

## WPŁYW SYSTEMU UPRAWY ROLI NA FIZYKO-CHEMICZNE WŁAŚCIWOŚCI GLEB<sup>1</sup>

ALICJA PECIO<sup>1</sup>, JACEK NIEDŹWIECKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Żywnienia Roślin i Nawożenia

<sup>2</sup>Zakład Gleboznawstwa, Erozji i Ochrony Gruntów  
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach

**Synopsis.** Badania wykonano na dużych polach specjalistycznej Stacji Doświadczalnej IUNG w Baborówku koło Poznania w latach 2004-2006. Celem badań było określenie wpływu różnych systemów uprawy roli na fizyczne i chemiczne właściwości gleby w porównaniu do właściwości gleb pozostawionych w formie odłogu i ugoru. Po czterech latach od wprowadzenia zróżnicowanych systemów uprawy roli nie stwierdzono jednoznacznych zmian właściwości fizycznych i chemicznych gleby. Gleby pozostawione w formie odłogu i ugoru charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością azotu mineralnego w warstwach 0-30 i 30-60 cm gleby w stosunku do gleb w uprawie tradycyjnej i uproszczonej. Gleba ugorowana wyróżniała się istotnie największą zwięzłością w stosunku do pozostałych systemów uprawy w warstwie 0-10 cm oraz większym w porównaniu do systemu uproszczonej uprawy roli tempem przepływu CO<sub>2</sub> pomiędzy glebą a otaczającym ją powietrzem. Uprawa tradycyjna wśród badanych systemów uprawy roli wyróżniała się najmniejszą zwięzłością gleby w warstwie 10-20 cm oraz najniższą gęstością i najwyższym pH w warstwie 10-15 cm. W porównaniu do uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego gleba w uprawie tradycyjnej wyróżniała się większym tempem emisji CO<sub>2</sub> i tendencją do większej zawartości przyswajalnych form fosforu i potasu.

**Słowa kluczowe** – *key words*: gleba – *soil*, systemy uprawy roli – *soil tillage systems*, właściwości fizyczne – *physical properties*, właściwości chemiczne – *chemical properties*

### WSTĘP

Na podstawie wielu badań [Al-Kasi i Yin 2005, Bleharczyk i in. 2007, Tarkalson 2006] wiadomo, że sposób uprawy roli w znacznym stopniu wpływa na kształtowanie fizycznego i chemicznego stanu środowiska glebowego. Uproszczenia uprawowe, w tym tzw. uprawa zerowa, powodują najczęściej zwiększenie zagęszczenia gleby i jej zwięzłości oraz poprawę uwilgotnienia [Pabin 2002, Tendziagolska i Parylak 2004]. Ograniczają też tempo mineralizacji glebowej substancji organicznej i emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery [Al-Kasi i Yin 2005] oraz chronią glebę przed erozją [Dzienia 2006, Kraska i Pałys 2004]. W wyniku słyconej uprawy gleby może zwiększać się koncentracja substancji organicznej i składników nawozowych w wierzchniej warstwie [Dzienia i in. 2001, Rhoton 2000, Tebrügge i Düring 1999]. Nagromadzenie w glebie większej ilości wody i materii organicznej sprzyja jednak zwiększeniu wymywania NO<sub>3</sub> i wzrostowi zakwaszenia gleby [Bowman i in. 1999].

W literaturze [Diaz-Zorita 2004, Dzienia i in. 2001, Hussain i in. 1999] podaje się, że skutki uproszczeń uprawowych widoczne są dopiero po kilku latach od ich wprowadzenia.

---

<sup>1</sup>Badania finansowane z Projektu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr 2 P06R 052 29

Celem podjętych badań było określenie wpływu różnych systemów uprawy roli na fizyczne i chemiczne właściwości gleby w porównaniu do właściwości gleb odłogowanych i ugorowanych po czterech latach od zróżnicowania sposobu uprawy. Ze względu na to, że uproszczenia wiążą się ze zmniejszeniem głębokości ingerowania narzędzi uprawowych w warstwę orną, charakterystykę skutków stosowania różnych systemów sprawdzono do określenia zmian zachodzących w glebie wskutek stosowania zabiegów uprawowych na różną głębokość profilu gleb. Według rozważań autorów, dotychczas nie porównano wskaźników żyzności gleby uprawianej w stosunku do stanu gleb ugorowanych i odłogowanych.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na dużych polach specjalistycznej Stacji Doświadczalnej IUNG w Baborówku koło Poznania w latach 2004-2006 na glebach z przewagą typu pseudobielicowych należących do kompleksów żytnich: bardzo dobrego i dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa-IVb.

Od roku 2002 obszar gruntów Stacji podzielony jest na 3 pola, na których uprawiane są w zmianowaniu: rzepak/lubin – pszenica ozima – jęczmień jary. Wydzielono ponadto 2 pola: odłogu sukcesyjnego i pielęgowanego (koszonego) ugoru zielonego. W obrębie każdego pola w zmianowaniu stosowane są 3 systemy uprawy roli na różną głębokość: system uprawy tradycyjnej na pełną miąższość warstwy ornej (podorywka na głębokość 8-10 cm oraz orka siewna na głębokość około 30 cm), system uproszczonej uprawy roli na głębokość 8-10 cm (podcinanie ścierniska rośliny przedplonowej oraz spulchnianie gleby przed siewem nasion za pomocą brony Ares) i system uprawy zerowej tzw. siew bezpośredni. Badania fizyko-chemicznych właściwości gleby w każdym z trzech pól pszenicy ozimej oraz w wypadających polach odłogu i ugoru wykonywano w czterech, na stałe wyznaczonych powierzchniach (100 m<sup>2</sup>) w okresie zbioru pszenicy. Pomiarów właściwości fizycznych gleb wykonywano bezpośrednio w polu. Były to:

- zwięźłość gleby (opór penetracji) (MPa) – przy użyciu elektronicznego penetrometru glebowego w warstwach 0-10, 10-20 i 20-30 cm z dokładnością co 2 cm, w 10 powtórzeniach,
- tempo wymiany gazowej pomiędzy glebą a otaczającym ją powietrzem *soil CO<sub>2</sub> flux* (μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>) – za pomocą instrumentu LI-6400

Pozostałe właściwości fizyczne i chemiczne oznaczano w próbkach gleb pobieranych z trzech 0-5, 10-15 i 20-25 cm warstw poziomu orno-próchnicznego:

- stabilność gleby, czyli odporność na rozmywanie na podstawie zawartości iłu łatwo dyspergującego (*readily dispersible clay RDC*) (g·100 g<sup>-1</sup> gleby) – metodą turbinometryczną według Czyż i in. [2002],
- gęstość (Mg·m<sup>-3</sup>) i wilgotność aktualną gleb (% v/v) – metodą wagowo-suszarkową przy użyciu cylinderków Kopecky'ego o pojemności 100 cm<sup>3</sup>,
- odczyn gleb – potencjometrycznie w roztworach 1 M KCl,
- zawartość węgla organicznego (%) – metodą Tiurina,
- zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu w glebie (mg·100 g<sup>-1</sup> gleby) – metodą Egnera-Riehma oraz zawartość magnezu – metodą Schachtschabela.

Zawartość azotu mineralnego (kg·ha<sup>-1</sup>) określano w próbkach gleb pobieranych z trzech poziomów profilu glebowego: 0-30, 30-60 i 60-90 cm. Wyniki pomiarów i analiz opracowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji. Istotność różnic oceniano za pomocą testu Tukeya na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Do obliczeń wykorzystano pakiet statystyczny Statgraphics Centurion v.15.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

### Właściwości fizyczne

Stosowanie zabiegów uprawowych na różną głębokość warstwy ornej wpływało na zmienność fizycznych właściwości gleby. Istotne zróżnicowanie gęstości gleby zależnie od głębokości uprawy stwierdzono w jej górnych warstwach (tab. 1). Gleby ugorowane i odłogowane charakteryzowały się zwykle większą gęstością niż gleby uprawiane. W warstwie powierzchniowej (0-5 cm) gęstość gleby odłogowanej była istotnie wyższa w stosunku do uproszczonej uprawy roli, a w warstwie 10-15 cm gęstość gleby odłogowanej i ugorowanej była istotnie wyższa w stosunku do tradycyjnej uprawy roli.

Tabela 1. Fizyczne właściwości gleby. Średnio z lat 2004-2006  
Table 1. Physical soil properties. Mean of 2004-2006

Obiekty <i>Treatments</i>	Gęstość <i>Bulk density</i> (Mg·m <sup>-3</sup> )			Stabilność <i>Readily dispersible</i> <i>clay RDC</i> g·100 g <sup>-1</sup>			Wilgotność obj. <i>Water content</i> (% v/v)		
	Warstwa gleby – <i>Soil layer</i> (cm)								
	0-5	10-15	20-25	0-5	10-15	20-25	0-5	10-15	20-25
Odłóg <i>Successive fallow</i>	1,63	1,77	1,71	0,36	0,49	0,34	15,5	14,6	11,2
Ugór <i>Cut fallow</i>	1,59	1,72	1,73	0,25	0,36	0,34	14,5	15,5	13,4
Siew bezpośredni <i>Direct sowing</i>	1,57	1,64	1,63	0,47	0,70	0,57	15,2	15,1	10,6
Uproszczona uprawa roli <i>Reduced tillage</i>	1,50	1,66	1,65	0,28	0,37	0,37	13,2	13,9	10,5
Tradycyjna uprawa roli <i>Conventional tillage</i>	1,57	1,56	1,64	0,44	0,56	0,55	16,1	16,0	15,5
NIR <sub>(0,05)</sub> LSD <sub>(0,05)</sub>	0,098	0,139	r.n.*	r.n.	0,266	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n.\* – różnica nieistotna; *not significant difference*

Wyniki badań własnych potwierdzają wcześniejsze badania innych autorów. Bleharczyk i in. [2007] stwierdzili wyższą gęstość wierzchniej warstwy gleby (0-5 cm) w siewie bezpośrednim niż w innych systemach uprawy roli a w warstwie 10-20 cm gleba w siewie bezpośrednim i uprawie powierzchniowej charakteryzowała się wyższą gęstością w porównaniu do uprawy płużnej. W badaniach Tendziagolskiej i Parylak [2004] w wyniku rezygnacji z zabiegów mechanicznych i wykonania siewu bezpośredniego obserwowano wzrost gęstości gleby średnio o 3,7; 1,8 i 2,9%, odpowiednio w warstwach 5-10, 15-20 i 20-25 cm. Husnjak i in. [2002] wykazali najmniejszą gęstość gleby uprawianej w systemie tradycyjnej uprawy roli.

Głębokość uprawy roli różnicowała również stabilność gleb, czyli ich odporność na rozmywanie w warstwie 10-15 cm (tab. 1). Większą stabilnością wyróżniała się gleba w siewie bezpośrednim, w tradycyjnej uprawie roli i gleba odłogowana, mniejszą natomiast w uproszczonej uprawie roli oraz gleba pozostawiona w formie ugoru.

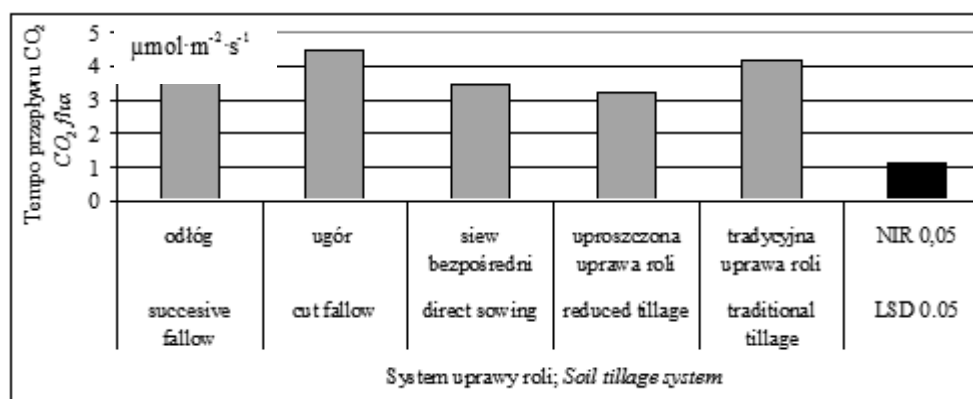
Głębokość uprawy roli nie różnicowała w sposób istotny wilgotności objętościowej badanych gleb (tab. 1). Aczkolwiek gleba w tradycyjnym systemie uprawy roli charakteryzowała się nieco większą wilgotnością niż gleba w pozostałych systemach. Stosunkowo mniejszą wilgotność gleby notowano w obiektach z uprawą uproszczoną. Systemy uprawy roli również nie różnicowały wilgotności wierzchniej warstwy gleby również w badaniach Blecharczyka i in. [2007]. W warstwie głębszej (10-20 cm) gleba w uprawie bezorkowej charakteryzowała się niższą wilgotnością niż gleba w uprawie płużnej. Tendziagolska i Parylak [2004] wykazały wzrost wilgotności gleby w wyniku stosowania siewu bezpośredniego w porównaniu do tradycyjnej uprawy płużnej.

Tabela 2. Zwięzłość gleby (MPa). Średnio z lat 2004-2005

Table 2. Penetration resistance of soil (MPa). Mean of 2004-2005

Obiekty <i>Treatments</i>	Warstwa gleby – <i>Soil layer</i> (cm)		
	0-10	10-20	20-30
Odlóg – <i>Successive fallow</i>	1,34	2,92	3,65
Ugór – <i>Cut fallow</i>	1,84	2,94	3,57
Siew bezpośredni – <i>Direct sowing</i>	1,37	2,86	3,58
Uproszczona uprawa roli – <i>Reduced tillage</i>	1,18	2,99	2,57
Tradycyjna uprawa roli – <i>Conventional tillage</i>	1,06	2,57	3,57
NIR <sub>(0,05)</sub> ; LSD <sub>(0,05)</sub>	0,212	0,213	r.n.*

r.n.\* – różnica nieistotna; not significant difference



Rys. 1. Tempo przepływu CO<sub>2</sub> pomiędzy glebą a otaczającym ją powietrzem (µmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>).

Średnio z lat 2005-2006

Fig. 1. CO<sub>2</sub> flux between soil and ambient air (µmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>). Mean of 2005-2006

Zwięzłość gleby była istotnie zróżnicowana pomiędzy systemami uprawy roli w warstwach do 20 cm głębokości (tab. 2). W warstwie powierzchniowej (0-10 cm) istotnie największą zwięzłość stwierdzono w glebie ugorowanej. W warstwie 10-20 cm zwięzłość gleby w uprawie tradycyjnej była istotnie mniejsza w porównaniu do pozostałych systemów uprawy roli. We wszystkich warstwach wartość tego parametru zwiększała się wraz z głębokością. Uzyskane wyniki badań są zgodne z badaniami innych autorów. Tendziagolska i Parylak [2004] wykazali większą zwięzłość na obiektach z siewem bezpośrednim w porównaniu z klasyczną uprawą płużną. W badaniach Bleharczyka i in. [2007] zarówno siew bezpośredni, jak i uproszczenia w uprawie roli wpłynęły na wzrost zwięzłości gleby w warstwach 0-10 i 10-20 cm. Podobnie jak w badaniach własnych systemy uprawy roli nie różnicowały zwięzłości gleby w warstwie 20-30 cm.

Głębokość uprawy roli różnicowała tempo wymiany gazowej pomiędzy glebą a otaczającym ją powietrzem (rys. 1). Istotnie większe tempo emisji CO<sub>2</sub> stwierdzono w glebie ugorowanej w stosunku do systemu uproszczonej uprawy roli. Raich i Schlensinger [1992] podają, że tempo emisji CO<sub>2</sub> z gleby do otaczającego ją powietrza modyfikowane jest przez zabiegi uprawowe, które zwiększają emisję poprzez poprawę aeracji gleby, zwiększenie kontaktu pomiędzy glebą i resztkami pożywnymi, a także zwiększenie dostępności składników pokarmowych dla roślin oraz materii organicznej dla mikroorganizmów, które ją szybko utleniają. Wielkość strat CO<sub>2</sub> z gleby na skutek zabiegów uprawowych jest wysoce związana z częstotliwością i intensywnością ingerencji narzędzi uprawowych.

#### **Właściwości chemiczne**

Głębokość uprawy roli modyfikowała niektóre właściwości chemiczne gleby, głównie w jej wierzchniej warstwie. Gleby ugorowane i odłogowane wykazywały tendencje do większej zasobności w węgiel organiczny i były istotnie uboższe w azot mineralny w stosunku do tradycyjnej i uproszczonej uprawy roli (tab. 3). Gleba w siewie bezpośrednim, w porównaniu do tradycyjnej i uproszczonej uprawy roli, wykazywała tendencję do mniejszej zawartości węgla organicznego w warstwach 0-5 i 10-15 cm oraz N<sub>min</sub> w warstwie 0-30 cm. Niezależnie od systemu uprawy stwierdzono większą zawartość węgla organicznego w warstwach gleby 0-5 cm i azotu mineralnego w warstwie 0-30 cm niż w warstwach głębszych.

Uzyskane wyniki nie w pełni są zgodne z wynikami wcześniejszych badań innych autorów, którzy zwracają uwagę na korzystny wpływ uprawy w systemie siewu bezpośredniego na gromadzenie materii organicznej. Dzienia i in. [2001] taki wpływ wykazali w warstwach 0-10 i 10-20 cm w porównaniu do klasycznej uprawy orkowej gleby brunatnej. Pranagal [2004] znacząco korzystny wpływ wieloletniego stosowania siewu bezpośredniego na zasobność w materię organiczną (w warstwach 0-10 i 10-20 cm) stwierdził na glebie płowej wytworzonej z lessu. Na rędzinie i glebie brunatnej w warstwie 0-10 cm zarysowała się jedynie tendencja do lepszej zdolności akumulacji tego składnika w wyniku stosowania siewu bezpośredniego przez kilka sezonów. Niektóre różnice w porównaniu do badań własnych tłumaczyć należy prawdopodobnie zbyt krótkim czasem (4 lata) od wprowadzenia zróżnicowanych systemów uprawy roli.

Odczyn gleb był istotnie zróżnicowany w warstwach 0-5 i 10-15 cm (tab. 3). W warstwie wierzchniej (0-5 cm) siew bezpośredni wpływał na istotne zmniejszenie pH w stosunku do gleby odłogowanej. W warstwie 10-15 cm istotnie mniejsze wartości pH stwierdzono w glebie siewu bezpośredniego i uproszczonej uprawy roli w stosunku do uprawy tradycyjnej. Obniżenie pH gleby w wyniku uproszczenia uprawy roli i stosowania siewu bezpośredniego obserwowali również Dzienia i in. [2001] oraz Bleharczyk i in. [2007]. Różnice w pH gleby pomiędzy glebą w systemie siewu bezpośredniego i glebą uprawianą w systemie tradycyjnym były prawdopodobnie spowodowane redystrybucją gleby i nawozów azotowych z orką [Tarkalson i in. 2006]. W systemie siewu bezpośredniego główną przyczyną zakwaszenia gleby mogło być wymywanie azotanów do głębszych warstw profilu.

Tabela 3. Zawartość węgla organicznego i azotu mineralnego oraz odczyn gleby. Średnio z lat 2004-2006  
 Table 3. Content of organic carbon and mineral nitrogen and soil reaction. Mean of 2004-2006

Obiekty Treatments	Węgiel organiczny Organic carbon (%)			N <sub>min</sub> N <sub>min</sub> (kg·ha <sup>-1</sup> )			pH <sub>KCl</sub>		
	Warstwa gleby – Soil layer (cm)								
	0-5	10-15	20-25	0-30	30-60	60-90	0-5	10-15	20-25
Odlóg <i>Successive fallow</i>	1,46	1,25	1,23	30,6	14,9	7,1	6,3	6,4	6,4
Ugór <i>Cut fallow</i>	1,48	1,31	1,36	25,3	8,7	5,5	6,0	6,4	6,6
Siew bezpośredni <i>Direct sowing</i>	1,24	1,07	1,07	40,6	20,8	20,0	5,7	6,2	6,3
Uproszczona uprawa roli <i>Reduced tillage</i>	1,39	1,22	1,03	52,8	27,3	16,2	5,9	6,3	6,4
Tradycyjna uprawa roli <i>Conventional tillage</i>	1,34	1,19	1,09	49,8	29,3	13,9	6,1	6,6	6,6
NIR <sub>(0,05)</sub> LSD <sub>(0,05)</sub>	r.n.*	r.n.	r.n.	14,28	15,06	10,24	0,45	0,27	r.n.

r.n.\* – różnica nieistotna; not significant difference

Tabela 4. Zawartość przyswajalnych form makroelementów (mg·100 g<sup>-1</sup> gleby). Średnio z lat 2004-2006  
 Table 4. Content of available forms of macronutrients mg·100 g<sup>-1</sup> of soil). Mean of 2004-2006

Obiekty Treatments	P			K			Mg		
	Warstwa gleby – Soil layer (cm)								
	0-5	10-15	20-25	0-5	10-15	20-25	0-5	10-15	20-25
Odlóg <i>Successive fallow</i>	62	60	65	176	119	112	82	73	79
Ugór <i>Cut fallow</i>	60	59	59	171	110	112	85	71	74
Siew bezpośredni <i>Direct sowing</i>	44	59	62	151	116	100	60	70	65
Uproszczona uprawa roli <i>Reduced tillage</i>	46	53	50	155	99	81	65	79	73
Tradycyjna uprawa roli <i>Conventional tillage</i>	54	61	67	163	126	106	54	47	50
NIR <sub>(0,05)</sub> LSD <sub>(0,05)</sub>	r.n.*	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n.\* – różnica nieistotna; not significant difference

Stosowane systemy uprawy roli nie powodowały istotnego zróżnicowania zawartości makroelementów w glebie (tab. 4). Stwierdzono jedynie tendencje do większych zawartości przyswajalnych form fosforu i potasu w powierzchniowej (0-5 cm) warstwie gleb ugorowanych i odłogowanych w stosunku do uprawy konwencjonalnej oraz mniejsze zawartości tych składników w glebach uprawianych w systemie siewu bezpośredniego. Wierzchnie warstwy gleb odłogowanych i ugorowanych charakteryzowały się również stosunkowo największą zawartością magnezu wymiennego. Gleba uprawiana w systemie tradycyjnym charakteryzowała się najmniejszą zawartością Mg w całej warstwie ornej (0-25 cm) oraz nieco większą zawartością fosforu i potasu w stosunku do gleb w siewie bezpośrednim i w uprawie uproszczonej. Rezultaty innych badań nie są jednoznaczne, aczkolwiek badania własne potwierdziły wyniki niektórych autorów. Dzienia i in. [2001] nie stwierdzili istotnego zróżnicowania w zawartości przyswajalnych form fosforu pomiędzy systemami uprawy roli. Bleharczyk i in. [2007] istotnie największą zawartość fosforu wykazał w wierzchniej warstwie (0-5 cm) gleby uprawianej w tradycyjnym systemie orkowym. Tarkalson i in. [2006] wykazali mniejsze zawartości potasu w wierzchniej warstwie gleby w systemie siewu bezpośredniego i jako prawdopodobną przyczynę podają zwiększone plony rośliny uprawnej oraz zawartości makroelementów w ziarnie. Dzienia i in. [2001] oraz Hussain i in. [1999] wskazują na zwiększenie akumulacji przyswajalnych form potasu w glebie uprawianej w systemie siewu bezpośredniego i uprawy uproszczonej w stosunku do uprawy konwencjonalnej.

### WNIOSKI

1. Po czterech latach od wprowadzenia zróżnicowanych systemów uprawy roli nie stwierdzono jednoznacznych zmian właściwości fizycznych i chemicznych gleby.
2. Gleby pozostawione w formie odłogu i ugoru charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością azotu mineralnego w warstwach 0-30 i 30-60 cm w stosunku do gleb w uprawie tradycyjnej i uproszczonej. Gleba ugorowana charakteryzowała się istotnie największą zwięzłością w warstwie 0-10 cm oraz istotnie większym w stosunku do systemu uproszczonej uprawy roli tempem przepływu CO<sub>2</sub> pomiędzy glebą a otaczającym ją powietrzem.
3. Uprawa tradycyjna wśród badanych systemów uprawy roli wyróżniała się najmniejszą zwięzłością gleby w warstwie 10-20 cm oraz najniższą gęstością i najwyższym pH w warstwie 10-15 cm. Wykazywała tendencję do większej wilgotności objętościowej i zawartości magnezu w całej warstwie orno-próchnicznej (0-25 cm). W porównaniu do uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego gleba w uprawie tradycyjnej wyróżniała się większym tempem emisji CO<sub>2</sub> i tendencją do większej zawartości przyswajalnych form fosforu i potasu.

### PIŚMIENNICTWO

1. Al-Kasi, M.M., Yin, X. 2005. Tillage and crop residue effects on soil carbon dioxide emission in corn-soybean rotations. *J. Environ. Qual.* 34: 437-445.
2. Bleharczyk, A., Małecka, I., Sierpowski, J. 2007. Wpływ wieloletniego oddziaływania systemów uprawy roli na fizyko-chemiczne właściwości gleby. *Fragm. Agron.* 1: 7-13.
3. Bowman, R.A., Vigil, M.F., Nielsen, D.C., Anderson, R.L. 1999. Soil organic matter changes in intensively cropped dryland systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 186-191.
4. Czyż, E.A., Dexter, A.R., Terelak, H. 2002. Content of readily-dispersible clay in the arable layer of some Polish soils. *Sustainable Land Management-Environmental Protection, Soil Physical Approach.* (Edit. M. Pagliali and R. Jones). *Advances in Geoecology* 35: 115-124.
5. Diaz-Zorita, M., Grove, H.J., Murdock, L., Herberck, J., Perfect, E. 2004. Soil structural disturbance effects on crop yields and soil properties in a no-till production system. *Agron. J.* 96: 1651-1659.
6. Dzienia, S., Pużyński, S., Wereszczaka, J. 2001. Impact of soil cultivation systems on chemical soil properties. *EJPAU, Agronomy* 4(2).

7. Dzienia, S., Zimny, L., Weber, R. 2006. Najnowsze kierunki w uprawie roli. *Fragm. Agron.* 2: 227–241.
8. Husnjak, S., Filipović, D., Košutić, S. 2002. Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. *Rostl. Vyr.* 48(6): 249–254.
9. Hussain, I., Olson, K.R., Ebelhar, S.A. 1999. Long-term tillage effects on soil chemical properties and organic matter fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 1335–1341.
10. Kraska, P., Pałys, E. 2004. Wpływ zróżnicowanych zabiegów agrotechnicznych na niektóre właściwości warstwy ornej gleby lekkiej. *Acta Agroph.* 4(2): 351–359.
11. Pabin, J. 2002. Postęp w uprawie i przedsięwzięciu przygotowaniu roli. *Pam. Puł.* 130: 531–539.
12. Pranagal, J. 2004. Wpływ systemu uprawy na zawartość węgla organicznego w glebie. *Annales UMCS, Sec. E* 59(1): 1–10.
13. Raich, J.W., Schlensinger, W.H. 1992. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. *Tellus* 44B: 81–99.
14. Rhoton, F.E. 2000. Influence of time on soil response to no-till practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 700–709.
15. Tarkalson, D.D., Hergert, G.W., Cassman, K.G. 2006. Long-term effects of tillage on soil chemical properties and grain yields of a dryland winter wheat-sorghum/corn-fallow rotation in the Great Plains. *Agron. J.* 98: 26–33.
16. Tebrügge, F., Düring, R.A. 1999. Reducing tillage intensity – a review of results from a long term study in Germany. *Soil Till. Res.* 53: 15–28.
17. Tendziagolska, E., Parylak, D. 2004. Zmiany wybranych właściwości fizycznych i biologicznych gleby wywołane zróżnicowaną uprawą roli w monokulturze pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.* 3: 127–136.

A. PECIO, J. NIEDŹWIECKI

#### EFFECT OF SOIL TILLAGE SYSTEMS ON PHYSICAL AND CHEMICAL SOIL PROPERTIES

##### Summary

The studies on physical-chemical soil properties dependent on tillage systems were conducted in the Experimental Station Baborówko, Poland in the years 2004–2006. The purpose of the study was to determine the effect of some soil tillage systems on physical and chemical soil properties in comparison to both successive and cut fallow soils. After four years after differentiation of soil tillage systems no explicit changes of physical and chemical soil properties were found. Both fallowed soils were characterized with significantly lower mineral nitrogen content in soil layers 0–30 and 30–60 cm in comparison to both conventional and reduced soil tillage systems. Soil of cut fallow distinguished by significantly highest penetration resistance than in the other tillage systems in 0–10 cm soil layer and significantly higher than in reduced tillage CO<sub>2</sub> flux between soil and ambient air. Conventional soil tillage system among other studied systems distinguished with the lowest penetration resistance in upper (10–20 cm) soil layer and the smallest bulk density and the highest pH in 10–15 soil layer. Comparing to reduced soil tillage system and direct sowing soil under conventional tillage system distinguished with higher CO<sub>2</sub> emission and tendency to higher content of available phosphorus and potassium.

---

Doc. dr hab. Alicja Pecio

Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia  
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa  
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach  
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy  
alap@iung.pulawy.pl