

WPŁYW ZRÓŻNICOWANEJ UPRAWY ROLI I POZIOMU NAWOŻENIA
MINERALNEGO NA ZAPAS WODY I NIEKTÓRE FIZYCZNE
WŁAŚCIWOŚCI GLEBY W PŁODOZMIANIE

Karol Bujak, Mariusz Frant

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: em.frant@poczta.fm

Streszczenie. Badania polowe przeprowadzono w latach 1998-2002. Określano wpływ zmniejszenia liczby orok z 7 – typowa (A) do 3 – uproszczona (B) i 1 – uproszczona (C) w rotacji płodozmianu (ziemniak – pszenica jara – groch siewny – pszenica ozima) i poziomu nawożenia mineralnego na zapas wody oraz gęstość i porowatość ogólną i kapilarną gleby pólowej wytworzonej z lessu. W każdej metodzie uprawy wykonywano orkę pod ziemniak. Orki zastępowano głównie kultywatorowaniem lub talerzowaniem roli. Wprowadzone uproszczenia w uprawie roli istotnie obniżały zapas wody w glebie pod wszystkimi roślinami z wyjątkiem grochu. Zwiększone nawożenie generalnie obniżało zapas wody w glebie pod poszczególnymi roślinami płodozmianu. Wyjątkowo tylko pod grochem średnio za cały okres badań nieznacznie więcej wody zawierała gleba intensywnie nawożona. Wpływ sposobu uprawy i poziomu nawożenia na kształtowanie się gęstości i porowatości gleby był bardzo mało wyraźny. Jedynie pod pszenicą ozimą płytka uprawa płużna i bezorkowa powodowały istotny wzrost gęstości i zmniejszenie porowatości gleby. Wyższy poziom nawożenia tylko pod pszenicą jarą powodował istotny wzrost porowatości ogólnej i kapilarnej. Ponadto pod grochem siewnym odnotowano istotny wzrost porowatości ogólnej pod wpływem zwiększonego nawożenia.

Słowa kluczowe: płodozmian, uprawa, nawożenie, zapas wody, gęstość, porowatość gleby

WSTĘP

Duże koszty uprawy płużnej skłaniają do stosowania różnych uproszczeń w uprawie roli, które polegają najczęściej na spłycaaniu głębokości orok, zastępowaniu ich mniej energochłonnymi zabiegami (kultywatorowanie, talerzowanie), a w skrajnych przypadkach stosowany jest siew bezpośredni. Prowadzone dotychczas badania informują, że w niektórych warunkach siedliskowych wprowadzanie takich uproszczeń w uprawie roli nie powoduje znaczących zmian w plonowaniu roślin.

Systematyczne upraszczanie uprawy roli może jednak doprowadzić do niekorzystnych zmian we właściwościach fizycznych gleby.

Wyniki badań różnych autorów wskazują, że w porównaniu z uprawą tradycyjną spłylenie orki lub zastąpienie kultywatorowaniem lub talerzowaniem, a zwłaszcza zastosowanie siewu bezpośredniego powodowało mniejszy lub większy wzrost gęstości i zwięzłości gleby a tym samym zmniejszanie jej porowatości [3,7,8]. Natomiast zmiany w gospodarce wodnej gleby pod wpływem stosowania uproszczeń w uprawie roli są bardziej zróżnicowane. Nowicki i in. [13], a także Karlen i in. [10] stwierdzili wzrost zapasu wody w glebie pod wpływem spłyconej uprawy. Inni autorzy podają, że uproszczenia nie miały wyraźnego wpływu na te cechy [1,2]. Natomiast Dechnik i in. [5], Blecharczyk i in. [3] podają, że uproszczenia wpływają negatywnie na gospodarkę wodną, gdyż gleba uprawiana płytko w tym też systemem bezorkowym miała mniejszą zdolność magazynowania wody niż gleba uprawiana tradycyjnie.

Celem badań było określenie wpływu uproszczeń uprawy roli i poziomu nawożenia mineralnego w czteropolowym płodozmianie na kształtowanie się zapasu wody oraz gęstości i porowatości w glebie płowej wytworzonej z lessu.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe prowadzono w latach 1998/1999-2001/2002 w Gospodarstwie Doświadczalnym Czesławice należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Zlokalizowano je na glebie płowej wytworzonej z lessu zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego. Warstwa uprawna zawierała 16,3 g próchnicy w 1 kg gleby, pH w KCl 6,5-6,6 oraz wysoką zawartość fosforu, potasu i magnezu.

Doświadczenie prowadzono w układzie podbloków losowanych w czterech powtórzeniach, powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 20 m². Porównywano trzy sposoby uprawy roli i dwa poziomy nawożenia mineralnego stosowane w płodozmianie (ziemniak – pszenica jara – groch siewny – pszenica ozima) rozpoczętym wszystkimi roślinami jednocześnie.

Sposoby uprawy roli:

- tradycyjny (obiekty kontrolny) – 7 orki w rotacji zmianowania,
- uproszczony – 3 orki w rotacji,
- uproszczony – 1 orka w rotacji.

Orki zastępowano głównie talerzowaniem lub kultywatorowaniem roli (tab. 1).

Poziomy nawożenia mineralnego:

- przeciętny – średnio rocznie w rotacji 127,4 kg NPK na 1 ha,
- zwiększony – średnio rocznie w rotacji 191,2 kg NPK na 1 ha.

Tabela 1. Obiekty uprawowe**Table 1.** Tillage objects

Roślina Plant	A – tradycyjny A – traditional	B – uproszczony B – reduced	C – uproszczony C – reduced
Ziemniak Potato	lato/jesień: podorywka (10-12 cm) + bronowanie (2 razy) + obornik + orka przedzimowa (25-30 cm) summer/autumn: skimming (10-12cm) + harrowing (2 times) + manure + fall ploughing (25-30 cm)	lato/jesień: kultywatorowanie (10-12 cm) + bronowanie + obornik + orka przedzimowa (25-30 cm) summer/autumn: cultivating (10-12 cm) + harrowing + manure + fall ploughing (25-30 cm)	lato/jesień: talerzowanie (10-12cm) + bronowanie + obornik + orka przedzimowa (25-30 cm) summer/autumn: disking (10-12 cm) + harrowing + manure + fall ploughing (25-30cm)
	wiosna: bronowanie + kultywatorowanie (10 –15 cm) + bronowanie + sadzenie; spring: harrowing + cultivating (10-15cm) + harrowing + planting		
Pszemica jara Spring wheat	lato/jesień: orka przedzimowa (18-20 cm) summer/autumn: fall ploughing (18-20cm)	lato/jesień: kultywatorowanie (10-12 cm) summer/autumn: cultivating (10-12 cm)	lato/jesień: bronowanie (8–10 cm) summer/autumn: harrowing (8-10 cm)
	wiosna: bronowanie + kultywatorowanie (10 –15 cm) + bronowanie + siew + bronowanie spring: harrowing + cultivating (10-15cm) + harrowing + sowing + harrowing		
Groch siewny Pea	lato/jesień: podorywka (10-12 cm) + bronowanie (2 razy) + orka przedzimowa (18 – 20 cm) summer/autumn: skimming (10-12 cm) + harrowing (2 times) + fall ploughing (18-20 cm)	lato/jesień: kultywatorowanie (10-12 cm) + bronowanie + orka przedzimowa (płytko do 15 cm) summer/ autumn: cultivating (10-12 cm + harrowing + fall ploughing (shallow to 15 cm)	lato/jesień: talerzowanie (10-12 cm) + bronowanie + głęboszowanie (35+40 cm) summer/ autumn: disking (10-12 cm) + harrowing + subsoiling (35+40 cm)
	wiosna: bronowanie + kultywatorowanie (10 –15 cm) + bronowanie + siew + bronowanie spring: harrowing + cultivating (10-15cm) + harrowing + sowing + harrowing		
Pszemica ozima Winter wheat	lato/jesień: podorywka (10-12 cm) + bronowanie (2 razy) + orka siewna (18-20 cm) + bronowanie + siew + bronowanie summer/autumn: skimming (10-12cm) + harrowing (2 times) + pre-sow ploughing (18-20 cm) + harrowing +sowing + harrowing	lato/jesień: tylko płytko orka przedsiewna „razówka” (do 15 cm) +bronowanie + siew + bronowanie summer/autumn: without after-harvest cultivation – only shallow pre-sow ploughing (to 15 cm) + harrowing + sowing + harrowing	lato/jesień: talerzowanie (10-12 cm) + bronowanie + kultywatorowanie (10-15 cm) + bronowanie + siew + bronowanie summer/autumn: disking (10-12 cm) + harrowing + cultivating (10-15 cm) + harrowing + sowing + harrowing
	wiosna: bronowanie – spring: harrowing		

W okresie wegetacji prowadzono w łanie każdej rośliny powszechnie zalecaną i jednakową na wszystkich obiektach chemiczną ochronę roślin przed chwastami, szkodnikami i chorobami. Wilgotność, gęstość oraz porowatość ogólną i kapilarną gleby określano w próbkach pobieranych w sześciu powtórzeniach cylinderkami Kopeckye'go o pojemności 250 cm³ z warstw 0-15 i 15-30 cm. Próbkę gleby pobierano w następujących terminach: pierwszy termin – ziemniak tuż przed wiosennymi zabiegami uprawowymi, pszenica jara i groch siewny podczas pełni wschodów, a w pszenicy ozimej w okresie wiosennego ruszania wegetacji; drugi termin obejmował okres zbioru poszczególnych roślin. Wilgotność gleby wyrażoną w procentach przeliczano na zapas wody w mm. Porowatość kapilarną przyjęto za równą kapilarnej pojemności wodnej wyrażonej w % (v/v). Oznaczenie prowadzono metodą podsiąku. Gęstość fazy stałej gleby niezbędną do wyliczenia porowatości ogólnej oznaczano metodą piknometryczną. Wyniki badań opracowano metodą analizy wariancji przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Przebieg warunków pogodowych w poszczególnych sezonach wegetacyjnych (okres od września do sierpnia następnego roku) był dość zróżnicowany. Suma opadów w pierwszym (1998/1999) i trzecim (2000/2001) sezonie odpowiednio o 108 mm i 41,4 mm przekraczała średnią wieloletnią (618,7 mm). W sezonie (1999/2000) suma opadów wynosiła 627,9 mm i była zbliżona do średniej wieloletniej. Ostatni sezon był bardzo suchy gdyż suma opadów była prawie o 120 mm mniejsza od przeciętnej za wielolecie. Średnie roczne temperatury powietrza w kolejnych okresach wegetacyjnych prowadzenia badań były odpowiednio o 0,5°C; 1°C; 0,3°C i 1,1°C wyższe od przeciętnych za wielolecie.

Podczas opisu uzyskanych wyników pominięto interpretację zmian badanych właściwości w terminach pobierania prób, gdyż we wszystkich okresach wegetacyjnych nie stwierdzono ich istotnego zróżnicowania w zależności od sposobu uprawy i poziomu nawożenia mineralnego.

WYNIKI I DYSKUSJA

Prezentowane w tabelach 2, 3, 4, 5 dane wskazują, że wprowadzone uproszczenia w uprawie roli nie miały jednoznacznego wpływu na kształtowanie się zapasu wody w glebie pod poszczególnymi roślinami płodozmianu.

Średnio za cały okres badań zapas wody w glebie pod ziemniakiem był istotnie mniejszy po zastąpieniu podorywki kultywatorowaniem roli, a najmniejszy kiedy w zespole zabiegów późniwnych wykonywano talerzowanie roli. W poszczególnych latach badań wpływ sposobu uprawy roli na zapas wody w glebie pod ziemniakiem był bardziej zróżnicowany. Stwierdzano jednak, że na ogół zastosowane uproszczenia obniżały zapas wody w glebie. Jedynie w roku 2000 najwięcej wody w glebie odnotowano po talerzowaniu roli w zespole zabiegów późniwnych.

Tabela 2. Zapas wody (mm) w 0-30 cm warstwie gleby pod ziemniakiem**Table 2.** Water stored (mm) in 0-30 cm soil layer under potato

Roślina Plant	Lata Years	Sposoby uprawy Tillage method			Poziomy nawożenia; Levels of fertilization		Średnio Mean
		A	B	C	a	b	
Ziemniak Potato	1999	89,0	81,2	82,3	85,1	83,2	84,1
	2000	94,2	93,4	96,2	97,8	91,4	94,6
	2001	96,6	96,3	93,0	96,4	94,2	95,3
	2002	63,8	65,2	62,2	63,6	64,1	63,7
	średnio	85,9	84,0	83,4	85,6	83,2	–

NIR_{0,05} lata – 0,5; sposoby uprawy – 0,4; poziomy nawożenia – 0,3; lata × sposoby uprawy – 1,2.
LSD_{0,05} years – 0.5; tillage method – 0.4; level of fertilization – 0.3; years × tillage method – 1.2;
lata × poziom nawożenia – 0.9; years × level of fertilization – 0.9.

Tabela 3. Zapas wody (mm) w 0-30 cm warstwie gleby pod pszenicą jara**Table 3.** Water stored (mm) in 0-30 cm soil layer under spring wheat

Roślina Plant	Lata Years	Sposoby uprawy Tillage method			Poziomy nawożenia; Levels of fertilization		Średnio Mean
		A	B	C	a	b	
Pszenica jara Spring wheat	1999	102,0	102,1	100,7	97,7	105,4	101,6
	2000	100,4	94,6	97,6	100,0	95,1	97,5
	2001	92,6	88,3	89,6	92,3	88,0	90,2
	2002	69,9	71,6	69,7	71,0	69,8	70,4
	średnio	91,2	89,2	89,4	90,0	89,6	–

NIR_{0,05} lata – 1,0; sposoby uprawy – 0,8; lata × sposób uprawy – 2,4; lata × poziom nawożenia – 1,8.
LSD_{0,05} years – 1.0; tillage method – 0.8; years × soil tillage – 2.4; years × level of fertilization – 1.8.

Tabela 4. Zapas wody (mm) w 0-30 cm warstwie gleby pod grochem siewnym**Table 4.** Water stored (mm) in 0-30 cm soil layer under pea

Roślina Plant	Lata Years	Sposoby uprawy Tillage method			Poziomy nawożenia; Levels of fertilization		Średnio Mean
		A	B	C	a	b	
Groch siewny Pea	1999	101,6	103,0	98,7	99,3	102,9	101,1
	2000	100,3	101,9	97,6	97,4	102,5	99,9
	2001	92,3	90,3	89,5	93,1	88,3	90,7
	2002	71,6	73,5	75,1	74,2	72,6	73,4
	średnio	91,5	92,2	90,2	91,0	91,6	–

NIR_{0,05} lata – 1,6; lata × poziom nawożenia – 2,8.
LSD_{0,05} years – 1.6; years × level of fertilization – 2.8.

Tabela 5. Zapas wody (mm) w 0-30 cm warstwie gleby pod pszenicą ozimą
Table 5. Water stored (mm) in 0-30 cm soil layer under winter wheat

Roślina Plant	Lata Years	Sposoby uprawy Tillage method			Poziomy nawożenia; Levels of fertilization		Średnio Mean
		A	B	C	a	b	
Pszenica ozima Winter wheat	1999	99,8	97,2	99,3	102,3	95,2	98,7
	2000	104,2	103,1	104,9	106,3	101,8	104,1
	2001	103,5	102,1	103,3	101,9	104,0	102,9
	2002	82,8	81,6	82,3	84,4	80,1	82,2
	średnio	97,6	96,0	97,4	98,7	95,3	–

NIR_{0,05} lata – 0,5; sposoby uprawy – 0,3; poziomy nawożenia – 0,2; lata × poziom nawożenia – 0,8.
 LSD_{0,05} years – 0,5; tillage method – 0,3; levels of fertilization – 0,2; years × level of fertilization – 0,8.

Zastąpienie orki przedzimowej kultywatorowaniem lub tylko bronowaniem pola ciężką broną średnio od 1,8 do 2,0 mm obniżało zapas wody w glebie pod pszenicą jarą. Podobne zmniejszenie zapasu wody w glebie po uproszczeniu przedzimowej uprawy roli wystąpiło też w drugim i trzecim roku badań. W pozostałych latach odnotowano tylko niewielkie zmniejszenie zapasu wody (1999 r.) po ograniczeniu jesiennej uprawy do bronowania, zaś w roku 2002 nieznacznie więcej wody gromadziła gleba po zastąpieniu orki przedzimowej kultywatorowaniem roli.

W przypadku grochu zarówno spłylenie orki przedzimowej lub zastąpienie jej głęboszowaniem roli nie miało istotnego wpływu na zapas wody w glebie. Zaznaczyła się tylko tendencja powtarzająca się w trzech latach badań zmniejszenia uwilgotnienia gleby po głęboszowaniu roli. Natomiast pod pszenicę ozimą średnio za cały okres badań tylko po ograniczeniu uprawy do płytkiej orki siewnej zapas wody w glebie był istotnie mniejszy niż po uprawie typowej i bezorkowej. Zmniejszenie zapasu wody w glebie po spłyleniu orki siewnej zaznaczało się we wszystkich latach badań.

Stwierdzone zmiany zapasu wody w glebie pod wpływem wprowadzanych uproszczeń w uprawie roli są zbliżone do rezultatów badań Nowickiego [13] oraz Bleharczyka i in. [3]. Odmienne rezultaty notowali zaś Dzieńka i in. [8] oraz Idkowiak i Kordas [9] w badaniach których spłylenie orki lub zastąpienie ich kultywatorowaniem, gryzowaniem lub zastosowanie siewu bezpośredniego zwiększało uwilgotnienie gleby. Zwiększone nawożenie mineralne generalnie obniżało zapas wody w glebie pod poszczególnymi roślinami płodozmianu. Wyjątkowo tylko pod grochem siewnym średnio za cały okres badań nieznacznie więcej wody zawierała gleba intensywniej nawożona. Wyższe uwilgotnienie gleby na obiektach intensywniej nawożonych notowano też sporadycznie w niektórych latach pod poszczególnymi roślinami płodozmianu. Rośliny pod wpływem zwiększonego nawożenia intensywniej rosły wytwarzając większą masę co wzmaga transpirację,

a tym samym zmniejsza zapas wody w glebie. Potwierdzają to wyniki badań Nawrockiego i Bujaka [12] oraz Kęsika [11]. Natomiast Idkowiak i Kordas [9] nie stwierdzali wpływu wyższego poziomu nawożenia azotowego na wilgotność gleby.

Wpływ sposobu uprawy roli i poziomu nawożenia mineralnego na kształtowanie się gęstości i porowatości gleby był bardzo mało wyraźny zarówno w poszczególnych latach jak i terminach badań. W związku z powyższym w tabelach 6, 7 i 8 zamieszczono tylko średnie za cały okres badań. Średnio tylko pod pszenicą ozimą płytka uprawa płużna i bezorkowa powodowały istotny wzrost gęstości oraz zmniejszenie porowatości ogólnej i kapilarnej. Ponadto też jedynie w przypadku pszenicy ozimej odnotowano istotny wpływ sposobu uprawy na zmiany gęstości gleby w analizowanych warstwach gleby. W warstwie powierzchniowej odnotowano istotny wzrost gęstości po uprawie bezpłużnej ($1,48 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$) w porównaniu z obiektami na których prowadzono uprawę typową ($1,45 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$) lub wykonywano tylko płytką orkę siewną ($1,46 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$). Natomiast w warstwie 15-30 cm po uprawie typowej wynosiła $1,48 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ i była o $0,02 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ istotnie mniejsza niż na pozostałych obiektach uprawowych. Uzyskane wyniki są zbliżone do rezultatów badań Bujaka i Dąbek-Gad [4] oraz Idkowiak i Kordasa [9]. Badania Domżała i Słowińskiej-Jurkiewicz [7] wskazują, że zmiany właściwości fizycznych gleb lessowych spowodowane uprawą roli nie mają trwałego charakteru. Występujące deszcze przyspieszają zagęszczenie gleby i szybko zanikają różnice pomiędzy wariantami uprawowymi. Wyniki naszych badań potwierdzają te spostrzeżenia. Podkreślić też należy, że mimo pewnych różnic w wartościach gęstości i porowatości gleby na poszczególnych obiektach uprawowych były to wartości optymalne dla wzrostu i rozwoju uprawianych roślin na glebie lessowej.

Tabela 6. Gęstość ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$) 0-30 cm warstwy gleby, średnio z lat (1999-2002)

Table 6. Soil bulk density (Mg m^{-3}) of 0-30 cm soil layer, mean of the years (1999-2002)

Roślina – Plant	Sposoby uprawy roli Tillage method			Poziomy nawożenia Levels of fertilization	
	A	B	C	a	b
Ziemniak – Potato	1,44	1,44	1,43	1,44	1,44
Pszenica jara – Spring wheat	1,46	1,46	1,47	1,47	1,46
Groch siewny – Pea	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Pszenica ozima – Winter wheat	1,47	1,48	1,49	1,48	1,47

$\text{NIR}_{0,05}$ tylko w pszenicy ozimej sposoby uprawy – 0,01.

$\text{LSD}_{0,05}$ only in winter wheat- tillage method – 0.01.

Tabela 7. Porowatość ogólna gleby w % (v/v) 0-30 cm warstwy gleby średnio z lat (1999-2002)
Table 7. Soil porosity in % (v/v) of 0-30 cm soil layer; mean of the years (1999-2002)

Roślina – Plant	Porowatość ogólna – Total soil porosity				
	Sposoby uprawy roli Tillage method			Poziomy nawożenia Levels of fertilization	
	A	B	C	a	b
Ziemniak – Potato	44,8	44,9	45,0	44,9	44,9
Pszenica jara – Spring wheat	44,0	43,9	43,8	43,6	44,2
Groch siewny – Pea	44,1	43,8	44,0	43,8	44,1
Pszenica ozima – Winter wheat	43,9	43,4	42,8	43,3	43,5

NIR_{0,05} sposoby uprawy tylko w pszenicy ozimej – 0,5; poziomy nawożenia tylko w pszenicy jarej – 0,4; w grochu siewnym – 0,2.

LSD_{0,05} tillage method only in winter wheat – 0.5; level of fertilization only in spring wheat – 0.4, in pea – 0.2.

Tabela 8. Porowatość kapilarna gleby w % (v/v) 0-30 cm warstwy gleby średnio z lat (1999-2002)
Table 8. Soil capillary porosity in % (v/v) of 0-30 cm soil layer; mean of the years (1999-2002)

Roślina – Plant	Porowatość kapilarna; Capillary porosity				
	Sposoby uprawy roli Tillage method			Poziomy nawożenia Levels of fertilization	
	A	B	C	a	b
Ziemniak – Potato	43,3	43,2	43,2	43,2	43,4
Pszenica jara – Spring wheat	42,2	42,5	42,4	42,0	42,7
Groch siewny – Pea	42,2	42,3	42,4	42,4	42,4
Pszenica ozima – Winter wheat	42,1	41,6	41,4	41,8	41,7

NIR_{0,05} sposoby uprawy tylko w pszenicy ozimej – 0,5, poziomy nawożenia tylko w pszenicy jarej – 0,4.

LSD_{0,05} tillage method only in winter wheat – 0.5, level of fertilization only in spring wheat – 0.4.

Niewielki wpływ na kształtowanie się gęstości i porowatości gleby miał też poziom nawożenia mineralnego. Jedynie pod pszenicą jarą intensywniejsze nawożenie powodowało istotny wzrost porowatości ogólnej i kapilarnej. Natomiast pod grochem siewnym odnotowano istotny wzrost porowatości ogólnej pod wpływem zwiększonego nawożenia. Podobnie też Dinesh i in. [6] oraz Patel i in. [14] stwierdzali niewielki wpływ zwiększonego nawożenia azotowego na właściwości fizyczne gleby. Natomiast Idkowiak i Kordas [9] podają, że zwiększone nawożenie azotowe powodowało wzrost zwięzłości i gęstości oraz zmniejszenie porowatości ogólnej gleby pod pszenicą ozimą.

WNIOSKI

1. Zastosowane uproszczenia w uprawie roli istotnie obniżały zapas wody w glebie pod ziemniakiem oraz pszenicą jara i ozimą. Jednak pod pszenicą ozimą istotne zmniejszenie zapasu wody w glebie wystąpiło tylko po ograniczeniu uprawy do samej płytkiej orki siewnej. W przypadku grochu zarówno spływanie orki przedzimowej lub zastąpienie jej głęboszowaniem nie miało istotnego wpływu na zapas wody w glebie.

2. Wyższy poziom nawożenia z wyjątkiem grochu obniżał zapas wody pod poszczególnymi roślinami płodozmianu.

3. Wprowadzone uproszczenia w uprawie roli tylko pod pszenicą ozimą istotnie zwiększały gęstość i zmniejszały porowatość ogólną gleby.

4. Wyższy poziom nawożenia jedynie pod pszenicą jara zmniejszał a pod grochem zwiększał porowatość ogólną gleby. Kapilarna porowatość gleby tylko pod pszenicą jara była istotnie większa po zastosowaniu intensywniejszego nawożenia.

PIŚMIENNICTWO

1. **Baranowski R., Pabin J., Sienkiewicz J.:** Badania gęstości i wilgotności gleby w wieloletnich doświadczeniach uprawowych. Część I gleba lekka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 356, 27-34, 1988.
2. **Baranowski R., Pabin J., Sienkiewicz J.:** Badania gęstości i wilgotności gleby w wieloletnich doświadczeniach uprawowych. Część II gleba ciężka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 356, 35-42, 1988.
3. **Blecharczyk A., Skrzypczak G., Małecka I., Piechota T.:** Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na właściwości fizyczne gleby oraz plonowanie pszenicy ozimej i grochu. Fol. Univ. Agric. Stein., 195 (Agricultura 74), 171-179, 1999.
4. **Bujak K., Dąbek-Gad M.:** Wpływ zróżnicowanej uprawy roli i intensywności pielęgnowania roślin na zapas wody i niektóre fizyczne właściwości gleby pod pszenicą ozimą. Acta Agrophysica, 56, 85-94, 2001.
5. **Dechnik I., Lipiec J., Tarkiewicz S.:** Wpływ różnych narzędzi uprawowych na niektóre właściwości fizyczne gleby lessowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 227, 99-106, 1980.
6. **Dinesh B., Verma S., Badiyala D.:** Effect of supplemental sources and fertilizer nitrogen on physico-chemical properties of acid soil of Himachal Pradesh. Indian J. Agron., 35, 1, 2, 144-149, 1990.
7. **Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A.:** Badania trwałości agrofizycznych efektów uprawy gleby brunatnej wytworzonej z lessu. Roczn. Nauk Roln., seria A, 108(4), 18-32, 1989.
8. **Dzienia S., Karnaś E., Sosnowski A.:** Porównanie systemów uprawy roli w zmianowaniu zbóżowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 356, 149-156, 1988.
9. **Idkowiak M., Kordas L.:** Wpływ sposobu uprawy roli i nawożenia azotem na zmiany właściwości fizycznych gleby w uprawie pszenicy ozimej. Annales UMCS, sec. E, 59, 3; 1097-1104, 2004.
10. **Karlen D.L., Wollenhaupt N.C., Erbach D.C., Berry E.C., Swan J.B., Easch N.S., Jordahl J.L.:** Long – term tillage effects on soil quality. Soil and Tillage Res., 32, 313-327, 1995.

11. **Kęsik T.:** Kształtowanie się niektórych właściwości gleby lekkiej pod wpływem zróżnicowanego sposobu uprawy i nawożenia mineralnego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 227, 75-82, 1980.
12. **Nawrocki S., Bujak K.:** Następny wpływ wykonania orki przedzimowej oraz nawożenia mineralnego na kształtowanie się zapasu wody w warunkach gleb lessowych. Mat. Międzynarodowej Konf. Nauk nt. Współczesne kierunki w uprawie roli. Warszawa-Olsztyn-Puławy, 541-549, 1972.
13. **Nowicki J.:** Zróżnicowanie uprawy podstawowej na glebie średniej i ciężkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 356, 195-203, 1988.
14. **Patel M., Gami R., Patel P.:** Effect of farmyard manure and NPK fertilizers on bulk density of deep black soil under rice-wheat green gram rotation. Gujarat Agricult Univ. Res. J., 18, 2, 109-111, 1993.

THE INFLUENCE OF DIFFERENTIATED SOIL TILLAGE AND MINERAL FERTILIZATION LEVEL ON WATER RESERVES AND SOME PHYSICAL SOIL PROPERTIES IN CROP ROTATION

Karol Bujak, Mariusz Frant

Department of Soil and Plant Cultivation, University of Agriculture
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: zorena@ursus.ar.lublin.pl

Abstract. The effect of limitation of the number of ploughings (from 7 – traditional tillage (A) to 3 – reduced (B) and 1 – reduced (C)) and of two fertilization levels on the water reserves, bulk density and total and capillary porosity of lessive soil developed from loess under crop rotation (potato-spring wheat-pea-winter wheat) was studied in a field experiment in the period of 1998-2002. Ploughing was included under potato in each tillage method. Ploughing were substituted mainly by cultivating or disking of the soil. Soil water reserves significantly decreased as a result of both the reduction of the ploughing number and high fertilization level under all of the crops excluding pea grown on modified tillage objects; there was also no tendency towards lowering the water reserves under pea with the high fertilization level. There was only a slight effect of both of the factors on soil bulk density and porosity. Decrease of the soil density and increase of total porosity were observed under winter wheat only, where shallow or no ploughing was applied, while an essential increase of total and capillary porosity occurred under spring wheat where high level of fertilization was used. That fertilization level caused a significant total porosity increase also under pea.

Key words: crop rotation, tillage, fertilization, water reserves, bulk density, soil porosity