

WPLYW WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH AGREGATÓW  
GLEBOWYCH NA WZROST PSZENICY  
W POCZĄTKOWEJ FAZIE ROZWOJU\*

*M. Turski*

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

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań nad wzrostem korzeni i części nadziemnych pszenicy w zależności od stanu fizycznego agregatów glebowych składających się na środowisko wzrostu i rozwoju roślin. Stwierdzono, że wzrost roślin był najintensywniejszy w przypadku agregatów wielkości 5-3 mm przy pF 2,2. Czynnikiem limitującym wzrost korzeni w porach wewnątrzagregatowych był opór penetrometryczny pojedynczych agregatów glebowych, większy w rędzinie niż w glebie płowej oraz mniejszy dla agregatów o mniejszej średnicy.

Słowa kluczowe: agregaty glebowe, wzrost roślin.

WSTĘP

Gleba jako środowisko wzrostu i rozwoju roślin spełnia wielorakie funkcje. Jedną z najważniejszych jest zaopatrzenie roślin w wodę przy jednoczesnym zapewnieniu dostępu tlenu do ich korzeni. Funkcje te są w dużym stopniu uwarunkowane przez strukturę gleby, która w przypadku gleb ornych jest wynikiem zabiegów uprawowych. Za najkorzystniejszą z punktu widzenia rolniczego strukturę gleby uważa się strukturę agregatową, w szczególności drobno-agregatową. Wielkość agregatów glebowych determinuje rozkład wielkości porów w glebie, decydujący o wymianie wody i gazów w układzie gleba - roślina [2,4,5]. Jest też czynnikiem wpływającym na ich wodotrwałość [7]. W okresie początkowego

---

\*Praca została częściowo wykonana w projekcie KBN Nr 5 P06B 027 18.

wzrostu roślin, tj. bezpośrednio po siewie, właściwości fizyczne agregatów glebowych mają wpływ zarówno na wschody roślin, jak i na wzrost korzeni. Ilość wody i składników mineralnych pobranych z agregatów glebowych związana jest z proporcją korzeni penetrujących wnętrza agregatów glebowych i korzeni rosnących w przestrzeniach międzyagregatowych. Głównymi parametrami fizycznymi warunkującymi zasiedlanie agregatów glebowych przez korzenie roślin są zdolność do retencjonowania wody, opór mechaniczny oraz natlenienie. Są one ściśle związane ze stanem uwilgotnienia oraz typem gleby.

Praca ta ma na celu ocenę zdolności wnikania korzeni pszenicy do wnętrza agregatów glebowych w zależności od ich stanu fizycznego.

### MATERIAŁY I METODY

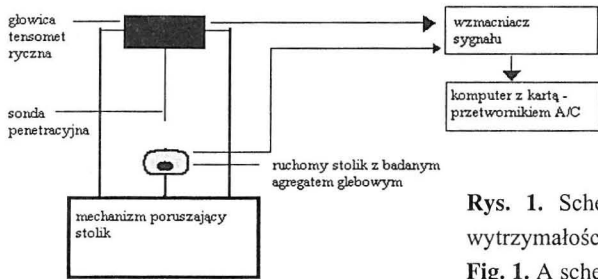
Agregaty glebowe pobrano z poziomów ornych (Ap) gleb dwóch typów: rędziny (Pagóry Chełmskie – oznaczona jako R) oraz gleby płowej (Płaskowyż Kolbuszowski – oznaczona jako P). Po wysuszeniu w laboratorium zostały one rozdzielone na sitach na trzy klasy wielkości:

1. 10-7 mm,
2. 5-3 mm,
3. 3-1 mm.

Każda z klas agregatów została podzielona na trzy podklasy, różniące się stanem uwilgotnienia. Wilgotności prób odpowiadały potencjałowi wody glebowej wynoszącemu odpowiednio: -5 kPa (pF ~1,8 – zawartość wody powyżej połowej pojemności wodnej), -15 kPa (pF ~2,2 – zawartość wody zbliżona do połowej pojemności wodnej) oraz -60 kPa (pF ~2,8 – zawartość wody odpowiadająca wilgotności początku hamowania wzrostu roślin). Dla każdej z kombinacji zmierzono opór penetrometryczny wnętrza agregatów glebowych przy użyciu aparatury i programu komputerowego do pomiarów wytrzymałościowych (Rys. 1). Zestaw ten składa się z układu dźwigowego przesuwającego analizowany agregat z obrotowym potencjometrem przekształcającym informację o położeniu stolika na sygnał, który jest następnie konwertowany do formy cyfrowej, głowicy tensometrycznej zakończonej sondą penetracyjną, układu wzmacniaczy oraz komputera z programem do obróbki zebranych danych [3,6].

W doświadczeniu wazonowym użyto agregatów o tych samych parametrach wypełniających wazon o wysokości 30 cm i średnicy 15 cm, przygotowane w następujący sposób: na warstwę części ziemistych gleb o miąższości ok. 10 cm nałożono 15 cm warstwę agregatów glebowych. Agregaty pokryto niewielką (ok. 2 cm) warstwą siewną złożoną z części ziemistych. Do każdego z wazonów wysiano po trzy

nasiona pszenicy odmiana Ismena. Wzrost roślin w wazonach trwał 21 dni. W jego trakcie ustalono następujący cykl dobowy: dzień - 14 h, noc - 10 h. Podczas dwóch pierwszych i czterech ostatnich godzin dnia intensywność oświetlenia była zredukowana o ok. 33%. Temperatura otoczenia wazonów w dzień wynosiła ok. 25°C, w nocy zredukowana była do ok. 20°C. Po 21 dniach zmierzono wysokość roślin, powierzchnię liści oraz natężenie fotosyntezy. Natężenie fotosyntezy zmierzono przy użyciu aparatu CI-301PS, produkcji CID, Inc. USA.



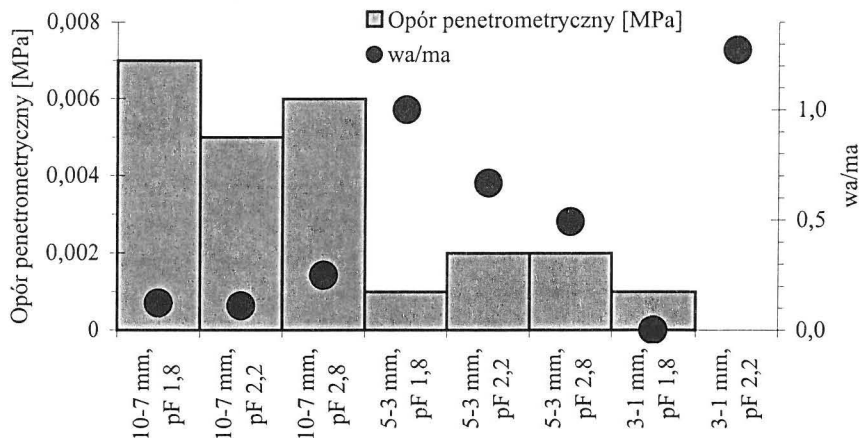
**Rys. 1.** Schemat zestawu do badań wytrzymałościowych.

**Fig. 1.** A scheme of a set for resistance investigations.

Kolejnym etapem badań było wykonanie przekroju poprzecznego przez każdy z wazonów, na głębokości ok. 5 cm od powierzchni gleby. Na przekrojach określono rozmieszczenie korzeni oraz policzono liczbę korzeni przerastających agregaty glebowe oraz rosnących w przestrzeniach międzyagregatowych. Na tej podstawie wyliczono, jaka część korzeni wykorzystuje pory wewnątrzagregatowe (%wa), a jaka wzrasta w przestrzeniach międzyagregatowych (%ma). Wyliczono też stosunek  $w_a/m_a$ , którego wartość informuje o wykorzystaniu przez korzenie badanych przestrzeni. Jeżeli  $w_a/m_a$  przyjmuje wartość 0, oznacza to brak wzrostu korzeni w porach wewnątrzagregatowych, natomiast wartość 1 oznacza, że korzenie wykorzystują pory wewnątrz- i międzyagregatowe w takim samym stopniu.

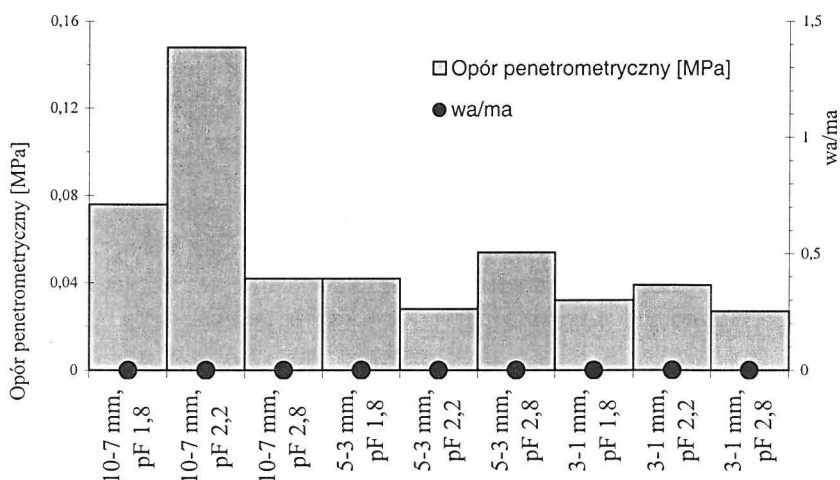
## WYNIKI

Właściwości wytrzymałościowe agregatów w analizowanych typach gleby przedstawiono na Rys. 2 i 3. Z przedstawionych danych wynika, że agregaty z rędziny charakteryzowały się znacznie wyższym oporem penetrometrycznym niż z gleby płowej. W obu badanych glebach najwyższy opór penetrometryczny wykazały agregaty o największych średnicach (z wyjątkiem rędziny o najniższej wilgotności, gdzie największy opór penetrometryczny odnotowano w klasie wielkości 5-3 mm).



**Rys. 2.** Opór penetrometryczny i współczynnik wa/ma w zależności od średnicy i wilgotności agregatów gleby płowej.

**Fig. 2.** Penetrometric resistance and wa/ma factor in dependence on aggregates diameter and humidity of Haplic Luvisol.



**Rys. 3.** Opór penetrometryczny i współczynnik wa/ma w zależności od średnicy i wilgotności agregatów rdziny.

**Fig. 3.** Penetrometric resistance and wa/ma factor in dependence on aggregates diameter and humidity of Rendzic Leptosol.

Dane charakteryzujące wzrost pszenicy po 21-dniowym okresie trwania doświadczenia przedstawiono w Tabeli 1. W 10 wazonach wypełnionych agregatami z rędziny nie zaobserwowano wzrostu. Przyczyną braku wschodów była prawdopodobnie duża podatność warstwy siewnej na zaskorupianie będące efektem uzupełniania ubytków wody w obiektach doświadczalnych. Największą wysokością (32,6 - 35,8 cm) charakteryzowały się rośliny w wazonach z glebą płową zawierających frakcję agregatów 5-3 mm. W przypadku pozostałych frakcji agregatów rośliny były niższe (28,8 - 24,8 dla frakcji 10-7 mm i 30,5 - 33,7 dla frakcji 3-1 mm). W przypadku agregatów dwóch największych frakcji najwyższy wzrost roślin odnotowano przy wilgotności odpowiadającej pF 2,2, podczas gdy w przypadku frakcji 3-1 mm rośliny osiągnęły maksimum wzrostu w warunkach zwiększonej wilgotności (pF 1,8).

**Tabela 1.** Średnie dane charakteryzujące wzrost pszenicy po 21 dniach

**Table 1.** Mean data characterizing wheat growth after 21 days

| Wielkość agregatów [mm] | Wysokość roślin [cm] |       |       |       |      | Natężenie fotosyntezy [ $\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ] |       |
|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|------|--|-------|
|                         | pF                   | P     | R     | P     | R    | P  | R     |
|                         | 1,8                  | 28,80 | 32,60 | 8,33  | 7,12 | 5,28   | -     |
| 10 - 7                  | 2,2                  | 34,80 | 17,70 | 8,23  | 2,96 | 8,37   | 20,37 |
|                         | 2,8                  | 31,00 | 20,80 | 9,37  | 4,19 | 8,58   | 10,03 |
|                         | 1,8                  | 33,60 | 21,10 | 11,22 | 3,63 | 16,54  | 13,78 |
| 5 - 3                   | 2,2                  | 35,80 | 12,60 | 11,10 | 1,46 | 13,63  | -     |
|                         | 2,8                  | 32,60 | -     | 8,80  | -    | 34,12  | -     |
|                         | 1,8                  | 33,70 | -     | 11,79 | -    | 8,61   | -     |
| 3 - 1                   | 2,2                  | 31,70 | 18,30 | 10,64 | 3,30 | 6,44   | 21,95 |
|                         | 2,8                  | 30,50 | -     | 8,32  | -    | 37,43  | -     |

Generalnie wysokość roślin była niższa w wazonach z agregatami z rędziny (z wyjątkiem obiektu z agregatami 10 – 7 mm przy pF 1,8). Rośliny, które osiągnęły najmniejszą wysokość miały także najslabiej rozwiniętą powierzchnię liści, co nie oznacza najmniejszego natężenia fotosyntezy. W przypadku gleby płowej w obrębie jednej frakcji jest ono zawsze najwyższe dla wilgotności odpowiadającej pF 2,8 (8,58 - 37,43  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), zaś najniższe przy pF 2,2 (6,44 - 13,63  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

Nateżenie fotosyntezy było też największe dla roślin wzrastających w obiektach wypełnionych glebą płową zawierających frakcję agregatów 5-3 mm i wynosiło ono zależnie od pF od 13,63 do 34,12  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Analogiczne wartości w obiektach zawierających frakcję 10 - 7 wynosiły od 5,28 do 8,58  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . W obiektach z glebą płową i frakcją agregatów 3-1 różnice w nateżeniu fotosyntezy w zależności od pF były największe (6,44 - 37,43  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

Z danych przedstawionych na Rys. 2 i 3 oraz w Tabeli 2 wynika, że opór penetrometryczny jest głównym czynnikiem determinującym wzrost korzeni roślin w wewnętrznych przestrzeniach agregatów glebowych. W przypadku dużych wartości oporu stawianego korzeniom roślin przez agregaty, a więc w rędzinie, ich wzrost odbywał się jedynie w przestrzeniach międzyagregatowych. Jeżeli opór penetrometryczny wynosi poniżej 0,01MPa, wówczas około 10% korzeni zaczyna przerastać agregaty glebowe. Procent ten jest tym wyższy, im opór penetrometryczny jest mniejszy. Jeżeli stan fizyczny agregatów nie pozwala na wnikanie korzeni do ich wnętrza, wówczas ogromna rola przypada strefie włóśnikowej, gdyż włóśniki zdolne są wtedy pobierać wodę zmagazynowaną w porach wewnątrzagregatowych. W trakcie wykonywania przekrojów możliwe było zaobserwowanie szczególnie silnego rozwoju strefy włóśnikowej tam, gdzie jednocześnie nie zaobserwowano przerastania agregatów glebowych.

**Tabela 2.** Procent korzeni wzrastających w przestrzeniach wewnątrzagregatowych (%wa) i międzyagregatowych (%ma)

**Table 2.** Percent of roots growing in the intraaggregate (%wa) and inter aggregate (%ma) spaces

| Wielkość agregatów [mm] | pF  | P %wa | %ma | R %wa | %ma |
|-------------------------|-----|-------|-----|-------|-----|
| 10 - 7                  | 1,8 | 11    | 89  | 0     | 100 |
|                         | 2,2 | 10    | 90  | 0     | 100 |
|                         | 2,8 | 20    | 80  | 0     | 100 |
| 5 - 3                   | 1,8 | 50    | 50  | 0     | 100 |
|                         | 2,2 | 40    | 60  | 0     | 100 |
|                         | 2,8 | 33    | 67  | 0     | 100 |
| 3 - 1                   | 1,8 | 0     | 100 | 0     | 100 |
|                         | 2,2 | 56    | 44  | 0     | 100 |
|                         | 2,8 | -     | -   | 0     | 100 |

## WNIOSKI

1. Czynnikiem determinującym wzrost korzeni w porach wewnątrzagregatowych jest opór penetrometryczny pojedynczych agregatów glebowych, większy w rędzinie niż w glebie płowej.
2. Opór penetrometryczny jest większy dla większych agregatów glebowych.
3. Istnieje graniczna wartość oporu penetrometrycznego (około 0,01 MPa), powyżej której nie może nastąpić wnikanie korzeni do wnętrza agregatów.
4. Wzrost roślin był najintensywniejszy w wypadku agregatów wielkości 5-3 mm w warunkach wilgotności odpowiadających pF 2,2.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Bohm W.:** Metody badania systemów korzeniowych, PWRiL 1985.
2. **Bouma J., Droogers P., Peters P.:** Defining the ideal soil structure in surface soil of a typical fluvaquent in the Netherlands. Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 63, 343-348, 1999.
3. **Dexter R., Kroesbergen B.:** Methodology for determination of tensile strength of soil aggregates. J. Agric. Engng Res. 31, 139-147, 1985.
4. **Gliński J., Lipiec J.:** Soil physic condition and plant roots, CRC Press Florida, pp250, 1990.
5. **Håkansson I., Polgar J.:** Experiment on the effect of seedbed characteristic on seedling emergence in a dry weather situation. Soil and Tillage Research, 4, 115-135, 1984.
6. **Pawłowski M., Lipiec J., Dębicki R.:** Computr – aided penetrometer system for measuring soil strength. Polish J. Soil Sci. XXIX/1, 1-7, 1996.
7. **Witkowska-Walczak B.:** Hydrophysical characteristics of rendzina aggregate structure. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 436, 167-174, 1996.

INFLUENCE OF THE PHYSICAL PROPERTIES  
OF SOIL AGGREGATES FOR THE GROWTH OF WHEAT PLANT  
IN INITIAL DEVELOPMENT PHASE

*M. Turski*

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27  
e-mail: mturski@demeter.ipan.lublin.pl

Summary. In this paper the results of researches on the wheat growth in dependence on physical properties of soil aggregates are presented. It was shown that wheat growth was the biggest in the objects with 5-3 mm aggregates at pF about 2,2. The factor that limited root growth in the intraaggregate micropores was penetrometric resistance of single aggregate, which was bigger in Rendzic Leptosol than in Haplic Luvisol and smaller in the aggregates on smaller diameter.

Key words: soil aggregates, plant growth.