and air permeability as well as water penetrability of the soil were marked. On the basis of conducted investigations it was stated that no tillage cultivation influences on physical proprieties of subsoil layer more profitably than plough tillage.