

ANNA SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ, JACEK PRANAGAL, MARIUSZ ŚWICA,
MAŁGORZATA ZAWIŚLAK-PRANAGAL

STRUKTURA GLEBY W STREFIE KORZENIOWEJ SŁONECZNIKA

SOIL STRUCTURE IN SUNFLOWER RHIZOSPHERE

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza w Lublinie

Abstract: The present project aims at comprehensive research on the structure of grey-brown (Orthic Luvisol) soil built on silt in sunflower rhizosphere. Special soil samples were taken for the tests from the areas adjacent to plant roots. After a morphological analysis it was found out that in the 2–10 cm depth layer of the tested soil in sunflower rhizosphere a mixed structure prevailed – a large number of aggregates and biogenic hollows could be seen, few cracks and small fragments of higher density soil located quite far from the roots. The soil from the field after French beans crop showed a significantly better structure than the tested soil of sunflower rhizosphere, as almost in the whole image range it represented the aggregate type of structure.

Key words: soil structure, rhizosphera, morphological analysis.

Słowa kluczowe: struktura gleby, strefa korzeniowa, analiza morfologiczna.

WSTĘP

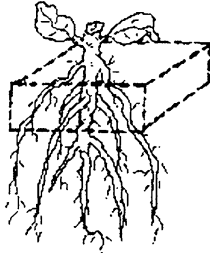
Prawidłowo rozwinięty i dobrze funkcjonujący system korzeniowy jest czynnikiem warunkującym wzrost i rozwój roślin, a w związku z tym również efektywne wykorzystanie wody i składników mineralnych zawartych w glebie [Gliński, Lipiec 1990]. Warunki życia korzeni roślin są ściśle zależne od stanu struktury gleby, a jednocześnie korzenie w znaczny sposób stan ten kształtują. Roślina, rozbudowując system korzeniowy, może wykorzystywać istniejące pory glebowe o odpowiedniej wielkości lub wytwarzać nowe pory (kanały korzeniowe) przez pokonanie oporu gleby i wepchnięcie wierzchołka korzenia w masę glebową [Dexter 1988]. Korzenie mogą zmieniać formy struktury gleby wówczas, gdy tworzą nowe pory, a także gdy wnikając do istniejących porów rozszerzają je i w konsekwencji redukują porowatość w strefie bezpośrednio przylegającej do kanału korzeniowego [Kay 1990].

Gleby użytkowane rolniczo często ulegają w znacznym stopniu degradacji fizycznej, spowodowanej wzrostem zagęszczenia warstwy uprawnej i pogorszeniem struktury gleby. Negatywne zmiany właściwości fizycznych ograniczają wzrost i plonowanie roślin oraz warunki życia organizmów glebowych. Jednym ze sposobów regeneracji struktury gleby jest wprowadzanie do płodozmianu roślin o głębokim systemie korzeniowym. Spośród roślin motylkowatych szczególne znaczenie przypisuje się lucernie, której uprawa na glebie zdegradowanej fizycznie w wyniku silnego ugniatania kołami maszyn rolniczych przyczynia się do korzystnych zmian struktury gleby [Domżał i in. 1997a].

Badania podziemnych części roślin w ich naturalnym środowisku glebowym prowadzono dotychczas w ograniczonym zakresie. Najważniejszą przyczyną takiego stanu jest duża pracochłonność oraz trudności metodyczne, wynikające z występowania korzeni w ośrodku nieprzejrzystym. Niniejsze opracowanie jest kontynuacją wcześniejszych prac badawczych [Domżał i in. 1997a, 1997b, Słowińska-Jurkiewicz i in. 1998], które dotyczyły strefy korzeniowej lucerny i pszenicy ozimej na glebach uprawnych oraz korzeni drzew i roślin zielnych w siedliskach leśnych. Obecnie zaprezentowane zostaną szczegółowe badania struktury gleby w strefie korzeniowej słonecznika. W tym celu wykonano trwałe preparaty – zgłady jednostronne, które następnie poddano analizie morfologicznej.

METODYKA I OBIEKT BADAŃ

Pole, na którym pobierano próbki glebowe, było zlokalizowane w miejscowości Franciszków położonej na Wyżynie Lubelskiej w mezoregionie – Płaskowyż Świdnicki. Badaną glebę należy określić jako glebę płąwą, opadowo-glejową, niecałkowitą, wytworzoną z utworów pyłowych podścielonych marglem kredowym. Poziom uprawno-próchniczny tej gleby miał miąższość 24 cm i charakteryzował się następującym



rozkładem granulometrycznym: frakcji 1,0–0,1 mm – $23,0 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$, frakcji 0,1–0,02 mm – $43,0 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ i frakcji $<0,02 \mu\text{m}$ – $34,0 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ – pył gliniasty. Gęstość stałej fazy wynosiła $2,61 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Gleba wykazywała w poziomie Ap przeciętną zawartość węgla organicznego Corg – $9,86 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ i lekko kwaśny odczyn – $\text{pH} = 5,7$.

Próbki do przygotowania zgładów ze strefy korzeniowej słonecznika pobierano w trzech powtórzeniach, zachowując nienaruszoną strukturę gleby, do metalowych pojemników o wymiarach 9 x 8 x 5 cm. Były one pobierane z poziomu uprawno-

RYSUNEK 1. Schemat pobierania próbek glebowych
FIGURE 1. Schema of soil sampling

próchniczego z warstw 0–10 cm i 15–25 cm, w płaszczyźnie pionowej z głębokości 2–10 i 17–25 cm oraz w płaszczyźnie poziomej z głębokości 2–7 cm. Pojemniki, do których pobierano glebę, były ustawiane w taki sposób, aby dla stref 2–10 cm i 2–7 cm korzeń słonecznika zajmował centralne położenie w objętości próbki, a dla strefy 17–25 cm znajdował się bezpośrednio pod osią pionową systemu korzeniowego. Schemat pobierania próbek do przygotowania złądów przedstawiono graficznie (rys. 1). Z takich samych warstw pobrano również glebę z obiektu porównawczego – sąsiedniego pola, na którym wcześniej uprawiano fasolę szparagową (o systemie korzeniowym włóknistym rozgałęzionym) i potraktowano je jako obiekt porównawczy. Ponadto, według takiego samego schematu, pobierano w sześciu powtórzeniach próbki gleby do metalowych cylindrów o pojemności 100 cm³ – usytuowane były one w takich samych warstwach i strefach względem systemu korzeniowego słonecznika. Posłużyły one następnie do oznaczania wybranych właściwości fizycznych.

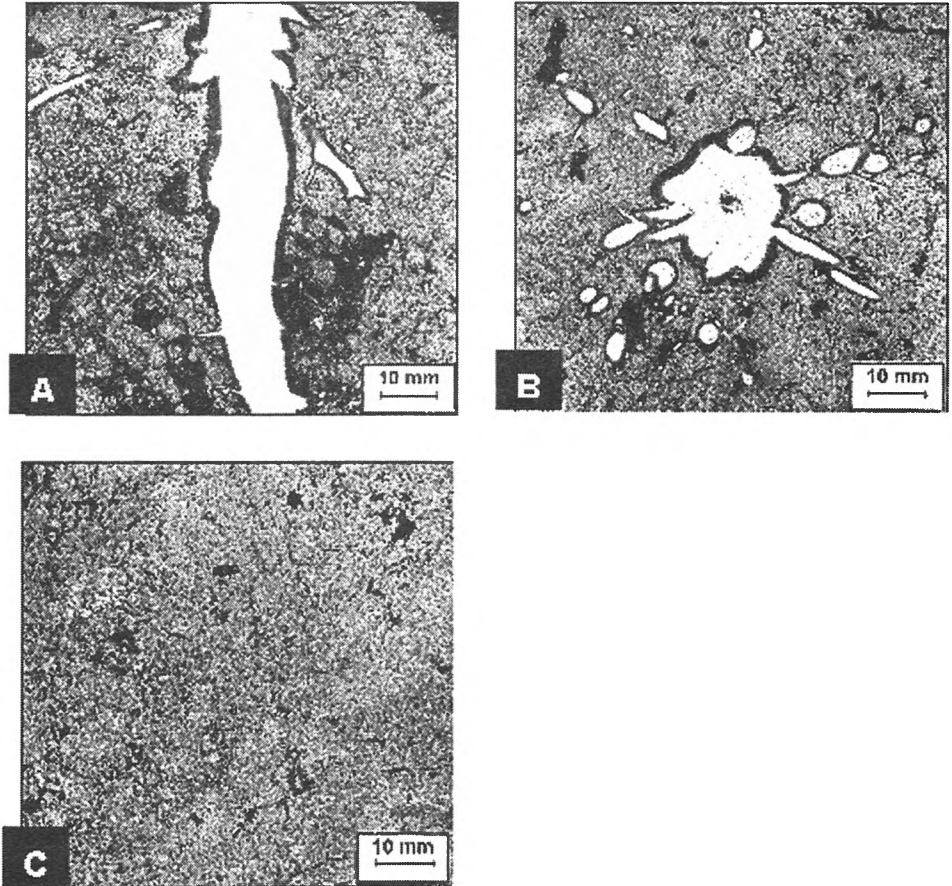
Próbki gleby pobrane do metalowych pojemników po przewiezieniu do laboratorium suszono przez trzy miesiące w temperaturze pokojowej wynoszącej 20,0±1,0°C. Po wysuszeniu zaimpregnowano je roztworem żywicy poliestrowej o następującym składzie: żywica poliestrowa POLIMAL-109, monostyren, nadtlenek metyloetyloketonu i naftian kobaltu. Impregnacji dokonano w suszarce próżniowej przy ciśnieniu bezwzględnym 25–30 hPa. Po upływie 6 tygodni nastąpiła całkowita polimeryzacja żywicy i wówczas próbki pocięto piłą diamentowo-korundową na plastry o grubości około 1,0 cm. Powstałe płaszczyzny plastrów z obu stron szlifowano i polerowano za pomocą proszków i papierów ściernych różnej granulacji. Po oszlifowaniu otrzymano nieprzeźroczyste złądy jednostronne. Powierzchnie złądów wprowadzono do pamięci komputera za pomocą skanera SnapScan 600 AGFA, stosując rozdzielczość 600x600 punktów na cal. Uzyskano w ten sposób monochromatyczne zdjęcia złądów w 256 odcieniach szarości, które stanowiły podstawę analizy morfologicznej (rys. 2 i 3).

Morfologiczną analizę struktury gleby przeprowadzono, przyjmując klasyfikację i nazewnictwo typów struktury, elementów strukturalnych fazy stałej i wolnych przestrzeni glebowych – porów stosowaną przez Beckmanna i Geyger [1967] oraz Fitzpatricka [1984].

W celu sparometryzowania stanu fizycznego badanej gleby, a zwłaszcza jej zagęszczenia, wyznaczono gęstość gleby przy użyciu metody termogravimetrycznej. Obliczono ją ze stosunku suchej masy gleby (105°C) i objętości wyjściowej próbki (100 cm³), a wyniki podano w Mg · m⁻³.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Słonecznik jest rośliną, której system korzeniowy charakteryzuje się palową budową z korzeniem głównym sięgającym niekiedy, przy sprzyjających warunkach do 1,5 m, a nawet głębiej. Rośliny słonecznika występujące na polu, z którego pobrano materiał badawczy do niniejszej pracy, charakteryzowały się stosunkowo płytkim (około 20 cm) i słabo rozgałęzionym systemem korzeniowym. W tym przypadku jedynie bardzo cienkie pojedyncze korzenie obserwowane były głębiej. Wynikało to prawdopodobnie z dużej zasobności poziomu uprawno-próchniczego, szczególnie w potas.

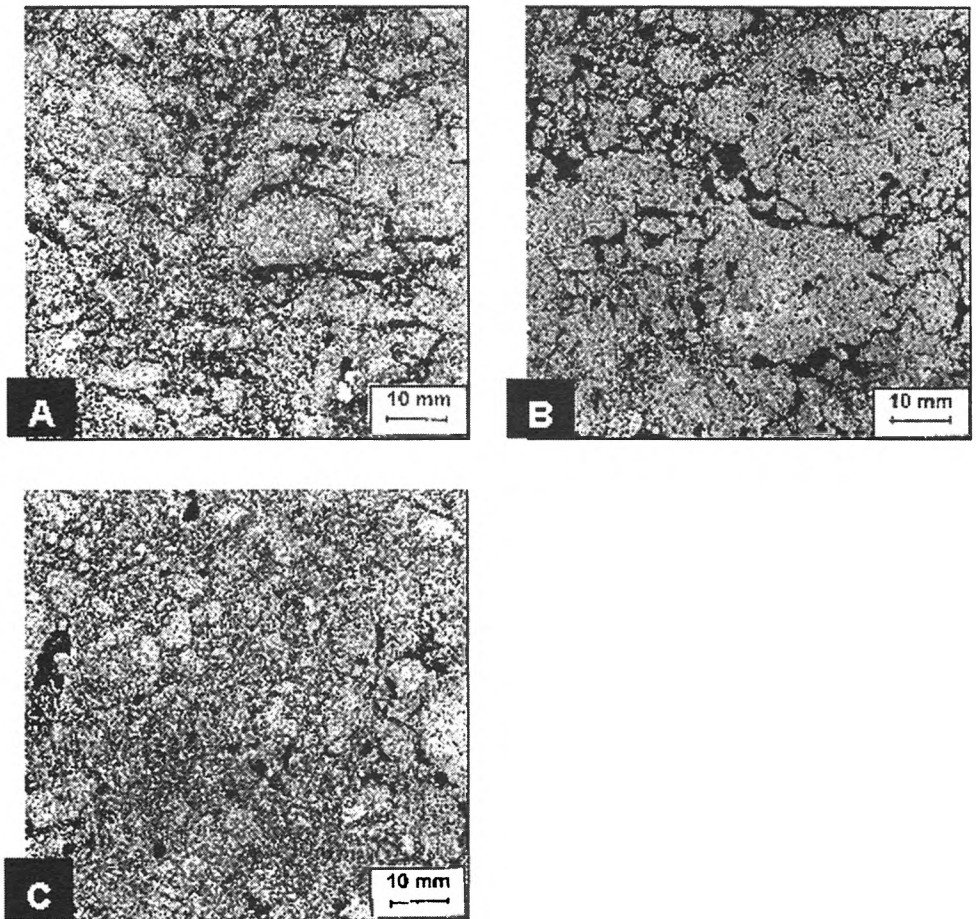


RYSUNEK 2. Rzeczywiste obrazy przekrojów struktury gleby w strefie korzeniowej słonecznika: A – zgląd pionowy (głębokość 2–10 cm); B – zgląd poziomy (głębokość 2–7 cm); C – zgląd pionowy (głębokość 17–25 cm)

FIGURE 2. Real images of soil structure sections in the sunflower rhizosphere:

A – vertical opaque soil block (depth 2–10 cm); B – horizontal opaque soil block (depth 2–7 cm); C – vertical opaque soil block (depth 17–25 cm)

Rzeczywisty obraz zglądu z warstwy 0–10 cm (rys. 2A) przedstawia strukturę gleby i pionowy przekrój korzenia słonecznika typu palowego. Widoczne są też mniejsze korzenie, a konkretnie ich przekroje odchodzące od korzenia głównego w różnych kierunkach. W analizowanym obrazie odnotowano w bezpośrednim sąsiedztwie korzeni występujące liczne biogenne pory, co potwierdza wcześniejsze obserwacje Słowińskiej-Jurkiewicz i in. [1998]. W omawianym wycinku gleby dominuje struktura porowata z niewielkimi fragmentami struktury typu gąbczastego, jak też typu agregatowego.



RYSUNEK 3. Rzeczywiste obrazy przekrojów struktury gleby obiektu kontrolnego (pole po zbiorze fasoli szparagowej): A – zgląd pionowy (głębokość 2–10 cm); B – zgląd poziomy (głębokość 2–7 cm); C – zgląd pionowy (głębokość 17–25 cm);

FIGURE 3. Real images of soil structure sections of control object (field after French beans crop): A – vertical opaque soil block (depth 2–10 cm); B – horizontal opaque soil block (depth 2–7 cm); C – vertical opaque soil block (depth 17–25 cm)

Zaobserwowane nieliczne agregaty mają wyraźnie zoogeniczny charakter. Morfologicznie gleba przedstawia układ od normalnie zwięzłego do pulchnego, co potwierdza oznaczona gęstość gleby w tej warstwie, która wynosiła $1,11 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Obraz zglądu przedstawiony na rysunku 2B odpowiada dokładnie poziomej płaszczyźnie przekroju gleby uzyskanej na głębokości 3 cm. Gleba prezentowana na tej płaszczyźnie przecięcia charakteryzuje się takim samym typem struktury porowatej, jak gleba widoczna na rysunku 2A. W centralnym miejscu zglądu znajduje się główny

korzeń rośliny słonecznika wraz z niewielką ilością odśrodkowo biegnących, drobnych korzeni. Widoczne liczne zbliżone do kołowego przekroje korzeni mogą świadczyć o prawie pionowym ukierunkowaniu, a zatem i korzystnej strukturze badanej gleby. Podobne obserwacje uzyskali w swoich badaniach Jakobsen i Dexter [1987], którzy stwierdzili, że w przypadku gleby silnie ugniecionej o niekorzystnej strukturze, korzenie rosną poziomo wzdłuż górnej granicy zagęszczonej warstwy, póki nie znajdą pionowego pora o odpowiedniej średnicy.

Gleba w warstwie 15–25 cm prezentuje również strukturę o przewodze typu porowatego, lecz z niewielkimi fragmentami struktury masywnej z licznymi spękaniemiami o różnym ich ukierunkowaniu. Widoczne są także sporadycznie wydrążenia i agregaty jako efekt aktywności fauny glebowej. Potwierdzeniem istnienia w glebie stref o strukturze masywnej może być odnotowany dla tej warstwy układ słabo zbity o gęstości $1,31 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$. W zarejestrowanym obrazie niewidoczne są niestety elementy korzeni roślin, które w rzeczywistości niewątpliwie na tej głębokości jeszcze występują, ich obecność bowiem stwierdzano organoleptycznie podczas pobierania próbek.

W przeprowadzonej morfologicznej analizie struktury gleby nie zaobserwowano w każdym przypadku prawidłowości stwierdzonej w pracy Słowińskiej-Jurkiewicz i in. [1998], że korzenie roślin każdorazowo dążą do bezpośredniego kontaktu z jedną ze ścian pora glebowego, co ułatwia pobieranie przez rośliny wody i składników pokarmowych. Tę tendencję wyraźnie wykazują korzenie małe, natomiast główny korzeń palowy jest usytuowany centralnie w porze glebowym.

Gleba pola porównawczego (rys. 3A, 3B i 3C) charakteryzowała się odmiennym korzystniejszym typem struktury, niż gleba pod słonecznikiem. Strukturę jej należy bowiem określić jako złożoną, w której wyraźną przewagę uzyskał typ struktury agregatowej zarówno okrucowej, jak i bryłkowej o różnym stopniu wykształcenia. Występują także, lecz sporadycznie strefy o strukturze porowatej i spękanej – szparkowej i szczelinowej. W warstwie 0–10 cm występuje więcej spękań niż w warstwie 15–25 cm, gdzie z kolei więcej zaobserwowano wydrążeń zoogenicznych. Należy zauważyć, że system korzeniowy fasoli szparagowej typu włóknistego rozgałęzionego wpływa korzystniej na strukturę i stan fizyczny gleby niż palowy korzeń słonecznika. W obu badanych warstwach gleba obiektu kontrolnego przyjmowała układ normalnie zwięzły, a jej gęstość wynosiła odpowiednio: w warstwie 0–10 cm – $1,19 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$, a w warstwie 15–25 cm – $1,15 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$.

WNIOSKI

Struktura i stan fizyczny gleby “strefy specjalnej” na granicy korzeni – gleba i w bezpośrednim jej sąsiedztwie kształtują się odmiennie niż w glebie poza zasięgiem systemu korzeniowego. Należy sądzić, że różne rośliny i ich systemy korzeniowe w zależności od typu i cech indywidualnych inaczej wpływają na ukształtowanie się struktury gleby; włóknisty, rozgałęziony system korzeniowy fasoli szparagowej korzystniej wpływał na strukturę, a zatem i na stan fizyczny gleby niż palowy system korzeniowy słonecznika.

LITERATURA

- BECKMANN W., GEYGER E. 1967. Entwurf einer Ordnung der natürlichen Hohlräume – Aggregat – und Strukturformen in Boden. W: „Die mikromorphometrische Bodenanalyse“ W.L. Kubišna (ed.). F. Enke Verlag: 163–188.
- DEXTER A.R. 1988. Advances in characterisation of soil structure. *Soil Tillage Res.* **11**: 199–238.
- DOMŻAŁ H., SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ A., PRANAGAL J. 1997a: Wpływ korzeni lucerny (*Medicago varia* Martin) na strukturę gleby silnie zagęszczonej Cz. I. Analiza morfologiczna, *Fragmenta Agronomica* **14**, 4 (56): 57–67.
- DOMŻAŁ H., SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ A., PRANAGAL J. 1997b: Wpływ korzeni lucerny (*Medicago varia* Martin) na strukturę gleby silnie zagęszczonej Cz. II. Analiza morfometryczna, *Fragmenta Agronomica* (XIV) **4** (56): 68–76.
- FITZPATRICK E.A. 1984: Micromorphology of soils. Chapman and Hall, London, UK.: 433 ss.
- GLIŃSKI J., LIPIEC J. 1990: Soil Physical Conditions and Pat Roots. CRC Press, Boca Raton, USA, FL.: 250 ss.
- JAKOBSEN B.F., DEXTER A.R. 1987: Effect of soil structure on wheat root growth, water uptake and grain yield. A computer simulation model. *Soil Tillage Res.* **10**: 331–345.
- KAY B.D. 1990: Rates of change of soil structure under different cropping systems. *Adv. in Soil Sci.* **12**: 1–52.
- SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ A., DOMŻAŁ H., PRANAGAL J. 1998: Morphological description of plant root status in the different-structured soils. *Int. Agrophysics* **12**: 79–85.

prof. dr hab. Anna Słowińska-Jurkiewicz
Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska, Akademia Rolnicza
ul. St., Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

