

STAN FIZYCZNY RĘDZINY W RÓŻNYCH SYSTEMACH UPRAWY

J. Pranagal, H. Domżał

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego
Akademia Rolnicza, ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail:jackus@consus.ar.lublin.pl

Streszczenie. Celem opracowania było przedstawienie reakcji gleby, rędziny mieszanej czarnoziemnej wytworzonej z opoki kredowej, na zastosowanie uprawy bezorkowej i siewu bezpośredniego, w porównaniu do uprawy klasycznej – płużnej. Reakcje te opisano w odniesieniu do stanu fizycznego gleby na podstawie wyników analiz wodno-powietrznych właściwości. Oznaczono następujące właściwości gleby: gęstość, porowatość ogólną, aktualną i połowę pojemność powietrzną, aktualną i połowę przepuszczalność powietrzną, wilgotność aktualną, połowę pojemność wodną, retencję wody produkcyjnej i niedostępnej dla roślin. Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono istotnych różnic w wartościach analizowanych cech wynikających z uproszczeń uprawowych. Trudno też wskazać najlepszy system uprawy dla badanej rędziny, gdyż w okresie prowadzenia eksperymentu obserwowano, zarówno pogorszenie, jak i poprawę niektórych jej cech fizycznych. Brak natomiast wskazania na optymalny sposób uprawy daje praktyczną możliwość, szczególnie cenną w sytuacjach incydentalnych, zastąpienia uprawy klasycznej - płużnej uprawą bezorkową lub siewem bezpośrednim.

Słowa kluczowe: systemy uprawy, stan fizyczny gleby.

WSTĘP

Gleba stanowi środowisko rozwoju systemu korzeniowego roślin i jest systematycznie poddawana różnym zabiegom agrotechnicznym. Celem tych zabiegów jest zapewnienie optymalnych warunków wzrostu i rozwoju roślin. Wymaga to dostarczenia odpowiedniej ilości wody przy właściwym poziomie aeracji i wystarczającej ilości substancji pokarmowych.

W intensywnym rolnictwie, sprzęt do uprawy roli, nawożenia i pielęgnowania łąnu, zbioru plonu, oraz stosowanie wysokich dawek nawozów mineralnych i środków aktywnej ochrony roślin, prowadzi często do degradacji gleby. Orka jako podstawowa uprawa gleby nie przeciwdziała tej degradacji, przy tym jest wysoce energo- i pracochłonna.

W związku z tym, od wielu już lat, zarówno w nauce, jak i w praktyce rolniczej podejmowane są liczne próby wprowadzenia zmian w stosowanej powszechnie płuźnej technologii uprawy gleby. Pierwsze próby dotyczyły głównie możliwości spłylenia orki, następnie ograniczenia obejmowały zastosowanie uprawy bezorkowej, aż do skrajnego jej uproszczenia, jakim jest siew bezpośredni. W badaniach nad wprowadzeniem uproszczonych systemów uprawy roli sprawdzano również możliwości rotacyjnego-przemiennej stosowania metod tradycyjnych i uproszczonych. W doświadczeniach tych koncentrowano się przede wszystkim na parametrach plonotwórczych, fitosanitarnych, ekologicznych czy też ekonomicznych, i na niektórych tylko chemicznych, biologicznych i fizycznych właściwościach gleby [7, 8, 9, 10].

Głównym celem tego opracowania było przedstawienie reakcji gleby na zastosowanie uprawy bezorkowej i siewu bezpośredniego, w porównaniu do uprawy klasycznej – płuźnej. Reakcje te opisano w odniesieniu do stanu fizycznego gleby na podstawie wyników analiz wodno-powietrznych właściwości.

MATERIAŁ I METODY

Obiekt badań zlokalizowano na obszarze Polesia Wołyńskiego, w mezo-regionie Pagóry Chełmskie, miejscowość Bezek. Gleby tego regionu wytworzyły się często z materiału, który powstał ze zmieszania utworów polodowcowych (piasków i glin) z wapiennym materiałem kredowym. W efekcie, przy morfologicznych cechach rędziny, ze względu na udział materiału polodowcowego, tworzywo tych gleb różni się od typowego dla gleb wapniowcowych. Badana rędzina charakteryzuje się głębokim poziomem próchnicznym (ok. 60 cm) i dużą zawartością materii organicznej. W warstwie uprawnej zawartość węgla organicznego ogółem C_t wynosi średnio $39,3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Warstwa uprawna wykazuje dużą zawartość węglanu wapnia – średnio $574 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ i obojętny odczyn ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 7,2$). Biorąc pod uwagę skład granulometryczny należy ją zaliczyć do gliny średniej pylastej: 24 % frakcji 1-0,1 mm; 34 % frakcji 0,1-0,02 mm i 42% frakcji $< 0,02 \text{ mm}$ [1].

Doświadczenie, metodą bloków losowych, założono w 1993 roku na rędzinie mieszanej czarnoziemnej wytworzonej z opoki kredowej. Zastosowano trzy systemy uprawy: uprawę klasyczną – płużną (obiekt kontrolny), uprawę bezorkową i siew bezpośredni. W eksperymencie przyjęto trzy rośliny w ogniwie zmianowania: bobik - pszenica ozima – jęczmień jary. Doświadczenie polowe prowadzone było przez Katedrę Ekologii Rolniczej Akademii Rolniczej w Lublinie.

Badania gleboznawcze objęły poletka obsiane pszenicą ozimą, gdyż miało to zapewnić zminimalizowanie wpływu na glebę dodatkowych czynników zewnętrznych naruszających jej budowę, chociażby wiosennych zabiegów uprawowych przy roślinach jarych. Próbkę pobierano wiosną w fazie strzelania pszenicy w źdźbło, w siedmiu terminach (od 1993 do 1999 roku). W celu określenia właściwości opisujących stan fizyczny gleby próbki, o nienaruszonej budowie, pobrano (w ośmiu powtórzeniach) z przyjętych w doświadczeniu warstw (0-10 cm i 10-20 cm) z głębokości 2-7 cm i 12-17 cm, do metalowych cylindrów o pojemności 100 cm³.

Dla określenia właściwości opisujących stan fizyczny gleby pobrane próbki po przewiezieniu do laboratorium i oznaczeniu aktualnych fizycznych cech gleby zostały doprowadzone do stanu pełnego nasycenia wodą (-0,098 kPa). Następnie wykorzystane do oznaczenia zawartości wody, odpowiadającej polowemu wysyceniu gleby wodą przy wartości potencjału w kPa -15,5 na płytach ceramicznych przy zastosowaniu komór niskociśnieniowych. Oznaczenia zawartości wody w glebie w stanach potencjału -490 kPa (punkt całkowitego zahamowania wzrostu roślin), i -1550 kPa (punkt trwałego wędnięcia) prowadzono w komorach wysokociśnieniowych, stosując jako membranę celofan o odpowiednich parametrach.

Gęstość gleby [Mg·m⁻³] wyznaczono metodą grawimetryczną na podstawie stosunku masy gleby wysuszonej w temperaturze 105°C do wyjściowej objętości gleby (100 cm³).

Porowatość ogólną gleby [cm³·cm⁻³] obliczono na podstawie rezultatów gęstości stałej fazy (oznaczoną metodą piknometryczną) i gęstości gleby.

Pojemność powietrzną gleby (aktualną w momencie pobierania próbek i w stanie polowego wysycenia gleby wodą (-15,5 kPa) obliczono na podstawie wyników porowatości ogólnej i pojemności wodnej w odpowiednim stanie wysycenia gleby wodą. Rezultaty tej cechy podano w cm³·cm⁻³.

Przepuszczalność powietrzną gleby (aktualną i w stanie polowego wysycenia gleby wodą – w niniejszej pracy zwaną dalej „polową”) oznaczono wykorzystując

aparatu do badania przepuszczalności mas formierskich typu LPiR-1. Pomiaru prowadzone były w stałej temperaturze otoczenia ($20 \pm 0,5$ °C), można więc było pominąć lepkość dynamiczną powietrza. Wyniki w związku z tym podano w $10^{-8} \text{ m}^2 \text{ Pa}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

Pojemność wodną gleby (aktualną wilgotność gleby w trakcie pobierania próbek i połową pojemność przy potencjale wody glebowej -15,5 kPa) obliczono ze stosunku masy wody zawartej w glebie w odpowiednim stanie wysycenia jej wodą do suchej masy gleby wysuszonej w temperaturze 105°C. Wyniki wyrażono w $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Na podstawie połowej pojemności wodnej (-15,5 kPa) i wilgotności całkowitego zahamowania wzrostu roślin (-490 kPa) obliczono retencję wody produkcyjnej. Wilgotność punktu trwałego wędnięcia roślin (-1550 kPa) jest równoznaczna z ilością wody niedostępnej dla roślin (adsorpcyjnej). Wyniki oznaczeń właściwości retencyjnych podano w $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (masa wody odniesiona do masy gleby wysuszonej w temperaturze 105°C).

Uzyskane rezultaty określające stan fizyczny badanej gleby poddano ocenie statystycznej - ilościowej. W tym celu przeprowadzono analizę wariancji dla klasyfikacji pojedynczej ortogonalnej, na poziomie istotności $\alpha=0,05$, w której jako czynnik zmienności rozpatrywano system uprawy. Poddano je także szczegółowej analizie jakościowej, w której obserwowano kierunek zmian - poprawa lub pogorszenie danej cechy. W obu przypadkach, tj. analizy ilościowej (Tab. 1) i jakościowej (Tab. 2), porównywano wartości średnie z wielolecia (1993/1999) dla całej warstwy uprawnej 0-20 cm dla uprawy bezorkowej i siewu bezpośredniego z otrzymanymi pod uprawą klasyczną

WYNIKI I DYSKUSJA

Wszystkie analizowane cechy opisujące stan fizyczny badanej rędziny przyjmowały typowe wartości liczbowe, charakterystyczne dla gleb zawierających znaczne ilości substancji organicznej i węgla wapnia (Tab. 1).

Podczas prowadzenia pomiarów badana gleba wykazywała, bez względu na przyjęte w doświadczeniu systemy uprawy, niewielkie zmiany gęstości i ściśle matematycznie związanej z nią porowatości ogólnej. Przyjmując następującą kolejność według sposobu uprawy: uprawa klasyczna-płużna, uprawa bezorkowa i siew bezpośredni wahania wartości gęstości [$\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$] rędziny przedstawiały się odpowiednio: $0,97 \div 1,19$, $0,95 \div 1,19$ i $0,98 \div 1,17$, zaś przedziały zmian wartości porowatości ogólnej [$\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$] kształtowały się odpowiednio dla przyjętej kolejności: $0,524 \div 0,606$, $0,496 \div 0,614$ i $0,516 \div 0,602$.

Tabela 1. Właściwości wodno-powietrzne warstwy uprawnej (0-20 cm) badanej rędziny. Wartości średnie z wielolecia 1993-1999

Table 1. Water and air properties of the cultivated layer (0-20 cm) of the studied rendzina. The average values cover the years 1993-1999

Badana cecha gleby	System uprawy			NIR $\alpha=0,05$
	Klasyczny	Bezorkowy	Siew bezpośredni	
Gęstość [Mg·m ⁻³]	1,08	1,07	1,08	0,03
Porowatość ogólna [cm ³ ·cm ⁻³]	0,564	0,564	0,561	0,0127
Aktualna pojemność powietrzna [cm ³ ·cm ⁻³]	0,292	0,274	0,260	0,0346
Polowa pojemność powietrzna [cm ³ ·cm ⁻³]	0,159	0,154	0,158	0,0453
Aktualna przepuszczalność powietrzna [10 ⁻⁸ ·m ² ·Pa ⁻¹ ·s ⁻¹]	158,7	180,9	189,8	98,76
Polowa przepuszczalność powietrzna [10 ⁻⁸ ·m ² ·Pa ⁻¹ ·s ⁻¹]	105,3	139,8	140,7	86,49
Wilgotność aktualna [kg·kg ⁻¹]	0,264	0,271	0,283	0,0197
Polowa pojemność wodna [kg·kg ⁻¹]	0,377	0,379	0,370	0,0283
Retencja wody produkcyjnej [kg·kg ⁻¹]	0,188	0,186	0,176	0,0342
Retencja wody niedostępnej dla roślin [kg·kg ⁻¹]	0,148	0,158	0,151	0,0138

Analizowane właściwości powietrzne rędziny przyjmowały, pod każdym z zastosowanych w doświadczeniu systemów uprawy, najczęściej korzystne dla roślin wartości. Mimo, że aktualna pojemność powietrzna reagowała raczej negatywnie na stosowanie zredukowanych upraw. Natomiast w stanie polowego wysycenia gleby wodą reakcje rędziny nie były już tak jednokierunkowe. W przypadku, bowiem uprawy bezorkowej zaobserwowano zmniejszenie pojemności powietrznej, a na poletkach z siewem bezpośrednim odnotowano wzrost wartości tej cechy.

O ile pojemność powietrzna gleby uzależniona jest głównie od jej porowatości ogólnej i stopnia uwilgotnienia, to wielkość przepuszczalności powietrznej gleby jest dodatkowo determinowana drożnością sieci porów glebowych. W przeprowadzonych badaniach przepuszczalności powietrznej rędzina pozytywnie reagowała na uproszczenia uprawowe, gdyż na poletkach z uproszczeniami stwierdzono największe jej wartości. Jest to bardzo interesująca obserwacja ponieważ podczas siedmioletnich pomiarów wzrostowi przepuszczalności towarzyszył zwykle spadek pojemności powietrznej gleby. Świadczy to prawdopodobnie o zwiększeniu drożności sieci biogennych porów, które nie były w kolejnych sezonach wegetacyjnych niszczone przez okresowe odcinanie i odwracanie skiby.

Przyjmując kolejność systemów uprawy, tak jak w odniesieniu do gęstości i porowatości ogólnej, wahania wartości poszczególnych właściwości powietrznych rędziny prezentowały się następująco: aktualna pojemność powietrzna [$\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$]; $0,229 \div 0,361$, $0,154 \div 0,349$ i $0,212 \div 0,323$, połowa pojemność powietrzna [$\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$]; $0,086 \div 0,256$, $0,135 \div 0,229$ i $0,123 \div 0,224$, aktualna przepuszczalność powietrzna [$10^{-8} \cdot \text{m}^2 \text{Pa}^{-1} \text{s}^{-1}$]; $31,0 \div 214,3$, $50,0 \div 551,9$ i $74,0 \div 917,3$, oraz połowa przepuszczalność powietrzna [$10^{-8} \cdot \text{m}^2 \text{Pa}^{-1} \text{s}^{-1}$]; $7,0 \div 261,3$, $20,0 \div 560,3$ i $64,0 \div 267,5$.

Właściwości wodne rędziny wykazywały bardzo małe, nie przekraczające zwykle 1%, różnice w wartościach średnich z wielolecia 1993/1999 dla poszczególnych systemów uprawy. Odnotowano przy tym niewielki niekorzystny wpływ stosowania uproszczeń uprawowych. Wyjątek stanowi wilgotność aktualna, która na poletkach pod uproszczeniami wykazywała większe wartości niż w glebie uprawianej tradycyjnie pługiem. Należy podkreślić, że największą wilgotność aktualną rędziny zanotowano, według średniej wieloletniej, na poletkach gdzie całkowicie zrezygnowano z odwracania i spulchniania gleby na rzecz siewu bezpośredniego. Niewątpliwym wpływem na wilgotność gleby podczas pobierania próbek miało też pozostawienie na powierzchni poletek ze zredukowaną uprawą resztek poźniowych, które tworzyły tym samym płaszcz, powłokę chroniącą glebę przed parowaniem.

Zachowując przyjętą kolejność systemów uprawy właściwości wodne rędziny zmieniały się w następujących przedziałach: wilgotność aktualna [$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$]; $0,197 \div 0,319$, $0,217 \div 0,339$ i $0,238 \div 0,356$, połowa pojemność wodna [$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$]; $0,331 \div 0,426$, $0,318 \div 0,432$ i $0,317 \div 0,412$, retencja wody produkcyjnej [$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$];

0,128÷0,264, 0,120÷0,234 i 0,112÷0,244, retencja wody niedostępnej dla roślin [$\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$]; 0,118÷0,160, 0,142÷0,166 i 0,116÷0,161.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wariancji wyników analiz właściwości opisujących stan fizyczny rędziny nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic wynikających z przyjętych w eksperymencie uproszczeń uprawowych (Tab. 1).

Trudno też było jednoznacznie wskazać najlepszy system uprawy dla rędziny, gdyż w okresie prowadzenia eksperymentu obserwowano, zarówno pogorszenie, jak i poprawę niektórych jej cech fizycznych (Tab. 2).

Podobne rezultaty odnotowali także autorzy innych prac. W dziesięcioletnich badaniach Johnsona i innych [5] też nie wykazano statystycznie istotnych różnic w gęstości gleby między badanymi systemami uprawy. Na polach, gdzie zaniechano orki, obserwowano tworzenie się makroporów w wyniku działania korzeni, naturalnych pęknięć i wzrostu liczebności dżdżownic [3]. Według House'a i Parmelee'a [4] w glebie nie uprawianej stwierdzono 50 dżdżownic na 1 m^2 – przy braku ich obecności w glebie uprawianej tradycyjnie pługiem. Wzrost aktywności fauny glebowej i zawartości biogennych makroporów w glebie pod kukurydzą, w systemie uprawy zerowej stosowanej konsekwentnie przez siedem sezonów wegetacyjnych, odnotowali również Shipitalo i Protz, [11]. Podobne wyniki, w czasie osiemnastoletnich badań, uzyskali Drees i inni [2], wskazując też na odmienną aktywność populacji dżdżownic, zmianę zawartości makroporów ($> 50 \mu\text{m}$) i wielkości agregatów strukturalnych w glebie gliniastej uprawianej dwoma systemami: klasycznym płużnym (na głębokość ok. 15 cm) i uprawą bezorkową z powierzchniowym (ok. 5-7 cm) spulchnieniem gleby przed siewem. Poprawę jakości gleby, w wyniku ograniczenia uprawy mechanicznej i zastosowania systemu bezorkowego lub siewu bezpośredniego oraz zróżnicowanego postępowania z resztkami poźniwnymi (lepszą jakością charakteryzowała się gleba na której pozostawiono najwięcej resztek poźniwnych), zaobserwowali w swoich badaniach Karlen i inni [6].

Unger i Fulton [12] obserwowali reakcję gleby (gliny ilastej) i roślin uprawnych (pszenicy ozimej i sorga) na zaniechanie uprawy tradycyjnej i zastosowanie siewu bezpośredniego. Po ośmiu latach prowadzenia doświadczenia stwierdzili, że uprawa zerowa nie wpływa ujemnie na stan fizyczny badanej gleby, bowiem większość różnic była stosunkowo mała i nie można było dostrzec wyraźnych zalet dla któregośkolwiek systemu uprawy. W dodatku plon ziarna sorga w ostatnim roku pomiarowym był istotnie wyższy na polach z uprawą uproszczoną, natomiast plony ziarna pszenicy ozimej nie wykazywały w tym okresie istotnego zróżnicowania.

Tabela 2. Kierunek zmian właściwości gleby w porównaniu do uprawy klasycznej – płużnej
Table 2. Direction of the soil property changes in comparison to the classical cultivation

Badana cecha gleby	System uprawy	
	Bezorkowy	Siew bezpośredni
Gęstość	+	0
Porowatość ogólna	0	–
Aktualna pojemność powietrzna	–	–
Polowa pojemność powietrzna	–	+
Aktualna przepuszczalność powietrzna	+	+
Polowa przepuszczalność powietrzna	+	+
Wilgotność aktualna	+	+
Polowa pojemność wodna	+	–
Retencja wody produkcyjnej	–	–
Retencja wody niedostępnej dla roślin	–	–

Objaśnienia: „+” – poprawa; „–” – pogorszenie; „0” – brak reakcji.

Biorąc pod uwagę stan fizyczny badanej rędziny podczas siedmioletnich badań przeprowadzonych do niniejszej pracy również trudno dokonać jednoznacznego wskazania na najlepszy sposób uprawy. Okoliczność taka daje, bez ponoszenia większego ryzyka, praktyczną możliwość, szczególnie cenną w sytuacjach incydentalnych, zastąpienia uprawy klasycznej-płużnej uprawą bezorkową lub siewem bezpośrednim.

Według jeszcze nieopublikowanych danych, uzyskanych przez zespół badawczy Leszka Malickiego z Katedry Ekologii Rolniczej AR w Lublinie, zaobserwowano niekorzystny wpływ upraw zredukowanych na plon ziarna pszenicy ozimej. O ile w pierwszych dwóch latach doświadczenia średnie plony ziarna pszenicy ozimej otrzymane z poletek pod uprawą bezorkową i siewem bezpośrednim różniły się od plonów z poletek z uprawą klasyczną w niewielkim stopniu (odpowiednio [t·ha⁻¹]: uprawa klasyczna – 4,58 i 5,06, uprawa bezorkowa

– 4,11 i 4,60 oraz siew bezpośredni – 4,06 i 4,77), to w kolejnych latach eksperymentu spadek plonu pogłębił się na niekorzyść poletek z uprawą zredukowaną.

W efekcie w ostatnim roku pomiarowym (1999 rok) zanotowano następujące średnie plony ziarna pszenicy ozimej [$t \cdot ha^{-1}$]: uprawa klasyczna – 4,45, uprawa bezorkowa – 3,93 oraz siew bezpośredni – 3,34.

Zważywszy na rezultaty właściwości opisujących stan fizyczny rędziny i wysokość plonów można zauważyć, że obniżenie, w stosunku do poletek z uprawą klasyczną, plonów ziarna pszenicy ozimej na poletkach z uprawami uproszczonymi, nie mogło być spowodowane zmianami stanu fizycznego gleby. Nastąpiło to prawdopodobnie w wyniku sukcesywnego, z sezonu na sezon wegetacyjny, wzrostu zachwaszczenia i nasilenia chorób szczególnie widoczne na poletkach z siewem bezpośrednim.

WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w wartościach analizowanych cech wynikających z przyjętych w eksperymencie uproszczeń uprawowych. Trudno też było jednoznacznie wskazać na optymalny system uprawy dla rędziny, gdyż w okresie prowadzenia eksperymentu obserwowano, zarówno pogorszenie, jak i poprawę niektórych jej cech fizycznych.
2. Odnotowano znamienne obserwacje, bowiem w glebie, na której zaniechano uprawy tradycyjnej-płużnej, zmniejszeniu pojemności powietrznej towarzyszył wzrost przepuszczalności powietrznej. Świadczy to prawdopodobnie o korzystnym wpływie uproszczeń uprawowych, które spowodowały zwiększenie drożności, i zapewne trwałości, sieci biogennych porów w glebie.
3. W związku z tym, że stan fizyczny rędziny nie ulegał, po zastosowaniu upraw zredukowanych, gwałtownym zmianom, stwarza to praktyczną możliwość, szczególnie cenną w sytuacjach incydentalnych, zastąpienia uprawy klasycznej-płużnej uprawą bezorkową lub siewem bezpośrednim.

PIŚMIENNICTWO

1. **Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A.:** Wpływ różnych systemów uprawy roli pod pszenicę ozimą na budowę morfologiczną uprawnej warstwy gleby. *Fragm. Agron.*, 4 (48), 18-33, 1995.
2. **Drees L.R., Karathanasis A.D., Wilding L.P., Blevins R.L.:** Micromorphological characteristics of long-term no-till and conventionally tilled soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58, 508-517., 1994.
3. **Edwards W.M., Shipitalo M.J., Norto L.D.:** Contribution of monoporosity to infiltration into continuous corn no-tilled watershed. *J. Contan. Hydrol.*, 3, 193-205, 1988.
4. **House G.J., Parmelee R.W.:** Comparison of soil arthropods earthworms from conventional and no-tillage agroecosystem. *Soil Tillage Res.*, 5, 351-360, 1985.
5. **Johnson J.R., Hurst H., Stevens G.:** Field changes after 10 years of continuous no-tillage soybeans. *Proc. 1992. South Cons. Til. Conf. Pub.*, 92-01, Tennessee, 88-93, 1992.
6. **Karlen D.L., Wollenhaupt N.C., Erbach D.C., Berry E.C., Swan J.B., Eash N.S., Jordahl J.L.:** Long-term tillage effects on soil quality. *Soil Tillage Res.*, 32, 313-327, 1994.
7. **Krężel R.:** Wpływ siewu bezpośredniego na właściwości gleby i plonowanie roślin. *Rocz. Nauk Rol., seria A*, 109, 2, 175-188, 1991.
8. **Malicki L., Podstawka-Chmielewska E., Pałys E.:** Trzyletnie upraszczanie uprawy roli a produktywność niektórych roślin na rędzinie. *Annales UMCS, sectio E*, 53, 77-85, 1998.
9. **Pudelko J., Wright D.L., Wiatrak P.:** Stosowanie ograniczeń w uprawie roli w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. *Post. Nauk Rol.*, 1, 153-162, 1991.
10. **Radecki A., Opic J.:** Metoda siewu bezpośredniego w świetle literatury krajowej i zagranicznej. *Rocz. Nauk Rol., seria A*, 109, 2, 119-141, 1991.
11. **Shipitalo M.J., Protz R.:** Comparison of morphology and porosity of a soil under conventional and zero tillage. *Can. J. Soil Sci.*, 67, 445-456, 1987.
12. **Unger P.W., Fulton L.J.:** Tillage effects on soil conditions of the upper root zone. *Proc. of 11 th Intern. Conf. of ISTRO „Tillage and Traffic in Crop Production”, Edinburg, Scotland, v.I*, 171-176, 1988.

PHYSICAL CONDITION OF THE RENDZINA IN VARIOUS
CULTIVATION SYSTEMS

J. Pranagal, H. Domżał

Institute of Soil Science and Environment Management
University of Agriculture, Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail:jackus@consus.ar.lublin.pl

Summary. The purpose of this paper was to describe the reaction of the soil, a chernozemic mixed rendzina, when the no ploughing cultivation was applied to it, as well as the direct sowing. The soil reaction was described in comparison to the physical condition of the soil, based on the results of its water and air properties. The following soil properties were determined: bulk density, total porosity, actual air capacity and the field air capacity, actual air permeability and the field air permeability, actual moisture, field water capacity, productive water retention and unavailable water retention to the plants. Basing on the experiments, which had been carried out, no essential differences were found as for the values of the analysed properties, resulting from the simplified cultivation method. It would be also difficult to point the best cultivation system suitable for the given rendzina, for during the time the experiments had been going on, both worsening and bettering of some of the soil properties was observed. There is, however, no indication of an optimum cultivation system. In consequence, there is a practical possibility to replace the classical cultivation with the no ploughing cultivation method or a direct sowing.

Key words: cultivation systems, physical condition of soil.