

BOGUMIŁ RYCHCIK, KAZIMIERA ZAWIŚLAK, IRENA RZESZUTEK

ZMIANY FIZYKOCHEMICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI GLEBY ŚREDNIEJ POD WPŁYWEM PŁODOZMIANÓW Z RÓŻNYM UDZIAŁEM ZIEMNIAKA

THE EFFECT OF CROP ROTATION WITH A DIFFERENT POTATO SHARE ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF MEDIUM-TEXTURED SOIL

Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Abstract: Soil properties were examined before the establishment of the experiment (1987), then in 1993 and after its completion (1999). The field experiment was located in the Experimental Farm at Bałcyny near Ostróda on lessivé soil (Orthic Luvisols) developed from loamy materials. Analyses were made to determine the reaction, the humus content, available forms of macro- and microelements and sorptive properties of the surface soil layer. The influence of four 6-plot crop rotations with a varied potato share: A) fodder; B) and C) potato-corn; D) potato, on the physico-chemical properties of soil was examined. The biggest changes concerned the humus content, sorptive properties, the content of available forms of phosphorus, and the content of some microelements. The smaller changes concerned the soil reaction, content of potassium and magnesium.

Słowa kluczowe: próchnica, właściwości sorpcyjne, pH, makroelementy, mikroelementy.

Key words: humus, sorptive properties, pH, macroelements, microelements.

WSTĘP

Polowy system użytkowania roli, w odróżnieniu od łąkowego czy leśnego, prowadzi do zmniejszenia zasobów materii organicznej i pogorszenia właściwości fizykochemicznych wierzchniej warstwy gleby. Najbardziej dewastacyjnie wpływają rośliny okopowe, nieco słabiej zboża, a regeneracyjnie – rośliny motylkowe [Fotyma 1988; Zawiślak i in. 1988a; Dzienia i in. 1997]. Jednym ze sposobów utrzymania żyzności i urodzajności gleby jest stosowanie płodozmianu z udziałem roślin próchnicotwórczych, które dostarczając różnorodnych resztek poźniwnych uaktywniają organizmy glebowe.

W gospodarce polowej racjonalne zmianowanie roślin jest jednym z głównych czynników umożliwiających zwiększenie bądź utrzymanie na odpowiednim poziomie zasobów materii organicznej. Jednak w warunkach specjalizacji produkcji oraz gospodarki bezobornikowej często dochodzi do degradacji materii organicznej i ubytku składników pokarmowych w glebie [Siuta 1988; Gotkiewicz, Bieniek 1996; Panak i in. 1996; Jaskulska 2003].

Tendencje specjalizacji w uprawie roślin nie ominęły również ziemniaka. Mimo zmniejszenia się powierzchni jego uprawy do około 10%, nadal występuje duże zainteresowanie rolników ziemniakiem – zwłaszcza w pobliżu dużych miast lub zakładów przetwórczych przemysłu rolno-spożywczego. Efektem takich tendencji jest zbyt częsta uprawa ziemniaka na tym samym polu, co prowadzi nie tylko do zmniejszenia plonu i pogorszenia jakości bulw, lecz także do pogorszenia stanu fitosanitarnego gleby i jej cech fizykochemicznych [Mazur, Sądej 1996; Strączyńska 1996; Szafranek 2000].

Biorąc pod uwagę zagrożenia, jakie niesie zwiększona częstotliwość uprawy ziemniaka, Katedra Systemów Rolniczych UWM w Olsztynie w latach 1987–1999 realizowała badania płodozmianowe dotyczące wpływu jego koncentracji w płodozmianie na właściwości fizykochemiczne gleby.

MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Statyczne doświadczenie polowe, dotyczące koncentracji uprawy ziemniaka w płodozmianie, prowadzono w Zakładzie Doświadczalnym Bałcyny koło Ostródy. Zlokalizowano je na glebie płowej typowej, wytworzonej z gliny zwałowej lekkiej pylastej, zalegającej na piasku gliniastym mocnym i glinie lekkiej. Zawartość części spławialnych w warstwie ornej zawiera się w granicach 19–26%, a pyłu 26–39%. Pod względem przydatności rolniczej zaszeregowano ją do klasy bonitacyjnej IIIa i IIIb, kompleksu pszennego dobrego i żytniego bardzo dobrego. Całkowita powierzchnia doświadczenia wynosiła ok. 1 ha.

<p>A) pastewny – 16,7% ziemniaka</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ziemniak (obornik – 25 t · ha⁻¹) 2. pszenica ozima 3. groch + międzyplon gorczyca biała (obornik – 20 t · ha⁻¹) 4. jęczmień jary z wsiewką lucerny i koniczyny 5. lucerna mieszańcowa i koniczyna czerwona 6. lucerna mieszańcowa i koniczyna czerwona 	<p>C) ziemniaczano-zbożowy – 33,3% ziemniaka</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ziemniak (obornik – 25 t · ha⁻¹) 2. jęczmień jary 3. pszenżyto ozime 4. ziemniak (obornik – 20 t · ha⁻¹) 5. jęczmień ozimy 6. groch pastewny
<p>B) ziemniaczano-zbożowy – 33,3% ziemniaka</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ziemniak (obornik – 25 t · ha⁻¹) 2. jęczmień jary z wsiewką koniczyny czerwonej 3. koniczyna czerwona 4. ziemniak (obornik – 20 t · ha⁻¹) 5. pszenżyto ozime 6. żyto ozime + międzyplon gorczyca biała 	<p>D) ziemniaczany – 50% ziemniaka</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ziemniak (obornik – 15 t · ha⁻¹) 2. groch + międzyplon gorczyca biała 3. ziemniak (obornik – 15 t · ha⁻¹) 4. pszenica ozima 5. ziemniak (obornik – 15 t · ha⁻¹) 6. pszenżyto jare

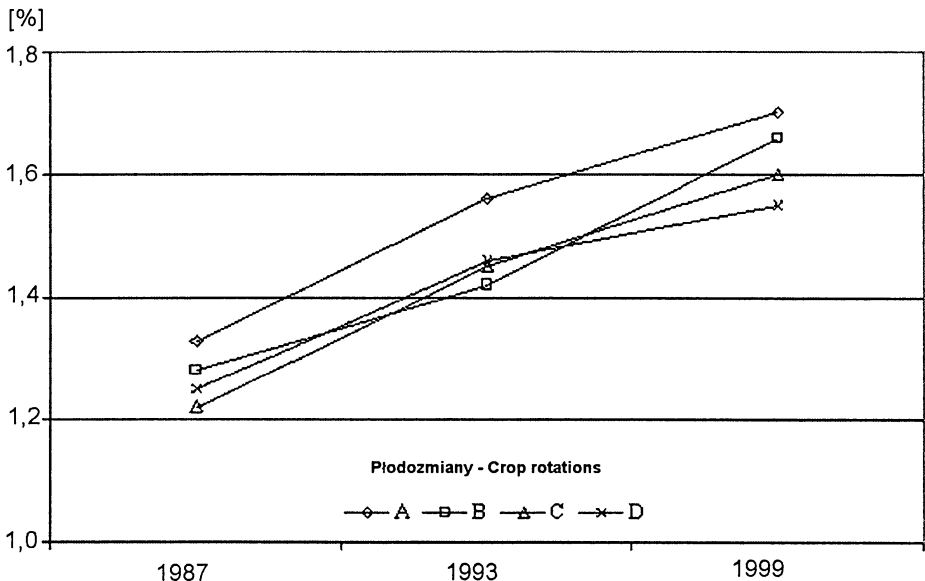
Badaniami objęto cztery 6-polowe płodozmiiany z różnym udziałem ziemniaka:

W każdym płodozmiianie stosowano $45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ obornika, a dawki nawozów mineralnych pod poszczególne gatunki ustalono zgodnie z ich potrzebami według zaleceń IUNG, które w poszczególnych płodozmiianach wynosiły (w $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$): A – 235 (N-73,3; P-65,0; K-96,7), B – 255 (N-81,7; P-70,0; K-103,3), C – 253,3 (N-76,7; P-70,0; K-106,7), D – 276,7 (N-91,7; P-75,0; K-110,0). Jesienią 1992 we wszystkich obiektach doświadczenia zastosowano dolomit w dawce $2,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ [Zalecenia agrotechniczne IUNG 1992].

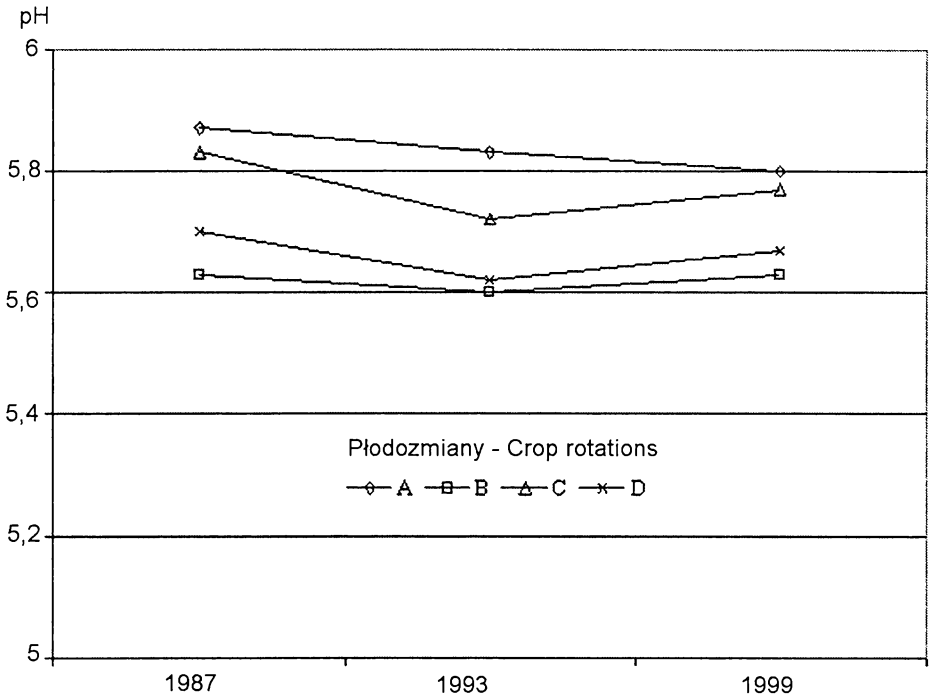
W pracy przedstawiono wyniki analiz warstwy ornej gleby (0–25 cm) pobranej przed rozpoczęciem badań (1987 r.) oraz po zakończeniu pierwszej (1993 r.) i drugiej rotacji płodozmiianów (1999 r.). Analizy wykonano w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Olsztynie. Odczyn gleby określono w $1 \text{ mol KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$, zawartość próchnicy – wg Tiurina, fosforu i potasu – metodą Egnera-Riehma, magnezu – wg Schachtschabela, boru, manganu, miedzi i cynku – w $1 \text{ mol KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$, a kwasowość hydrolityczną i sumę zasad wymiennych – wg Kappena.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W okresie dwunastu lat badań (1987–1999), niezależnie od płodozmiianu odnotowano istotne zwiększenie zawartości próchnicy (rys. 1). Jej przyrost był większy po zrealizowaniu pierwszej rotacji średnio – o 0,20%, podczas gdy po drugiej – o 0,14%. Ocena wpływu doboru roślin na tę cechę gleby wykazała pozytywną rolę gatunków



RYSUNEK 1. Zmiany zawartości próchnicy
FIGURE 1. Changes of humus content



RYSUNEK 2. Zmiany odczynu gleby, pH w 1 mol KCl · dm³
 FIGURE 2. Changes of soil reaction

próchnicotwórczych (lucerna mieszańcowa, koniczyna czerwona), które uprawiano w płodozmianach: pastewnym – A (dwa pola) oraz zbożowo-okopowym – B (jedno pole). Na podobny wpływ roślin uprawnych na bilans masy organicznej wskazali Římovský [1987], Fotyma [1988] oraz Zawiślak i in. [1988a i b].

Zarówno w kolejnych latach badań, jak i ze względu na porównywanie płodozmiiany nie stwierdzono istotnych różnic odczynu gleby (rys. 2). W glebach omawianego doświadczenia utrzymywał się odczyn lekko kwaśny, odpowiedni dla większości gatunków roślin uprawnych. Od początku trwania eksperymentu najwyższe pH stwierdzano w płodozmianie pastewnym z jednym polem ziemniaka. Analiza zmian właściwości sorpcyjnych badanej gleby wykazała zwiększenie kwasowości hydrolytycznej w płodozmiach: A, B i C, a nieznaczne obniżenie – w D (tab. 1). Niezależnie od płodozmianu kwasowość hydrolytyczna zwiększyła się z 18,9 w okresie rozpoczęcia badań, poprzez 20,2 w 1993 r. do 20,8 mmol(+) · kg⁻¹ podczas ich zakończenia. Porównując wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami we wszystkich płodozmiach (z wyjątkiem pastewnego) odnotowano mniejszą w stosunku do poprzedniego terminu badań, lecz statystycznie nieudowodnioną wartość w 1999 r., co świadczy o postępującym procesie zakwaszania warstwy ornej gleby. Jest to zgodne z wartościami odczynu przedstawionymi na rysunku 2.

TABELA 1. Zmiany właściwości sorpcyjnych badanej gleby
 TABLE 1. Changes of sorptive properties of the investigated soil

Właściwości Properties	Rok Year	Płodozmiany – Crop rotations				Średnie Average
		A	B	C	D	
Kwasowość hydrolytyczna Hydrolytic acidity [mmol(+) \cdot kg ⁻¹]	1987	16,3	19,7	17,7	21,7	18,9
	1993	20,4	17,0	22,3	21,1	20,2
	1999	22,7	21,8	18,0	20,8	20,8
	średnie – average	19,8	19,5	19,3	21,2	20,0
NIR _{0,05} interakcja – 4,0*; pozostałe – nieist.; LSD _{0,05} interactions – 4,0*, the rest – not significant						
Suma zasad Sum of bases [mmol(+) \cdot kg ⁻¹]	1993	83,4	90,9	80,1	81,4	84,0
	1999	84,8	80,0	74,9	76,4	79,0
	średnie – average	84,1	85,5	77,5	78,9	81,5
	NIR _{0,05} – nieist.; LSD _{0,05} – not significant					

W okresie rozpoczęcia badań w 1987 r. zawartość fosforu przyswajalnego zawierała się w przedziale wartości od średnich do wysokich (tab. 2). Po zastosowaniu dolomitu, przed rozpoczęciem drugiej serii badań w 1992 r., we wszystkich obiektach odnotowano istotne zmniejszenie zawartości przyswajalnych form P, do czego dochodzi często po zabiegu wapnowania. Uzyskane w 1999 r. wyniki świadczą o odwróceniu procesu uwsteczniania, gdyż analitycznie wykazana zawartość przyswajalnych form fosforu zawierała się w przedziale wartości bardzo wysokich w płodozmianach – A i C oraz wysokich w płodozmianach – B i D. Na zwiększenie zawartości przyswajalnego fosforu w glebach pługowych zwrócił uwagę Szafranek [2000].

Zawartość przyswajalnych form potasu w kolejnych etapach badań we wszystkich płodozmianach zawierała się w przedziale zawartości średnich (tab. 2). Analizując zmiany jego zawartości należy zauważyć nieznaczłą kumulację tego składnika we wszystkich płodozmianach z wyjątkiem pastewnego – A (tab. 2). Należy sądzić, że jest to wynikiem corocznego większego nawożenia tym pierwiastkiem [Mazur, Sądej 1996; Gotkiewicz, Bieniek 1996].

Zawartość magnezu zawierała się w przedziale wartości od średnich do wysokich (tab. 2). W porównywanych okresach badawczych, niezależnie od płodozmianów, zwiększała się z 63 poprzez 66 do 83 mg \cdot kg⁻¹. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi obiektami doświadczenia.

Po zakończeniu pierwszej i drugiej rotacji 6-polowych płodozmianów, w warstwie ornej gleby określano zawartość następujących mikroelementów: bor, mangan, miedź i cynk (tab. 3). Zawartość boru utrzymywała się na poziomie – niskim, miedzi – średnim i

TABELA 2. Zmiany zawartości makroelementów [mg · kg⁻¹]
 TABLE 2. Changes of the content of macroelements

Składnik Element	Rok Year	Płodozmiany – Crop rotations				Średnie Average
		A	B	C	D	
P	1987	86	54	76	50	67
	1993	47	45	40	34	42
	1999	103	78	110	88	94
	średnie – average	79	59	75	57	68
	NIR _{0,05} dla lat – 1,62**; pozostałe – nieist. LSD _{0,05} for years – 1.62**, the rest not significant					
K	1987	148	115	127	115	126
	1993	140	153	128	144	141
	1999	129	137	155	160	145
	średnie – average	139	135	137	139	137
	NIR _{0,05} – nieist.; LSD _{0,05} – not significant					
Mg	1987	78	51	71	50	63
	1993	68	68	58	69	66
	1999	82	80	90	80	83
	średnie – average	76	66	73	66	70
	NIR _{0,05} – nieist.; LSD _{0,05} – not significant					

niskim, a manganu i cynku – średnim. Na uwagę zasługuje statystycznie udowodniony ich ubytek w kolejnych etapach badań (z wyjątkiem boru). By temu przeciwdziałać zaleca się stosowanie nawozów mikroelementowych lub nawożenie obornikiem [Jaskulska 2003].

WNIOSKI

Po 12 latach realizacji ścisłego doświadczenia polowego zaszły następujące zmiany we właściwościach fizykochemicznych gleby:

1. W warunkach gospodarki płodozmianowej nastąpił wzrost zawartości materii organicznej, największy w płodozmianie pastewnym z dużym udziałem roślin motylkowych wieloletnich.
2. Odnotowano nieznaczne obniżenie odczynu i wzrost kwasowości hydrolitycznej w płodozmianie o najmniejszym udziale ziemniaka. W pozostałych obiektach odczyn i kwasowość hydrolityczna pozostały na zbliżonym poziomie.
3. Zawartość dostępnych form makroelementów (P, K, Mg) nieznacznie zwiększyła się, jako rezultat wysokiego nawożenia organicznego i mineralnego.

TABELA 3. Zmiany zawartości mikroelementów [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]

TABLE 3. Changes of the content of microelements

Składnik Element	Rok Year	Płodozmiany – Crop rotation				Średnie Average
		A	B	C	D	
B	1993	0,88	0,64	0,99	0,63	0,79
	1999	0,83	0,90	0,83	0,90	0,87
	średnie – average	0,86	0,77	0,92	0,77	0,83
NIR _{0,05} dla: płodozmianów – 0,10*, lat – 0,07*, interakcji – 0,14*; LSD _{0,05} for: crop rotations – 0.10*;; years – 0.07*, interactions – 0.14**						
Mn	1993	185,2	196,7	195,1	189,8	191,7
	1999	188,4	181,0	185,5	181,7	184,2
	średnie – average	186,8	188,9	190,3	185,8	187,9
NIR _{0,05} dla lat – 6,47*, pozostałe – nieist.; LSD _{0,05} for years – 6.47*, the rest – not significant						
Cu	1993	3,57	3,67	3,52	3,54	3,58
	1999	2,43	2,23	2,73	2,13	2,38
	średnie – average	3,00	2,95	3,13	2,84	2,98
NIR _{0,05} dla lat – 0,27*, pozostałe – nieist.; LSD _{0,05} for years – 0.27*, the rest – not significant						
Zn	1993	19,2	16,9	20,1	13,9	17,5
	1999	13,2	9,0	12,5	8,0	10,7
	średnie – average	16,2	13,0	16,3	11,0	14,1
NIR _{0,05} dla: płodozmianów – 3,50*, lat – 2,67**; interakcja – nieist.; LSD _{0,05} for: crop rotations – 3.50*, years – 2.67**; interactions – not significant						

4. W glebie na wszystkich polach płodozmianów zmalała zawartość manganu, miedzi i cynku. Natomiast boru zwiększyła się w płodozmianach B i D, a obniżyła się w A i C.

LITERATURA

- DZIENIA S., DOJSS D., WERESZCZAKA J. 1997: Wpływ płodozmianu i ugorowania na właściwości chemiczne gleby lekkiej. *Rocz. Glebozn.* **48**, 1/2: 15–18.
- JASKULSKA I. 2003: Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia na niektóre właściwości chemiczne warstwy ornej i podornej gleby. *Fragm. Agron.* **1**(77): 29–39.
- GOTKIEWICZ J., BIENIEK B. 1996: Zmiany wybranych właściwości rolniczo użytkowanych gleb mineralnych Pojezierza Mazurskiego i Równiny Sępolskiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **431**: 157–180.

- FOTYMA M. 1988: Nawożenie roślin w zmianowaniach specjalistycznych i w monokulturach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **331**: 205–215.
- FOTYMA M., GONET Z. (red.) 1992: Zalecenia agrotechniczne. IUNG Puławy. Tom I i II.
- MAZUR T., SADEJ W. 1996: Zmiany właściwości fizykochemicznych gleby w wyniku wieloletniego nawożenia gnojowicą trzody chlewnej, obornikiem i nawozami mineralnymi. *Rocz. Glebozn.* **47**, 3/4: 101–108.
- PANAK H., WOJNOWSKA T., SIENKIEWICZ S. 1996: Zmiany niektórych właściwości chemicznych i fizykochemicznych czarnych ziem kętrzyńskich pod wpływem intensywnego nawożenia azotem. *Rocz. Glebozn.* **47**, 3/4: 41–46.
- ŘÍMOVSKÝ K. 1987: Resztki poźniwne roślin uprawnych i ich wpływ na bilans masy organicznej w glebie. *Acta Acad. Agricult. Techn. Ols., Agricultura* **44**: 163–170.
- SIUTA A. 1988: Kształtowanie się wybranych chemicznych właściwości gleby w zmianowaniach o różnym udziale zbóż. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **331**: 267–277.
- STRĄCZYŃSKA M. 1996: Fizykochemiczne właściwości gleby nawożonej gnojowicą i jej wpływ na plonowanie ziemniaków. *Rocz. Glebozn.* **47**, 3/4: 117–122.
- SZAFRANEK A. 2000: Wpływ użytkowania rolniczego na właściwości fizykochemiczne gleb płowych Wysoczyzny Kałuszyńskiej. *Rocz. Glebozn.* **51**, 3/4: 97–105.
- ZAWIŚLAK K., ADAMIAK J., TYBURSKI J. 1988a: Dynamika substancji organicznej i składników mineralnych w warstwie uprawnej gleby pod wieloletnimi monokulturami. Cz. I. Gatunki o większych wymaganiach glebowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **331**: 227–235.
- ZAWIŚLAK K., ADAMIAK J., TYBURSKI J. 1988b: Dynamika substancji organicznej i składników mineralnych w warstwie uprawnej gleby pod wieloletnimi monokulturami. Cz. II. Gatunki o mniejszych wymaganiach glebowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **331**: 237–245.

dr inż. Bogumił Rychcik

Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

10-727 Olsztyn, Plac Łódzki 3,

e-mail: bogumilr@uwm.edu.pl