

WPLYW ZAGĘSZCZENIA GLEBY W WARSTWIE PODORNEJ NA WZROST PSZENICY W DOŚWIADCZENIU FITOTRONOWYM

J. Lipiec, A. Nosalewicz

Instytut Agrofizyki PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290, Lublin 27
e-mail: agrof@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie. Przeprowadzono badania fitotronowe nad wpływem zagęszczenia warstwy podornej gleby płowej wytworzonej z utworów pyłowych (Płaskowyż Świdnicki) na początkowy wzrost systemu korzeniowego i części nadziemnych pszenicy (*Triticum aestivum* L.). Próbki glebowe o nienaruszonej strukturze pobrano do pojemników o wymiarach 20 × 20 × 20 cm z głębokości 25–45 cm z miejsc o dużej (nawroty) i małej gęstości gleby. Nad warstwą podorną umieszczono pojemniki z 10-centymetrową warstwą gleby luźnej, w której umieszczono siewki pszenicy. Stwierdzono, że korzenie pszenicy w obiektach z glebą o wysokiej gęstości były grubsze i koncentrowały się głównie w wierzchniej części warstwy podornej, natomiast w obiektach z glebą o małej gęstości ich rozmieszczenie było bardziej równomierne. Wzrost części nadziemnych był znacznie słabszy w obiektach z glebą bardziej zagęszczoną.

Słowa kluczowe: warstwa podorna, gęstość gleby, pszenica, system korzeniowy.

WSTĘP

Głównym czynnikiem powodującym wzrost zagęszczenia gleb uprawnych jest stosowanie ciężkich maszyn i narzędzi rolniczych podczas uprawy i zbioru roślin. W gospodarstwach wysoce zmechanizowanych powierzchnia pola uprawnego jest 2,5 krotnie pokryta śladami kół przy uprawie zbóż i 5-krotnie przy uprawie roślin okopowych [1]. Szczególnie duży wzrost gęstości występuje podczas jesienno-zimowego zbioru roślin okopowych, kiedy gleba jest wilgotna i tym samym podatna na zagęszczenie [4]. W tych warunkach zagęszczanie gleby występuje także w warstwie podornej, gdzie jest ono długotrwałe lub nawet nieodwracalne. Wraz ze wzrostem zagęszczenia zmniejsza się porowatość ogólna gleby i udział porów małych [7]. Zmiany te prowadzą do ograniczonego wzrostu korzeni

większości roślin uprawnych oraz zmniejszonego pobierania wody z niżej położonych warstw profilu glebowego [2]. Celem niniejszych badań było określenie wpływu różnego stanu zagęszczenia gleby w warstwie podornej na początkowy wzrost pszenicy w kontrolowanych warunkach fitotronowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na glebie płowej wytworzonej z utworów pyłowych (Płaskowyż Świdnicki). Gleby te charakteryzują się dużą podatnością na zagęszczenie, co wiąże się z małą zawartością substancji organicznej i równomiernym uziarnieniem. Obiektami badań były dwa miejsca tego samego pola: o małym (obiekt L) i dużym (obiekt Z) natężeniu przejazdów kół pojazdów rolniczych. Glebę o nienaruszonej strukturze z warstwy podornej (25–45 cm) pobrano do metalowych wazonów o objętości 8 dm^3 ($20 \times 20 \times 20 \text{ cm}$) w trzech powtórzeniach dla każdego z obydwu obiektów. Gęstość objętościowa gleby w tej warstwie wynosiła $1,50 \text{ Mg m}^{-3}$ w obiekcie L i $1,72 \text{ Mg m}^{-3}$ w obiekcie Z. W każdym z wazonów umieszczono rurki ceramiczne wypełnione wodą i połączono je węzłami polietylenowymi ze zbiornikami wody i pompą próżniową [9]. Układ ten pozwolił na utrzymanie pożądanego potencjału wody glebowej w zakresie od -350 do -490 hPa (pF 2,6–2,7). Następnie nad warstwami podornymi umieszczono pojemniki o wysokości 10 cm z glebą luźną z warstwy ornej. Siewki pszenicy (6 w każdym wazonie) o zbliżonej długości korzeni zarodkowych (około 1 cm) umieszczono w pojemnikach z glebą luźną na głębokości 2 cm. Następnie powierzchnię gleby przykryto 1-centymetrową warstwą perlitu w celu ograniczenia ewaporacji do minimum. Tak przygotowane wazon-y doświadczalne rozmieszczono losowo w fitotronie.

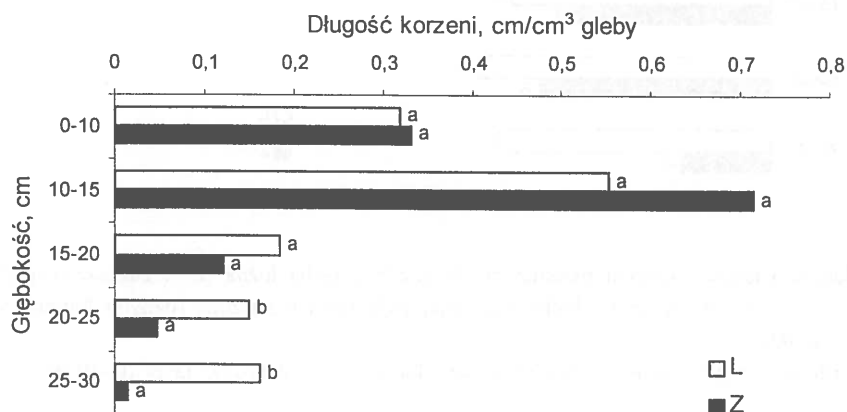
Warunki wzrostu, podczas 29-dniowego okresu, doświadczenia były następujące: długość dnia – 16 godzin i nocy – 8 godzin; temperatura 22°C w dzień i 18°C w nocy; wilgotność względna powietrza 75%; natężenie oświetlenia $52,5 \cdot 10^3 \text{ lx}$. Wzrost w fitotronie pozwolił wyeliminować wpływ różnych warunków pogodowych na wzrost roślin. Podczas wzrostu mierzono wysokość roślin i opór dyfuzyjny liści (25-go dnia po siewie) za pomocą miernika emisji pary wodnej Mk3 (Eijkelpamp, Holandia). Po zakończeniu doświadczenia określono powierzchnię liści przy użyciu miernika Delta-T z kamerą RCA TC 7000, długość i średnicę łodyg oraz suchą masę części nadziemnych roślin. Po oddzieleniu

korzeni od gleby zmierzono długość korzeni na podstawie liczby przecięć linii skanujących (miernik Delta-T z kamerą 110V) z korzeniami oraz określono ich suchą masę.

WYNIKI BADAŃ

Wzrost korzeni

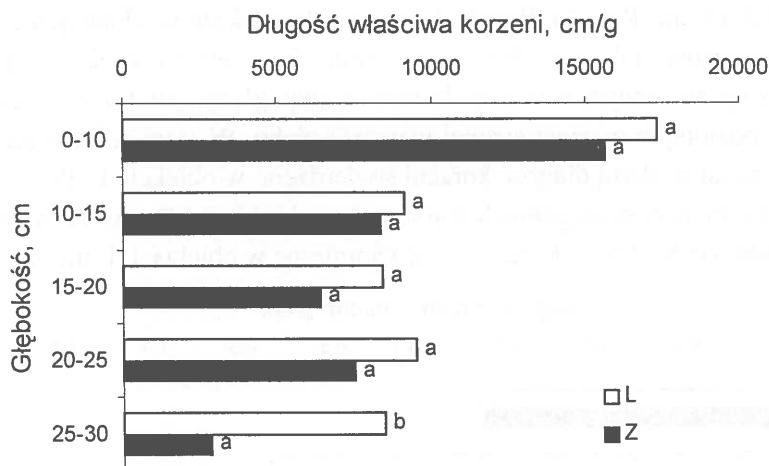
Rysunek 1 wskazuje na to, że długość korzeni roślin w wierzchniej luźnej warstwie była podobna w obu obiektach, natomiast w warstwie podornej była ona wyraźnie zróżnicowana w poszczególnych obiektach. W górnej części warstwy podornej (10–15 cm, Rys. 1) długość korzeni była większa w obiektach z glebą mocno zagęszczoną (Z) niż słabo zgęszczoną (L). Jest to związane przede wszystkim z ograniczonym wzrostem korzeni w głąb gleby, jak też ich wzrostem w kierunku poziomym w zagęszczonej warstwie gleby. W niższych położonych warstwach natomiast większą długość korzeni stwierdzono w obiekcie L. Porównanie długości korzeni w poszczególnych warstwach wskazuje na to, że ich rozmieszczenie w badanym profilu było bardziej równomierne w obiektach L niż Z.



Rys. 1. Długość korzeni w obiektach z glebą luźną (L) i zagęszczoną (Z) w warstwie 10–30 cm. Wartości w obrębie tej samej głębokości oznaczone różnymi literami są istotnie różne (p 0,05).

Fig. 1. Root length density in treatments with loose (L) and dense (Z) layer 10–30 cm.

Większe wartości długości właściwej korzeni (iloraz długości i suchej masy korzeni w cm/g) (Rys. 2) w obiektach z zagęszczoną warstwą podorną (Z) niż w obiektach L wskazują pośrednio na pogrubienie i mniejsze rozgałęzienie korzeni wraz ze wzrostem gęstości gleby. Pogrubienie korzeni w obiektach Z jest reakcją na brak porów o średnicy równej lub większej od nich samych. Średnica większości korzeni pszenicy waha się od 0,18 do 0,22 mm [2]. Podobne reakcje korzeni obserwowano również wraz ze wzrostem gęstości gleby w warstwie ornej [2, 5]. Zwiększenie średnicy łączy się często ze zwiększeniem ciśnienia wywieranego przez korzenie podczas wzrostu i może zwiększać zdolności penetracji korzeni przez warstwy stawiające wysoki opór mechaniczny.



Rys. 2. Długość właściwa korzeni pszenicy w obiektach z glebą luźną (L) i zagęszczoną (Z) w warstwie 10–30 cm. Wartości w obrębie tej samej głębokości oznaczone różnymi literami są istotnie różne ($p < 0,05$)

Fig. 2. Specific root length of wheat in treatments with loose (L) and dense (Z) layer 10–30 cm.

Części nadziemne roślin

Stwierdzono wyraźną reakcję części nadziemnych na wzrost zagęszczenia gleby w warstwie podornej (Tabela 1). Powierzchnia i sucha masa liści w obiektach z glebą zagęszczoną była o 37% mniejsza w obiektach z glebą luźną. Różnice te były statystycznie istotne. Obniżenie suchej masy łodyg było relatywnie

mniejsze (16%) i wynikało zarówno ze zmniejszonej długości jak też średnicy łodyg.

Tabela 1. Wybrane parametry wzrostu pszenicy w obiektach z glebą luźną (L) i zagęszczoną (Z) w warstwie 10–30 cm

Table. 1. Selected growth parameters of wheat in treatments with loose (L) and dense (Z) layer 10–30 cm

Obiekt	Powierzchnia liści (cm ² /roślinę)	Sucha masa liści (mg/roślinę)	Sucha masa łodyg (mg/roślinę)	Długość łodyg (cm)	Średnica łodyg (mm)
L	22,0 a*	106 a	66,7a	11,8 a	1,8 a
Z	13,9 b	82 b	55,7a	9,3 a	1,4 b

*Wartości w tej samej kolumnie oznaczone różnymi literami są istotnie różne (p 0,05)

Opór dyfuzyjny liści

Średnia wartość oporu dyfuzyjnego liści zmierzonego 25-go dnia po siewie wynosiła 4,4 s/cm w obiektach L i 6,4 s/cm w obiektach Z. Różnica między tymi wartościami była statystycznie istotna. Wzrost oporu dyfuzyjnego liści w obiektach Z może być wynikiem zmniejszonego systemu korzeniowego oraz zwiększonej oporności hydraulicznej korzeni. Mechanizm zmniejszenia stopnia otwarcia szparek liściowych na niekorzystne warunki fizyczne w glebie nie jest jeszcze dokładnie poznany. Niektórzy autorzy [6, 8] wskazują na to, że sygnały o warunkach stresowych w obrębie korzeni są prawdopodobnie przenoszone przez hormony wzrostu, a wzrost stężenia kwasu abscyzynowego i obniżenie ciśnienia turgorowego w komórkach szparkowych prowadzą do zamykania szparek liści.

WNIOSKI

1. Zastosowana w pracy metodyka badań pozwoliła na określenie wpływu różnych gęstości gleby w warstwie podornej na początkowy wzrost korzeni pszenicy i części nadziemnych pszenicy.
2. Wzrost zagęszczenia gleby w tej warstwie prowadzi do zmniejszenia wielkości systemu korzeniowego pszenicy, koncentracji korzeni w wierzchniej warstwie gleby i ich pogrubienia.

3. Powierzchnia i sucha masa liści oraz długość i średnica łodyg były istotnie mniejsze, a opór dyfuzyjny istotnie większy w obiektach z glebą zagęszczoną niż luźną.

PIŚMIENNICTWO

1. **Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A., Turski R., Hodara J.:** Ugniatanie jako czynnik kształtujący fizyczne właściwości gleby. *Rocz. Nauk Roln., seria D*, 198, 1984.
2. **Gliński J., Lipiec J.:** *Soil Physical Conditions and Plant Roots*. CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A., 250 pp., 1990.
3. **Lipiec J., Ishioka T., Hatano R., Sakuma T.:** Effects of soil structural discontinuity on root and shoot growth and water use of maize. *Plant and Soil*, 157, 65–74, 1993.
4. **Lipiec J., Simota C.:** Role of soil and climate factors influencing crop responses to compaction in Central and Eastern Europe. In: B.D. Soane and C. Ouwerkerk van (Editors), *Soil Compaction in Crop Production*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 365–390, 1994.
5. **Materechera S.A., Dexter S.A., Alston A.M.:** Penetration of very strong soils by seedling roots of different plant species. *Plant and Soil*, 135, 31–41, 1991.
6. **Tardieu F., Davies W.J.:** Growth and functioning of roots and root systems subjected to soil compaction. Towards a system with multiple signalling. *Soil and Tillage Research*, 30, 217–234, 1993.
7. **Walczak R.:** Model investigations of water holding energy in soils of different compaction. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 197, 11–43, 1977.
8. **Whalley W.R., Dexter A.R.:** Root development and earthworm movement in relation to soil strength and structure. *Arch. Acker-Pfl.Boden.*, 38, 1–40, 1994.
9. **Whalley W.R., Lipiec J., Stępniewski W. and Tardieu F.:** Control and measurement of the physical environment in root growth experiments. In: Smit et al. (Eds.) „*Handbook of Methods in Root Research*“. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 75–112, 2000.

EFFECT OF SUBSOIL COMPACTION ON WHEAT GROWTH
IN A GROWTH CHAMBER EXPERIMENT

J. Lipiec, A. Nosalewicz

Institute of Agrophysics PAS, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27, Poland

Summary. The effect of subsoil bulk density on the root and shoot growth, water use and stomatal diffusive resistance of wheat (*Triticum aestivum* L.) was evaluated in a 29 day growth chamber experiment. Subsoil samples at different compaction level with undisturbed structure of silty loam soil from inside field (F) and headlands (H) were used. The samples were taken into containers 20 × 20 × 20 cm from the depth of 25–45 cm. The subsoil was then overlaid by a 10 cm deep loose soil passed through a 4 mm sieve. Topsoil and subsoil layers were separated by 1 cm perlite layer to determine water uptake separately from both layers. An increase in subsoil compaction resulted in higher penetration resistance, a greater surface accumulation of roots in upper part of the subsoil and lower plant height and leaf area.

Keywords: subsoil, soil bulk density, wheat, root system.