

## WPŁYW WSIEWEK MIĘDZYPLONOWYCH I PŁODOZMIANU NA NIEKTÓRE FIZYCZNE I CHEMICZNE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY

MARIA WANIC, MARTA K. KOSTRZEWSKA, MONIKA MYŚLIWIEC, GUSTAW M. BRZEZIN

*Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

maria.wanic@uwm.edu.pl

**Synopsis.** W doświadczeniu polowym, zrealizowanym na glebie średniej w latach 2000–2004 badano wpływ wsiewek międzyplonowych życicy wielokwiatowej i koniczyny czerwonej oraz stanowisk w płodozmianach z 25, 50 i 75% udziałem jęczmienia jarego na wybrane fizyczne i chemiczne właściwości warstwy uprawnej gleby (0–20 cm). Jako parametry oceniające przyjęto: wilgotność, temperaturę, odczyn, zawartość węgla organicznego oraz przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu. Wykazano, że wsiewki zwiększyły zapasy wody w warstwie gleby do 10 cm, we wszystkich płodozmianach, natomiast w warstwie 10–20 cm nie różnicowały jej zawartości. Wsiewki pozostały bez wpływu na temperaturę gleby oraz zawartość w niej węgla organicznego. Bez względu na rodzaj siewu korzystnie na akumulację węgla wpływało stanowisko po ziemniaku, zaś wsiewki zapobiegły obniżeniu jego zawartości w glebie pól po pszenicy jarej i jęczmieniu jarym. Po czterech latach odnotowano wzrost w glebie fosforu – większy w siewie czystym, mniejszy z wsiewkami. W obu rodzajach siewu dodatnio na zawartość tego makroelementu wpływało stanowisko po ziemniaku. Zasobność gleby w potas zwiększyła się na obiekcie z siewem czystym jęczmienia, a z wsiewkami tylko w stanowisku po ziemniaku w płodozmianie z 25% udziałem analizowanego zboża. We wszystkich płodozmianach stwierdzono spadek zawartości magnezu, który większe rozmiary przybrał na obiekcie bez wsiewek.

**Słowa kluczowe** – *key words*: jęczmień jary – *spring barley*, wsiewki międzyplonowe – *undersown catch*, temperatura – *temperature*, wilgotność – *water content*, zawartość makroelementów – *content of macroelements*

### WSTĘP

Aktualnie w rolnictwie europejskim międzyplony przede wszystkim uważane są za element korzystnie wpływający na ekosystem, a na dalszy plan schodzi ich znaczenie jako źródła paszy [Jaskulska i Gałęzewski 2009]. Szczególna ich rola polega na wszechstronnym oddziaływaniu na biologiczne, fizyczne i chemiczne właściwości gleby oraz ograniczaniu wymywania z niej składników pokarmowych (zwłaszcza azotanów). Przyorywanie międzyplonów przyczynia się do wzrostu zawartości w glebie próchnicy i biogenów [Thomsen i Christensen 2004]. Zwiększają one powierzchnię okrytą roślinnością, przez co w glebie spowolniony zostaje proces mineralizacji masy organicznej. Skutecznie chronią glebę przed erozją i wyparowaniem z niej wody oraz poprawiają jej stan sanitarny. Ograniczają także występowanie w łanie agrofagów. Cechy te sprawiły, że międzyplony stały się nieodzownym elementem płodozmianów w systemie rolnictwa ekologicznego i zalecanym – integrowanym. W ostatnich latach ukazało się szereg prac dokumentujących powyższe stwierdzenia [Andrzejewska 1999, Askegaard i Eriksen 2007, Jaskulska i Gałęzewski 2009, Kostrzevska i in. 2011]. Większość z nich dotyczy jednak międzyplonów ścierniskowych, a zdecydowanie mniej wsiewek międzyplonowych. Tymczasem wsiewki poprzez wspólną vegetację z rośliną uprawną, a po jej zbiorze pozostawione na

polu i najczęściej przyorane na zielony nawóz, powinny bardziej kształtować właściwości gleby i łanu niż międzyplony ścierniskowe. W związku z powyższym, postawiono hipotezę badawczą zakładającą, że wprowadzone w łan jęczmienia jarego wsiewki wpłyną korzystnie na stan środowiska glebowego. Jej weryfikacji dokonano na podstawie realizacji doświadczenia polowego.

Celem badań była ocena wpływu wsiewek międzyplonowych życicy wielokwiatowej i koniczyny czerwonej na wybrane fizyczne i chemiczne właściwości gleby w płodozmianach z różnym udziałem jęczmienia jarego.

## MATERIAŁ I METODY

Praca powstała w oparciu o wyniki uzyskane w latach 2000–2004 w ścisłym, statycznym doświadczeniu polowym, realizowanym od roku 1989 w obiekcie doświadczalnym UWM w Olsztynie, zlokalizowanym w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach (53°35' N, 19°51' E). Do roku 2000 doświadczenie prowadzone było jako jednoczynnikowe (ocenie poddawano stanowiska jęczmienia w płodozmianach), a od roku 2001 podzielono je na dwie części i wprowadzono drugi czynnik – wsiewki międzyplonowe.

Czynnikiem pierwszego rzędu był rodzaj siewu jęczmienia jarego:

- siew czysty
- uprawa z wsiewkami międzyplonowymi życicy wielokwiatowej i koniczyny czerwonej.

Czynnik drugiego rzędu stanowiło usytuowanie jęczmienia w trzech, czteropolowych płodozmianach, z 25, 50 i 75% jego udziałem o poniższym doborze i następstwie roślin:

Płodozmiany:

A: ziemniak – jęczmień jary\* – groch siewny – pszenica jara (25% udziału jęczmienia – obiekt kontrolny)

B: ziemniak – jęczmień jary\*\* – pszenica jara – jęczmień jary\* (50% udziału jęczmienia)

C: ziemniak – jęczmień jary\* – jęczmień jary\*\* – jęczmień jary\* (75% udziału jęczmienia)

Eksperyment zrealizowany został w układzie losowanych podbloków w 4. powtórzeniach, wszystkimi polami płodozmianowymi jednocześnie.

Norma wysiewu jęczmienia jarego (odmiana Rodion) w obu rodzajach siewu wynosiła 350 kielkujących ziarniaków na 1 m<sup>2</sup>. W płodozmianach z wsiewkami razem ze zbożem wysiano 24 kg·ha<sup>-1</sup> życicy wielokwiatowej (odmiana Gaza) oraz 15 kg·ha<sup>-1</sup> koniczyny czerwonej (odmiana Jubilatka). Biomasa wsiewek przyorywano jesienią orką przedzimową. W latach 2001–2004 przeciętnie co roku wprowadzono do gleby od 3,47 do 3,67 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy wsiewki życicy wielokwiatowej i od 2,83 do 2,91 t·ha<sup>-1</sup> koniczyny czerwonej (tab. 1).

Pod ziemniak (uprawiany na pierwszym polu wszystkich płodozmianów) stosowano obornik w dawce 25 t·ha<sup>-1</sup>, wnosząc go jesienią raz w czteroletniej rotacji. Dawki nawozów mineralnych nie były zróżnicowane w zależności od rodzaju siewu jęczmienia i stanowisk płodozmianowych. Wynosiły one (kg·ha<sup>-1</sup> czystego składnika): N – 60; P – 34,8 i K – 66,4. Uprawa roli na wszystkich poletkach przeprowadzona została sposobem tradycyjnym. W jęczmieniu jarym przeciwko chwastom, chorobom i szkodnikom nie stosowano środków chemicznych.

Doświadczenie zlokalizowane było na glebie średniej, płowej typowej, o podłożu ukształtowanym z gliny lekkiej bezszkieletowej. Gleba pod względem przydatności rolniczej reprezentuje klasę bonitacyjną R–IIIa, kompleks pszenny dobry (2).

\* w siewie czystym lub z wsiewką życicy wielokwiatowej

\*\* w siewie czystym lub z wsiewką koniczyny czerwonej

Tabela 1. Plony suchej masy wsiewek międzyplonowych ( $t \cdot ha^{-1}$ ); średnie za lata 2001–2004  
 Table 1. Yields of undersown crops dry mass ( $t \cdot ha^{-1}$ ); average from the years 2001–2004

Płodozmiany z procentowym udziałem jęczmienia; przedplony Rotation systems with percentage share of barley; previous crop						Średnia Mean
A–25	B–50		C–75			
ziemniak potato	ziemniak potato	pszenica jara spring wheat	ziemniak potato	jęczmień jary spring barley	jęczmień jary jęczmień jary	
3,49*	2,83**	3,67*	3,47*	2,91**	3,53*	3,32

\* – życica wielokwiatowa – Italian ryegrass, \*\* – koniczyna czerwona – red clover

Oznaczenia wilgotności objętościowej oraz temperatury warstwy gleby 0–20 cm (z podziałem na poziomy 0–10 i 10–20 cm) przeprowadzono w latach 2002, 2003 i 2004 pięciokrotnie w okresie wegetacji jęczmienia w fazach (BBCH): wschody (11–14), krzewienie (23–29), strzelanie w źdźbło (33–37), kłoszenie (56–59) i dojrzałość woskowa (83–87). Pomiarzy wykonano metodą reflektometrii w domenie czasu [Malicki 1990] za pomocą aparatu Easy Test TDR Multimer (licencja Zakład Agrofizyki, PAN w Lublinie). W tabelach przedstawiono je w formie uśrednionej z terminów i lat badań.

W próbach glebowych pobranych z warstwy 0–20 cm po zbiorze jęczmienia jarego w latach 2000 i 2004 oznaczono: odczyn (w 1 mol KCl), zawartość węgla organicznego oraz przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu. Odczyn gleby oznaczono potencjometrycznie, węgiel organiczny – kolorymetrycznie za pomocą utleniania roztworem  $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$  i pomiaru absorpcji spektrofotometrem (norma PB 24), przyswajalne formy fosforu i potasu – wg metody Egnera-Rhiema (PN-R-04023 i PN-R-04022), a magnezu – Schachtschabella (PN-R-04020). Analizy wykonano w atestowanym laboratorium w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Olsztynie.

Wyniki poddano analizie wariancji, a zróżnicowania międzyobiektowe oceniano wykorzystując test Tukey'a, przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$ . Zależności między masą wsiewek a zawartością w glebie makroelementów określono za pomocą współczynników korelacji. Obliczenia wykonano z wykorzystaniem programu *Statistica*.

## WYNIKI BADAŃ

Rodzaj siewu jęczmienia jarego (bez wsiewek i z wsiewkami życicy wielokwiatowej lub koniczyny czerwonej) różnicowały zawartość wody w warstwie gleby 0–10 cm (tab. 2). Na obiektach z wsiewkami odnotowano lepsze jej uwilgotnienie niż w siewie czystym we wszystkich stanowiskach płodozmianowych. Najwyraźniej uwidoczniło się to w stanowisku po ziemniaku w czteropolówce kontrolnej oraz po dwukrotnym następstwie jęczmienia po sobie. Zmiany w zawartości wody w głębszej warstwie gleby (10–20 cm) nie wykazywały istotnego związku ze sposobem siewu jęczmienia i jego usytuowaniem w płodozmianie.

Jakkolwiek analiza statystyczna nie potwierdziła istotnego wpływu ocenianych czynników na różnicowanie się temperatury gleby, tym nie mniej zarysowała się wyraźna tendencja do wzrostu jej wartości na obiekcie z wsiewkami międzyplonowymi (tab. 3). Uwidoczniło się to we wszystkich stanowiskach płodozmianowych w obu ocenianych warstwach gleby.

Tabela 2. Wilgotność gleby % (wartości średnie z lat 2002–2004 i 5 terminów)  
 Table 2. Water content (mean values from years 2002–2004 and 5 measurement dates)

Warstwa gleby Soil layer (cm)	Rodzaj siewu Sowing type	Płodozmiany z procentowym udziałem jęczmienia; przedplon Rotation systems with percentage share of barley; previous crop						Średnia Mean
		A-25	B-50		C-75			
		ziemniak potato	ziemniak potato	pszenica jara spring wheat	ziemniak potato	jęczmień jary spring barley	jęczmień jary spring barley	
0–10	BW*	16,9	18,8	17,6	18,9	18,3	17,0	17,9
	W	18,7	19,6	18,3	20,2	19,3	20,1	19,4
	średnia mean	17,8	19,2	18,0	19,6	18,8	18,6	18,7
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : rodzaj siewu – sowing type – 0,6; przedplon – previous crop – r.n.; interakcja – interaction – r.n.								
10–20	BW*	18,2	18,4	18,4	19,1	17,4	19,3	18,5
	W	17,9	19,5	19,2	16,8	17,6	18,6	18,3
	średnia mean	18,1	19,0	18,8	18,0	17,5	19,0	18,4
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : rodzaj siewu – sowing type – r.n.; przedplon – previous crop – r.n.; interakcja – interaction – r.n.								

\*BW – bez wsiewki – without undersown crop, W – z wsiewką – with undersown crop

Tabela 3. Temperatura gleby (°C; wartości średnie z lat 2002–2004 i 5 terminów)  
 Table 3. Soil temperature (°C; mean values from years 2002–2004 and 5 measurement dates)

Warstwa gleby Soil layer (cm)	Rodzaj siewu Sowing type	Płodozmiany z procentowym udziałem jęczmienia; przedplon Rotation systems with percentage share of barley; previous crop						Średnia Mean
		A-25	B-50		C-75			
		ziemniak potato	ziemniak potato	pszenica jara spring wheat	ziemniak potato	jęczmień jary spring barley	jęczmień jary spring barley	
0–10	BW*	14,4	14,7	14,7	14,8	14,8	14,5	14,7
	W	14,7	14,9	14,9	15,0	15,0	15,1	14,9
	średnia mean	14,6	14,8	14,8	14,9	14,9	14,8	14,8
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : rodzaj siewu – sowing type – r.n.; przedplon – previous crop – r.n.; interakcja – interaction – r.n.								
10–20	BW*	14,4	14,3	14,7	14,8	14,9	14,6	14,6
	W	14,9	14,8	14,9	15,0	15,1	15,1	15,0
	średnia mean	14,7	14,6	14,8	14,9	15,0	14,9	14,8
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : rodzaj siewu – sowing type – r.n.; przedplon – previous crop – r.n.; interakcja – interaction – r.n.								

\*BW – bez wsiewki – without undersown crop, W – z wsiewką – with undersown crop

W obu rodzajach siewu po 4 latach realizacji doświadczenia wystąpił wzrost pH gleby; większy w siewie czystym, mniejszy – z wsiewkami (tab. 4), bez modyfikującego wpływu stanowisk płodozmianowych.

Tabela 4. Odczyn gleby (pH w 1M KCl)  
Table 4. Soil reaction (pH in 1M KCl)

Lata, rodzaj siewu Years, sowing type		Płodozmiany z procentowym udziałem jęczmienia; przedplony Rotation systems with percentage share of barley; previous crop						Średnia Mean
		A-25		B-50		C-75		
		ziemniak potato	ziemniak potato	pszenica jara spring wheat	ziemniak potato	jęczmień jary spring barley	jęczmień jary spring barley	
2000		5,7	5,9	5,8	5,9	5,8	5,9	5,8
2004	BW*	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3
	W	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,5	5,6
	średnia-mean	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,4	–

\*BW – bez wsiewki – without undersown crop, W – z wsiewką – with undersown crop

W roku rozpoczęcia badań (2000) istotnie mniejszą zawartością węgla organicznego, w relacji do obiektu kontrolnego, odznaczała się gleba pól po ziemniaku w płodozmianach z 50 i 75% udziałem jęczmienia jarego oraz po pszenicy jarej (przeciętnie dla tych stanowisk o 6,3%). Po upływie czterech lat, średnio dla pól płodozmianowych, nie stwierdzono zmian w zawartości tego pierwiastka w siewie czystym jęczmienia, w przeciwieństwie do obiektu z wsiewkami, gdzie nastąpił jego wzrost (tab. 5). W stosunku do uprawy samodzielnej

Tabela 5. Zawartość węgla organicznego (g·kg<sup>-1</sup> gleby)  
Table 5. Organic carbon content (g·kg<sup>-1</sup> of soil)

Lata, rodzaj siewu Years, sowing type		Płodozmiany z procentowym udziałem jęczmienia; przedplony Rotation systems with percentage share of barley; previous crop						Średnia Mean
		A-25		B-50		C-75		
		ziemniak potato	ziemniak potato	pszenica jara spring wheat	ziemniak potato	jęczmień jary spring barley	jęczmień jary spring barley	
2000		10,6	9,9	9,9	10,0	10,8	10,7	10,3
2004	BW*	10,8	10,6	9,1	11,1	9,5	9,8	10,2
	W	10,9	11,2	9,7	10,7	11,2	10,9	10,8
	średnia-mean	10,9	10,9	9,4	10,9	10,4	10,4	–

NIR<sub>0,05</sub> – LSD<sub>0,05</sub>; rok – year 2000: przedplon – previous crop – 0,5; rok – year 2004: rodzaj siewu – sowing type – r.n.; przedplon – previous crop – 0,5; interakcja – interaction – 0,6

BW – bez wsiewki – without undersown crop, W – z wsiewką – with undersown crop

zaznaczył się on jednak tylko w postaci tendencji. Zawartość węgla zmieniała się natomiast pod wpływem przedplonów. Średnio dla rodzajów siewu, istotnie większe jego nagromadzenie stwierdzono w glebie pól po ziemniaku uprawianym we wszystkich płodozmianach, mniejsze zaś po pszenicy jarej. Relacje te modyfikowane były rodzajem siewu. Na obiekcie z siewem czystym, w następstwie po zbożach stwierdzono istotnie mniejszą jego akumulację: o 15,6% po pszenicy jarej, o 12,0% – jednokrotnym następstwie jęczmienia po sobie i o 9,3% po powtórzeniu jego uprawy w stosunku do obiektu kontrolnego. W części doświadczenia z wsiewkami wpływ przedplonów okazał się znacząco mniejszy (nieistotny), z wyjątkiem wspomnianego pola po pszenicy jarej. Należy jednak zaznaczyć, że różnica pomiędzy tym stanowiskiem a polem po ziemniaku uprawianym w płodozmianie kontrolnym (wynosząca 11,0%) okazała się mniejsza niż w uprawie samodzielnej jęczmienia.

W roku 2000 zasobniejszymi w przyswajalne formy fosforu okazały się stanowiska po ziemniaku i dwukrotnej uprawie jęczmienia po sobie w płodozmianie z 75% udziałem jęczmienia. Nie odnotowano natomiast wpływu przedplonów na zawartość potasu (tab. 6 i 7). Po upływie 4 lat w siewie czystym jęczmienia nastąpiło wzbogacenie gleby w fosfor i potas (średnio dla stanowisk płodozmianowych odpowiednio o 20,5 i 40 mg·kg<sup>-1</sup> gleby). Na obiekcie z wsiewkami nastąpił również wzrost zawartości fosforu, ale nie był on już tak znaczny jak w siewie czystym (o 12,4 mg) oraz nie odnotowano różnic w zawartości potasu. W wyniku powyższych zmian koncentracja w glebie obu pierwiastków w części doświadczenia z wsiewkami była istotnie mniejsza niż z uprawą samodzielną (zwłaszcza potasu). W obu rodzajach siewu korzystnie na akumulację fosforu wpływały stanowiska po ziemniaku we wszystkich ocenianych czteropolówkach. Różnica między nimi a pozostałymi przedplonami była jednak znacząco mniejsza na obiekcie z wsiewkami. Uboższa w ten makroelement była gleba stanowiska po pszenicy jarej, a w siewie czystym jęczmienia także po jego następstwie po sobie.

Średnio dla rodzajów siewu, ziemniak jako przedplon wpływał korzystnie na zasobność potasu we wszystkich płodozmianach. Zawartość tego pierwiastka w stanowiskach po ziemniaku (przeciętnie dla trzech płodozmianów) była o 14,6% większa niż po przedplonach zbożowych.

Tabela 6. Zawartość fosforu (mg·kg<sup>-1</sup>gleby)  
Table 6. Phosphorus content (mg·kg<sup>-1</sup> of soil)

Lata, rodzaj siewu Years, sowing type		Płodozmiany z procentowym udziałem jęczmienia; przedplony Rotation systems with percentage share of barley; previous crop					Średnia Mean	
		A-25	B-50		C-75			
		ziemniak potato	ziemniak potato	pszenica jara spring wheat	ziemniak potato	jęczmień jary spring barley		jęczmień jary spring barley
2000		61,1	59,8	59,0	72,4	60,6	71,2	64,0
2004	BW*	89,7	102,3	70,0	88,7	72,3	83,8	84,5
	W	81,3	80,0	57,3	88,3	79,0	72,3	76,4
	średnia-mean	85,5	91,2	63,7	88,2	75,7	78,1	-

NIR<sub>0,05</sub> – LSD<sub>0,05</sub>: rok – year 2000: przedplon – previous crop – 7,4; rok – year 2004: rodzaj siewu – sowing type – 6,3; przedplon – previous crop – 5,9; interakcja – interaction – 15,7

BW – bez wsiewki – without undersown crop, W – z wsiewką – with undersown crop

Tabela 7. Zawartość potasu ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby)  
 Table 7. Potassium content ( $\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$  of soil)

Lata, rodzaj siewu Years, sowing type		Płodozmiany z procentowym udziałem jęczmienia; przedplon Rotation systems with percentage share of barley; previous crop						Średnia Mean
		A-25	B-50		C-75			
		ziemniak potato	ziemniak potato	pszenica jara spring wheat	ziemniak potato	jęczmień jary spring barley	jęczmień jary spring barley	
2000		166	166	166	187	166	170	170
2004	BW*	216	191	191	249	194	204	208
	W	205	162	162	166	158	158	169
	średnia-mean	211	193	177	208	176	181	-
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : rok – year 2000: przedplon – previous crop – r.n.; rok – year 2004: rodzaj siewu – sowing type – 28,0; przedplon – previous crop – 20,6; interakcja – interaction 26,8.								

\*BW – bez wsiewki – without undersown crop, W – z wsiewką – with undersown crop

W obu rodzajach siewu nie odnotowano istotnego wpływu płodozmianu na zawartość potasu, z wyjątkiem czteropolówki kontrolnej na obiekcie z wsiewkami, gdzie było go więcej niż w pozostałych stanowiskach.

W ocenianych rodzajach siewu, w odniesieniu do roku 2000, stwierdzono zubożenie gleby w magnez; większe w siewie czystym (o 7,2  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby), mniejsze z wsiewkami (o 3,9  $\text{mg}$ ; tab. 8). Sprawilo to, że zawartość tego makroelementu na obiektach z wsiewkami była istotnie

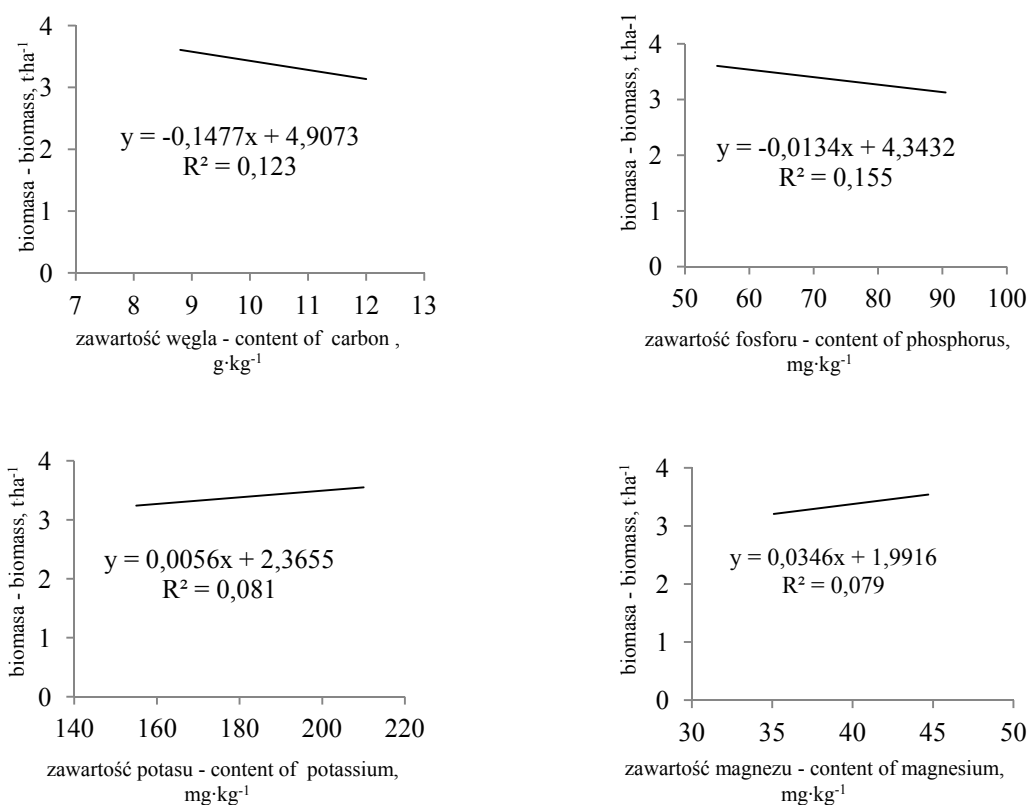
Tabela 8. Zawartość magnezu ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby)  
 Table 8. Magnesium content ( $\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$  of soil)

Lata, rodzaj siewu Years, sowing type		Płodozmiany z procentowym udziałem jęczmienia; przedplon Rotation systems with percentage share of barley; previous crop						Średnia Mean
		A-25	B-50		C-75			
		ziemniak potato	ziemniak potato	pszenica jara spring wheat	ziemniak potato	jęczmień jary spring barley	jęczmień jary spring barley	
2000		41,0	43,3	38,7	44,5	41,3	44,5	42,2
2004	BW*	36,8	31,5	31,5	39,3	34,8	36,0	35,0
	W	41,0	37,2	37,2	40,3	36,9	37,0	38,3
	średnia-mean	38,9	34,4	34,4	39,8	35,9	36,5	-
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : rok – year 2000: przedplon – previous crop – r.n.; rok – year 2004: rodzaj siewu – sowing type – 2,0; przedplon – previous crop – r.n.; interakcja – interaction – r.n.								

\*BW – bez wsiewki – without undersown crop, W – z wsiewką – with undersown crop

większa niż w uprawie samodzielnej jęczmienia (o 2,3 mg·kg<sup>-1</sup> gleby). Zarówno w roku 2000 jak i 2004 nie stwierdzono istotnych różnic w jego zawartości pod wpływem stanowisk płodozmianowych.

Analiza korelacji nie wykazała istotnego związku między masą wsiewek a zawartością w glebie węgla organicznego, fosforu, potasu i magnezu (rys. 1).



$R^2$  – współczynnik determinacji – *coefficient of determination*

Rys. 1. Zależność między masą wsiewek międzyplonowych a zawartością węgla, fosforu, potasu i magnezu w glebie

Fig. 1. Dependence between the mass of undersown crop and the content of carbon, phosphorus, potassium and magnesium in the soil

## DYSKUSJA

W badaniach własnych wsiewki życicy wielokwiatowej i koniczyny czerwonej spowodowały lepsze uwilgotnienie gleby do 10 cm jej głębokości we wszystkich stanowiskach płodozmianowych. Zdania w literaturze na ten temat są jednak podzielone. Wykazują one, że



międzyplon różnie kształtuje stosunki wodne w glebie; zależy to od abiotycznych czynników środowiska (głównie gleby i opadów), gatunku zboża, rodzaju międzyplonu oraz wysiewanych w nim roślin [Kuś i Jończyk 2000]. Generalnie w latach ubogich w deszcze powoduje on przesuszenie gleby, a w sezonach mokrych pozostaje bez wpływu lub nieznacznie poprawia jej uwilgotnienie [Parylak 1996]. Częściowo wykazuje to zbieżność z wynikami analizowanego eksperymentu, który realizowany był w latach o umiarkowanych opadach lub mokrych. Korzystny wpływ wsiewki koniczyny perskiej uprawianej razem z pszenicą ozimą uwidocznił się również w badaniach Jastrzębskiej [2009], które prowadzone były w zbliżonych warunkach opadowych. Niejednoznaczna jest też rola doboru i następstwa roślin w płodozmianie. Czyż [2000] informuje, że stosowany pod roślinę okopową obornik nieznacznie zwiększa zapasy wody w glebie, a Kostrzewska [2009] oraz Parylak i in. [2002] o lepszym jej uwilgotnieniu w stanowiskach z uprawą zbóż po sobie.

W analizowanym doświadczeniu, podobnie jak w pracy Jastrzębskiej [2009] i Kostrzewskiej [2009] temperatura gleby nie zmieniała się istotnie pod wpływem ocenianych czynników. Także zdaniem Blecharczyka i in. [1999] rola przedplonu w kształtowaniu temperatury, jak również wilgotności gleby jest niewielka.

W obu rodzajach siewu jęczmienia po 4 latach realizacji doświadczenia obserwowano wzrost pH gleby, a wsiewki okazały się czynnikiem w pewnym zakresie łagodzącym ten proces. Tendencję do obniżenia pH gleby pod wpływem uprawy międzyplonów odnotowali także Krężel i in. [1988]. W badaniach własnych nie stwierdzono wpływu przedplonów i udziału jęczmienia w płodozmianie na różnicowanie się pH gleby. Prace Kusia i Siuty [1999] także dowiodły, że różnice w pH gleby spowodowane oddziaływaniem płodozmianów są niewielkie. Blecharczyk i in. [2005a] oraz Sienkiewicz [2003] twierdzą, że obornik działa stabilizująco na zakwaszenie gleby, czego nie potwierdziły badania własne.

Wprowadzona jesienią do gleby masa organiczna wsiewek przyczynia się do zwiększenia zawartości w niej węgla organicznego. W badaniach własnych, co prawda nie wykazano istotnego wpływu rodzaju siewu jęczmienia na jego akumulację, jednakże odnotowano wyraźną tendencję do jej wzrostu na obiekcie z wsiewkami. Uzyskany wynik najprawdopodobniej należy wiązać ze zbyt krótkim okresem badań (4 lata), na co zwracają uwagę Blombäck i in. [2003] oraz Kulig i in. [2004]. Także Thomsen i Christensen [2004] są zdania, że pozytywne skutki uprawy międzyplonów uwidaczniają się dopiero po wielu latach. W badaniach własnych mogło to być również związane z relatywnie niewielką masą organiczną przyoranych wsiewek. Uprawa jęczmienia jarego w stanowiskach po ziemniaku w płodozmianach z 50 i 75% jego udziałem (jednakowo z wsiewkami, jak i bez nich) przyczyniła się do wzbogacenia gleby w węgiel, co jest zbieżne z danymi zawartymi w pracy Blecharczyka i in. [2005a] oraz Sienkiewicza [2003]. W siewie czystym jęczmienia ujemnie na bilans węgla organicznego wpływały stanowiska po zbożach – pszenicy jarej i jęczmieniu jarym, a zastosowane wsiewki niwelowały ich niekorzystny wpływ. Podobne efekty uzyskał w swoich badaniach Krześlak [2000]. W literaturze nie ma jednak na ten temat zgodności. Jastrzębska [2009] wskazała na nieco korzystniejszy wpływ na gromadzenie węgla płodozmianów z większym udziałem zbóż, bez różnicującej w tym względzie roli wsiewek. Z kolei w innych pracach, porównujących płodozmiany z monokulturą zbożową nie stwierdzono jednoznacznych zmian w jego zawartości [Blecharczyk i in. 2005b, Godsey i in. 2007, Smagacz i Kuś 2010, Takata i in. 2008, Wivstand i in. 2005]. Występujące zróżnicowania w puli węgla organicznego w glebie nie należy wyłącznie tłumaczyć wpływem uprawianych gatunków i ich agrotechniką, ale należy również uwzględnić wpływ warunków pogodowych oraz sezonową fluktuację w jego zawartości [Campbell i in. 1999, Kulig i in. 2005, Murphy i in. 2007, Takata i in. 2008].

Badania własne wskazały na wzrost zawartości w glebie przyswajalnego fosforu; większy w części doświadczenia z siewem czystym, mniejszy z wsiewkami, co należy tłumaczyć pobie-

ranieniem tego biogenu zarówno przez jęczmień, jak i wsiewki. Z kolei Parylak [1996] odnotowała ubytki w glebie tego makroelementu pod monokulturą pszenżyta ozimego, które jednak mniejsze rozmiary przybrały w kombinacji z międzyplonem. Na obiekcie z siewem czystym jęczmienia stwierdzono wzbogacenie gleby w potas, a z wsiewkami brak wyraźnych zmian w jego zawartości, pomimo tego, że makroelement ten łatwo przemieszcza się w głąb profilu glebowego. Odnotowany kierunek zmian wykazuje zbieżność z wynikami Kusia i Siuty [1999]. Szajdak i in. [2000] są zdania, że na poziom makroelementów większy wpływ wywiera nawożenie (organiczne i mineralne) niż dobór i następstwo roślin w zmianowaniu, co potwierdzają wyniki badań własnych, w których wzbogacenie gleby w fosfor i potas stwierdzono w stanowiskach po ziemniaku nawożonym obornikiem. Z kolei Jastrzębska [2009] podwyższenie zawartości fosforu odnotowała w glebie pod jęczmieniem uprawianym po pszenicy, a Blecharczyk i in. [2005b] nie wykazali wpływu następstwa roślin na zmiany w koncentracji fosforu, potasu i magnezu w glebie pod tym zbożem.

## WNIOSKI

1. Wsiewki międzyplonowe zwiększyły zawartość wody w warstwie gleby 0–10 cm we wszystkich płodozmianach, w przeciwieństwie do warstwy 10–20 cm, gdzie nie wykazano ich wpływu.
2. Wsiewki nie różnicowały temperatury i pH warstwy uprawnej gleby we wszystkich płodozmianach. Nie wykazano także ich istotnego wpływu na zawartość węgla organicznego.
3. W glebie pól po ziemniaku uprawianym w płodozmianach z 50 i 75% udziałem jęczmienia jarego, bez względu na rodzaj jego siewu stwierdzono wzrost zawartości węgla. Wsiewki, w przeciwieństwie do siewu czystego, zapobiegły jego obniżeniu w stanowiskach po pszenicy jarej i jęczmieniu jarym.
4. Większy wzrost zawartości fosforu w warstwie uprawnej gleby wystąpił w obiekcie z siewem czystym jęczmienia jarego niż z wsiewkami. W obu rodzajach siewu korzystnie na gromadzenie tego makroelementu wpływał ziemniak (jako przedplon).
5. W większości stanowisk płodozmianowych wsiewki nie zmieniały zawartości w glebie przyswajalnego potasu, w odróżnieniu od siewu czystego jęczmienia, gdzie odnotowano jego wzrost.
6. We wszystkich płodozmianach wsiewki w mniejszym stopniu wyczerpywały z gleby magnez niż uprawa w siewie czystym.

## PIŚMIENNICTWO

- Andrzejewska J. 1999. Międzyplony w zmianowaniach zbożowych. *Post. Nauk Rol.* 1: 19–31.
- Askegaard M., Eriksen J. 2007. Residual effect and leaching of N and K in cropping systems with clover and ryegrass catch crops on coarse sand. *Agric. Ecosyst. Environ.* 123: 99–108.
- Blecharczyk A., Małecka I., Piechota T., Sawińska Z. 2005a. Efekt nawożenia jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 4(1): 25–32.
- Blecharczyk A., Piechota T., Małecka I. 2005b. Zmiany chemicznych właściwości gleby w wyniku wieloletniego oddziaływania systemów następstwa roślin i nawożenia. *Fragm. Agron.* 22(2): 30–38.
- Blecharczyk A., Skrzypczak G., Małecka I. 1999. Reakcja pszenicy ozimej na przedplon i siew bezpośredni. *Pam. Puł.* 118: 9–16.

- Blombäck K., Eckersten H., Lewan E., Aronsson H. 2003. Simulations of soil carbon and nitrogen dynamics during seven years in a catch crop experiment. *Agric. Syst.* 76: 95–114.
- Campbell C.A., Biederbeck V.O., Wen G., Zentner R.P., Schoenau J., Hahn D. 1999. Seasonal trends in selected soil biochemical attributes: effects of crop rotation in the semiarid prairie. *Can. J. Soil Sci.* 79: 73–84.
- Czyż E.A. 2000. Uwilgotnienie gleb i zużycie wody przez rośliny w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. *Pam. Puł.* 123: 5–143.
- Godsey C.B., Pierzynski G.M., Mengel D.B., Lamond R.E. 2007. Changes in soil pH, organic carbon, and extractable aluminium from crop rotation and tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71: 1038–1044.
- Jaskulska I., Gałęzowski L. 2009. Aktualna rola międzyplonów w produkcji roślinnej i środowisku. *Fragm. Agron.* 26(3): 48–57.
- Jastrzębska M. 2009. Mieszanki odmianowe pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w płodozmianach zbożowych. *Wyd. UWM Olsztyn, Rozpr. Monogr.* 151: ss.172.
- Kostrzevska M.K. 2009. Znaczenie mieszanki zbożowo-strączkowej w płodozmianach z różnym udziałem jęczmienia jarego. *Wyd. UWM Olsztyn, Rozpr. Monogr.* 150: ss.115.
- Kostrzevska M.K., Wanic M., Jastrzębska M., Nowicki J. 2011. Wpływ życicy wielokwiatowej jako wsiewki międzyplonowej na różnorodność zbiorowisk chwastów w jęczmieniu jarym. *Fragm. Agron.* 28(3): 42–52.
- Krężel R., Gandecki R., Kordas L., Zimny L. 1988. Wpływ zmianowań specjalistycznych na plonowanie roślin i właściwości gleby lekkiej. Cz. II. Wybrane właściwości fizyczne gleby. *Fragm. Agron.* 5(4): 29–36.
- Krześlak S. 2000. Optymalizacja struktury zasiewów na glebach lekkich. *Wyd. UWM Olsztyn, Rozpr. Monogr.* 27: ss. 91.
- Kuliś B., Szafranski W., Zając T. 2005. Plonowanie międzyplonu w stanowisku po bobiku oraz zawartość węgla organicznego w glebie w zależności od przebiegu pogody. *Acta Agrophys.* 3(2): 307–315.
- Kuś J., Jończyk K. 2000. Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 470: 49–57.
- Kuś J., Siuta A. 1999. Wpływ zmianowań zbożowych na wybrane wskaźniki żyzności gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 467: 89–94.
- Malicki M. 1990. A reflectometric (TDR) meter of moisture content in soils and other capillary-porous materials. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 388: 107–114.
- Murphy D.V., Stockdale E.A., Poulton P.R., Willson T.W., Goulding K.W.T. 2007. Seasonal dynamics of carbon and nitrogen pools and fluxes under continuous arable and ley-arable rotations in a temperate environment. *Europ. J. Soil Sci.* 58: 1410–1424.
- Parylak D. 1996. Wpływ przyoranego międzyplonu ścierniskowego na niektóre właściwości gleby i plonowanie pszenżyta ozimego w krótkotrwałej monokulturze. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 300, Rol. 67: 199–207.
- Parylak D., Wojciechowski W., Tendziagolska E. 2002. Zmiany właściwości fizyko-chemicznych gleby w monokulturze pszenżyta ozimego pod wpływem różnej uprawy przedsięwnej. *Pam. Puł.* 130(2): 541–548.
- Sienkiewicz S. 2003. Oddziaływanie obornika i nawozów mineralnych na kształtowanie żyzności i produktywności gleby. *Wyd. UWM Olsztyn, Rozpr. Monog.* 74: ss. 121.
- Smagacz J., Kuś J. 2010. Wpływ długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych na plonowanie zbóż oraz wybrane chemiczne właściwości gleby. *Fragm. Agron.* 27(4): 119–134.
- Szajdak L., Wegner K., Matuszewska T. 2000. Effect of cropping systems on chemical and thermal properties of humic acids in soil. *Allelopathy J.* 7: 235–242.
- Takata Y., Funakawa S., Yanai J., Mishima A., Ashalov K., Ishida N., Kosaki T. 2008. Influence of crop rotation system on the spatial and temporal variation of the soil organic carbon budget in northern Kazakhstan. *Soil Sci. Plant Nutr.* 54:159–171.
- Thomsen I.K., Christensen B.T. 2004. Yield of wheat and soil carbon and nitrogen contents following long-term incorporation of barley straw and ryegrass catch crops. *Soil Use Manag.* 20: 432–438.
- Wivstand M., Dahlin A.S., Grant C. 2005. Perspectives on nutrient management in arable farming systems. *Soil Use Manag.* 21: 113–121.

M. WANIC, M.K. KOSTRZEWSKA, M. MYŚLIWIEC, G.M. BRZEZIN

**INFLUENCE OF UNDERSOWN CATCH CROPS AND CROP ROTATION ON SOME  
PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL****Summary**

The field researches on medium soil the influence of Italian ryegrass and red clover as undersown catch crops and the crop rotation systems with 25, 50 and 75% share of spring barley on selected physical and chemical characteristics of the cultivable soil layer (0–20 cm) in the years 200–2004 have been carried out. The water content of soil, its temperature, reaction, organic carbon content and available forms of phosphorus, potassium and magnesia were assumed as evaluation parameters. It was shown that the undersown catch crops increased supply of water in the soil layer up to 10 cm in all crop rotation systems. They had no influence on soil temperature and organic carbon content in it. Regardless of the sowing type the position after potatoes had positive influence on accumulation of organic carbon in the soil while catch crops prevented decreasing its content in the soil after spring wheat and spring barley. After four years soil enrichment with phosphorus was renewed by applying a higher dose in case of pure crop and lower in case of undersown catch crops application. In case of both types of sowing the stand after potatoes had positive influence on content of that macroelement. Abundance of the soil with potassium increased in fields with pure crop of spring barley; in case of applying undersown catch crops it increased only in the field after potato cultivation in the rotation system with 25% share of the analysed cereal. In all crops rotation systems, a decrease in content of magnesia was found that assumed higher values at fields without undersown catch crops.