

Katedra Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin 1, Skr. Pocz. 158, tel. (81) 4456061,
e-mail: edward.palys@up.lublin.pl

EDWARD PAŁYS, ROBERT KURASZKIEWICZ, PIOTR KRASKA

Następczy wpływ wsiewek międzyplonowych i roślin ochronnych na chemiczne właściwości gleby lekkiej

The residual effect of undersown crops and nurse crops on chemical properties
of light soil

Streszczenie. Badania miały na celu określenie wpływu wsiewek międzyplonowych oraz roślin ochronnych na właściwości chemiczne gleby lekkiej. Wsiewki międzyplonowe nie zwiększały odczynu warstwy ornej roli, zawartości magnezu oraz potasu. Wszystkie oceniane wsiewki poza nostrykiem białym zwiększały zawartość węgla ogólnego w glebie. Zawartość azotu azotanowego była istotnie większa w obiektach z koniczyną czerwoną w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Natomiast wszystkie wsiewki międzyplonowe zwiększały zawartość azotu amonowego w glebie. Wsiewka koniczyny białej istotnie zwiększała zawartość fosforu w glebie w porównaniu do obiektów z wsiewkami lucerny chmielowej i nostryka białego. Zawartość węgla ogólnego była istotnie mniejsza pod pszenżytem ozimym niż pod zbożami jarymi, pod żytem ozimym zaś było go istotnie mniej aniżeli pod owsem. Najmniejszą zawartość potasu w warstwie uprawnej gleby określono na poletkach, gdzie rosło żyto ozime, istotnie większą pod owsem i pszenżytem ozimym, a największą pod jęczmieniem jarym. Najmniejszą zawartość magnezu stwierdzono w glebie po owsie, istotnie większą po życie ozimym i jęczmieniu jarym, a największą po pszenżycie ozimym. Najmniej N-NO₃ było bezpośrednio przed przyoraniem wsiewek. Wiosną określono największą zawartość N-NO₃, następnie do żniw następowało istotne zmniejszanie się jego poziomu. Ilość N-NH₄ istotnie wzrastała od przyorania wsiewek do wiosennego siewu następczego jęczmienia jarego, a potem zmniejszała się aż do zbioru jęczmienia jarego.

Słowa kluczowe: wsiewki międzyplonowe, rośliny ochronne, właściwości chemiczne, gleba lekka

WSTĘP

Postępująca intensyfikacja produkcji roślinnej często wymaga wprowadzania uproszczonych zmianowań, w których zboża przez okres od 2 do 4 lat przychodzą po sobie [Andrzejewska 1993]. W związku z tym ze zmianowań wypadły całe elementy

w dużej mierze decydujące o urodzajności gleby oraz zdrowotności i plonowaniu roślin, dlatego brakuje pól po motylkowych drobnonasiennych, okopowych na oborniku i roślinach pastewnych. Zwiększony udział zbóż w strukturze zasiewów poza korzyściami powoduje również degradację ekosystemów rolniczych. Jest to proces skomplikowany i wielowątkowy. Następuje nasilenie występowania agrofagów, jednostronne wyczerpywanie roli ze składników pokarmowych i wody oraz nagromadzenie się w glebie substancji hamujących wzrost roślin następczych. Konsekwencją tego jest załamanie plonowania roślin [Gonet i Gonet 1979, Jabłoński i in. 1979].

Substytutem brakujących elementów zmianowania warunkujących prawidłowe funkcjonowanie agroekosystemu może być wprowadzenie roślin regenerujących w postaci wsiewek międzyplonowych. Wielu autorów uważa, że w zmianowaniach z dużym udziałem zbóż, szczególnie wsiewki międzyplonowe mogą pełnić rolę roślin regenerujących. Zmniejszają one bowiem ujemne skutki chorób zbożowych poprzez przerwanie ich łańcuchów troficznych [Kolhoff i Simon 1985, Bojarczuk i Bojarczuk 1990, Duer 1996]. Ograniczają zachwaszczenie zbóż, konkurując z występującymi chwastami [Gonet i Jelinowski 1979, Krężel i in. 1988a, 1988b, Stupnicka-Rodzinkiewicz i in. 1988, Deryło 1990, Andrzejewska i Ignaczak 1996]. I wreszcie wsiewki międzyplonowe są źródłem substancji organicznej o innym niż zboża oddziaływaniu na niektóre agrofagi i aktywność biologiczną gleby [Losakov i in. 1981, Andersen i in. 1983, Svenson i in. 1994].

Przykrycie międzyplonów orką powoduje ich rozkład, a w konsekwencji zmianę fizykochemicznych właściwości gleby [Myśków 1961, 1965, Olsen 1995]. Zwiększa się wówczas w glebie zawartość węgla organicznego, azotu, fosforu, potasu, magnezu i wapnia [Dzienia i in. 1979, Krężel i in. 1988ab, 1988b, Andrzejewska i Andrzejewski 1992, Thorup 1994]. Mogą również wzrosnąć pH gleby oraz koncentracja kwasów huminowych i humin z jednoczesnym zmniejszeniem się zawartości kwasów fulwowych [Smukalski 1972, Krężel i in. 1988a, 1988b]. Wsiewki międzyplonowe lub ich resztki korzeniowe mogą wreszcie zwiększać efektywność nawożenia mineralnego [Konecka 1977].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wsiewek międzyplonowych oraz roślin ochronnych na właściwości chemiczne gleby lekkiej w warunkach klimatycznych Lubelszczyzny.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1992–1997 w Gospodarstwie Doświadczalnym w Bezku, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Pole doświadczalne położone było na glebie bielcowej niecałkowitej, leżącej na podłożu marglistym. Gleba ta miała skład granulometryczny piasku gliniastego lekkiego i mocnego. Zaliczona została do klasy bonitacyjnej IVb i kompleksu żytniego dobrego. Odczyn gleby był lekko kwaśny, a pH w 1 Mol KCl wynosiło od 6,0 do 6,1. Zasobność gleby w przyswajalny fosfor i potas była wysoka, w magnez zaś bardzo niska, a liczona w $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby wynosiła odpowiednio: P – od 80,8 do 85,1; K – od 150,6 do 158,6; Mg – od 13,0 do 14,0. Zawartość próchnicy wynosiła od 1,14% do 1,20%.

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe założono wg schematu split-plot w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletek w założeniu i do zbioru wynosiła 18 m². Schemat doświadczenia uwzględniał: I. rośliny ochronne: żyto ozime odmiany Dańkowskie Złote

(obsada ziaren $240 \text{ szt} \cdot \text{m}^{-2}$), pszenżyto ozime odmiany Presto (obsada ziaren $350 \text{ szt} \cdot \text{m}^{-2}$), jęczmień jary odmiany Rudzik (obsada ziaren $230 \text{ szt} \cdot \text{m}^{-2}$), owies odmiany Dragon (obsada ziaren $400 \text{ szt} \cdot \text{m}^{-2}$); II. wsiewki międzyplonowe: obiekt kontrolny (bez wsiewki), seradela pastewna odmiany Bydgoska (wysiewana w ilości $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna biała odmiany Podkowa ($10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), koniczyna czerwona odmiany Hruszowska ($20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), lucerna chmielowa odmiany Renata ($15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), nostryk biały odmiany Selgo ($20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), życica westerwoldzka odmiany Motycki ($40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Rośliny ochronne i wsiewki międzyplonowe uprawiano w latach 1993–1996. Ich przedplonem była mieszanka zbożowo-strączkowa złożona z owsa (odmiany Dragon) i peluski (Pegro), uprawiana na ziarno i nasiona. Po jej zbiorze wykonano podorywkę i bronowanie. Bezpośrednio przed orką siewną wysiano $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{P}_2\text{O}_5$ w formie 46% superfosfatu potrójnego i $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{K}_2\text{O}$ w formie 60% soli potasowej. Przed wysiewem materiał siewny roślin zbożowych był zaprawiany zaprawą nasienną Baytan Uniwersal lub Raxil. Wiosną pod jare rośliny ochronne wniesiono takie same dawki i formy nawozów fosforowych i potasowych. Wysiano również $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie mocznika, po czym przeprowadzono kultywatorowanie z bronowaniem. Taką samą dawkę azotu i w tej samej formie wniesiono pogłównie pod żyto i pszenżyto ozime. Po wysiewie jęczmienia jarego i owsa we wszystkie rośliny ochronne wsiano rzutowo wsiewki międzyplonowe. W fazie strzelania w źdźbło zboża zasilono pogłównie $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie saletry amonowej. Na zwarty łan jarych roślin ochronnych stosowano Chwastox Extra w ilości $2,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Jesienią rosnące wsiewki przykryto orką zimową wykonaną na średnią głębokość. Wiosną uprawę roli pod jęczmień jary odmiany Rudzik testujący wsiewki międzyplonowe w latach 1994–1997 rozpoczynano kultywatorowaniem i wysiewem nawozów mineralnych w ilości: $50 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ w formie superfosfatu potrójnego granulowanego 46%, $60 \text{ kg K}_2\text{O}$ w formie 60% soli potasowej i $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{N}$ w formie mocznika. Dodatkowo w fazie strzelania w źdźbło jęczmienia wnoszono pogłównie $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ilość wysiewu jęczmienia jarego odpowiadała obsadzie $330 \text{ szt} \cdot \text{m}^{-2}$. Pod koniec krzewienia stosowano Aminopielik D w ilości $2,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zastosowano również Tilt 250 EC w dawce $0,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ celem ochrony łanu przed chorobami.

Analizy chemiczne właściwości gleby wykonano na próbach pobranych corocznie z każdego poletka z warstwy 0–20 cm w trzech terminach: jesienią przed przyoraniem wsiewek międzyplonowych, wiosną przed siewem następczego jęczmienia jarego i po jego zbiorze. Obejmowały one: pH oznaczone metodą potencjometryczną, azot amonowy i azotanowy – metodą dwustopniowej destylacji Kjeldahla, P_2O_5 i K_2O – metodą Egnera-Riehma, Mg oznaczony metodą Schachtschabela, C ogólny – metodą Tiurina. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Średnie porównano testem Tukeya za pomocą najmniejszych istotnych różnic.

WYNIKI I DYSKUSJA

Odczyn gleby zmieniał się istotnie w zależności od czynników eksperymentalnych oraz lat (tab. 1). Najniższe pH wykazywała gleba pod żytem ozimym, wyższe pod jęczmieniem jarym, a najwyższe pod pszenżytem ozimym i owsem. Niezależnie od wsiewek międzyplonowych i ich roślin ochronnych najwyższe pH miała gleba w 1993 r., niższe

w 1994 r., natomiast najniższe w latach 1995 i 1996. Pod seradłą pastewną wsiewaną w żyto ozime stwierdzono niższy odczyn gleby niż pod koniczyną czerwoną, lucerną chmielową i życią westerwoldzką wsiewanymi w to samo zboże. Podobnie lucerna chmielowa jako wsiewka w pszenżycie ozimym istotnie zmniejszyła pH w porównaniu z wsiewaną w nie życią westerwoldzką. Z kolei pod życią westerwoldzką wsiewaną w jęczmień jary stwierdzono istotnie mniejsze pH od wsiewanej w niego koniczyny czerwonej i obiektu kontrolnego. I wreszcie nostrzyk biały i lucerna chmielowa wsiewane w owies istotnie zmniejszyły pH wierzchniej warstwy roli w porównaniu z wsiewaną w niego koniczyną białą. Wyniki analiz chemicznych gleby nie w pełni pokrywają się z literaturą. Bowiern Krężel i in. [1988a, 1988b] po seradeli pastewnej oraz Parylak [1996] po życicy trwałej wykazali podwyższenie pH gleby. Natomiast w omawianym doświadczeniu żadna z wsiewek nie zwiększała odczynu warstwy ornej roli, a poza obiema koniczynami nawet go nieznacznie obniżały.

Tabela 1. pH gleby w 1 Mol KCl
Table 1. pH of soil in 1 Mol KCl

Czynnik doświadczenia Experimental factor		Roślina ochronna – Nurse crop				Średnio Mean
		żyto ozime winter rye	pszenżyto ozime winter triticosecale	jęczmień jary spring barley	owies oat	
Wsiewka międzyplonowa Undersown crop	obiekt kontrolny control	6,2	6,4	6,4	6,4	6,4
	seradela pastewna seradella	6,0	6,4	6,3	6,4	6,3
	koniczyna biała white clover	6,2	6,4	6,3	6,6	6,4
	koniczyna czerwona red clover	6,4	6,3	6,4	6,4	6,4
	lucerna chmielowa hop trefoil	6,3	6,2	6,3	6,3	6,3
	nostrzyk biały white melilot	6,2	6,4	6,2	6,2	6,3
	życica westerwoldzka dutch ryegrass	6,3	6,5	6,1	6,4	6,3
Lata Years	1993	6,6	6,8	6,6	6,8	6,7
	1994	6,3	6,4	6,4	6,3	6,4
	1995	6,0	6,0	6,2	6,2	6,1
	1996	6,0	6,2	6,0	6,1	6,1
Średnio – Mean		6,2	6,4	6,3	6,4	—
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		rośliny ochronne – nurse crop 0,1; lata – years 0,1; rośliny ochronne × wsiewki międzyplonowe nurse crop × undersown crop 0,3;				

Tabela 2. Zawartość węgla ogólnego w warstwie ornej gleby w % (średnio z lat 1993–1996)
Table 2. Total carbon content in topsoil, in % (mean in the years 1993–1996)

Czynniki doświadczenia Experimental factors		Rośliny ochronne – Nurse crop				Średnio Mean
		żyto ozime winter rye	pszenżyto ozime winter triticosecale	jęczmień jary spring barley	owies oat	
Wsiewki międzyplonowe Undersown crop	obiekt kontrolny – control	0,66	0,67	0,68	0,68	0,67
	seradela pastewna – seradella	0,72	0,68	0,74	0,75	0,72
	koniczyna biała – white clover	0,71	0,73	0,74	0,77	0,74
	koniczyna czerwona – red clover	0,76	0,72	0,76	0,81	0,76
	lucerna chmielowa – hop trefoil	0,71	0,71	0,74	0,77	0,73
	nostrzyk biały – white melilot	0,71	0,70	0,75	0,68	0,71
	życica westerwoldzka – dutch ryegrass	0,74	0,77	0,74	0,76	0,75
Termin pobrania Time of get sam- ple	przed przyoraniem wsiewek before plough in undersown crop	0,70	0,71	0,68	0,72	0,70
	przed siewem jęczmienia jarego before sowing of spring barley	0,72	0,72	0,75	0,76	0,74
	po zbiorze jęczmienia jarego after harvest spring barley	0,73	0,70	0,78	0,76	0,74
Średnio – Mean		0,72	0,71	0,74	0,75	-
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		rośliny ochronne – nurse crop 0,03 wsiewki międzyplonowe – undersown crop 0,05 terminy – time of get sample 0,02				

Tabela 3. Zawartość N-NO₃ w warstwie ornej gleby w mg · kg⁻¹ gleby
Table 3. N-NO₃ content in topsoil, in mg kg⁻¹ soil

Czynniki doświadczenia Experimental factors		Lata – Years				Średnio Mean
		1993/1994	1994/1995	1995/1996	1996/997	
Wsiewki międzyplonowe Undersown crop	obiekt kontrolny – control	3,9	6,6	7,1	6,0	5,9
	seradela pastewna – seradella	4,6	10,2	9,1	7,2	7,8
	koniczyna biała – white clover	4,5	9,9	8,4	7,4	7,6
	koniczyna czerwona – red clover	4,8	15,1	9,6	7,2	9,2
	lucerna chmielowa – hop trefoil	4,8	11,6	9,2	6,4	8,0
	nostrzyk biały – white melilot	4,7	8,0	8,6	6,9	7,1
	życica westerwoldzka dutch ryegrass	4,2	8,0	8,8	7,5	7,1
Termin pobrania Time of get sam- ple	przed przyoraniem wsiewek before plough in undersown crop	4,5	6,2	4,5	4,3	4,9
	przed siewem jęczmienia jarego before sowing of spring barley	5,1	19,8	15,2	10,3	12,6
	po zbiorze jęczmienia jarego after harvest spring barley	3,9	3,6	6,4	6,2	5,0
Średnio – Mean		4,5	9,9	8,7	6,9	-
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		wsiewki międzyplonowe – undersown crop 2,2 terminy – time of get sample 1,2; lata – years 1,5				

Tabela 4. Zawartość N-NH₄ w warstwie ornej gleby w mg · kg⁻¹ gleby
Table 4. N-NH₄ content in topsoil, in mg kg⁻¹ soil

Czynniki doświadczenia Experimental factors		Termin pobrania – Time of get sample			Średnio Mean
		przed przyoraniem wsiewek before plough in undersown crop	przed siewem jęczmienia jarego before sow- ing of spring barley	po zbiorze jęczmienia jarego after harvest spring barley	
Wsiewki międzyplonowe Undersown crop	obiekt kontrolny control	14,8	41,8	16,4	24,3
	seradela pastewna – seradella	17,6	53,2	21,0	30,6
	koniczyna biała – white clover	16,4	58,9	18,8	31,4
	koniczyna czerwona – red clover	17,5	56,5	19,4	31,1
	lucerna chmielowa – hop trefoil	17,6	52,6	18,4	29,5
	nostrzyk biały – white melilot	18,4	51,3	19,4	29,7
	życica westerwoldzka dutch ryegrass	17,6	53,3	21,2	30,7
Lata Years	1993/1994	11,4	40,0	23,2	24,9
	1994/1995	22,9	58,4	14,1	31,8
	1995/1996	17,2	80,0	27,5	41,6
	1996/1997	17,0	31,6	12,1	20,2
Średnio – Mean		17,1	52,5	19,2	-
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		wsiewki międzyplonowe – undersown crop 3,2 terminy – terminy time of get sample 1,6; lata – years 2,1			

Wśród badanych roślin ochronnych mniej węgla ogólnego było pod zbożami ozimymi niż pod jarymi (tab. 2). Zawartość węgla ogólnego była istotnie mniejsza po pszenicy ozimym niż po zbożach jarych, po życie zaś było go istotnie mniej aniżeli po owsie. Niezależnie od rośliny ochronnej wszystkie wsiewki międzyplonowe poza nostrzykiem białym istotnie podwyższały zawartość węgla ogólnego w wierzchniej warstwie gleby w porównaniu z obiektem kontrolnym. Widać również, iż przyoranie biomasy roślinnej istotnie zwiększało jego zawartość zarówno przed siewem, jak i po zbiorze jęczmienia jarego (tab. 2). Zdaniem Pałysa [1994], resztki poźniwe są w wielu przypadkach podstawą gospodarki substancją organiczną w glebie, a bez ich udziału niemożliwa jest stabilizacja zawartości próchnicy na optymalnym poziomie.

Zawartość N-NO₃ w wierzchniej warstwie gleby była modyfikowana przez wsiewki międzyplonowe (tab. 3). Wszystkie wysiane w doświadczeniu gatunki zwiększały jego zawartość w porównaniu z obiektem kontrolnym. W przypadku koniczyny czerwonej zostało to potwierdzone statystycznie. Termin oznaczeń decydował również o zawartości formy azotanowej azotu. Najmniej było go przed przyoraniem wsiewek. Wiosną określono największą koncentrację N-NO₃, która była wynikiem rozkładu przyoranych jesienią resztek roślinnych. Do żniw następowało istotne zmniejszenie poziomu N-NO₃. Niezależnie od czynników eksperymentu i terminu pobrania próbek najmniej N-NO₃ było w pierwszym cyklu uprawy wsiewek i następczego jęczmienia jarego obejmującego lata 1993/1994, istotnie więcej w pozostałych, a zwłaszcza w latach 1994/1995.

Tabela 5. Zawartość P₂O₅ w glebie w mg · kg⁻¹ gleby
Table 5. P₂O₅ content in topsoil in mg kg⁻¹ soil

Czynniki doświadczenia Experimental factors		Roślina ochronna – Nurse crop				Średnio Mean
		żyto ozime winter rye	pszenżyto ozime winter triticosecale	jęczmień jary spring barley	owies oat	
Wsiewka międzyplonowa Undersown crop	obiekt kontrolny – control	166,0	162,0	198,0	164,0	173,0
	seradela pastewna – seradella	160,0	161,0	177,0	180,0	170,0
	koniczyna biała – white clover	176,0	175,0	172,0	192,0	179,0
	koniczyna czerwona – red clover	181,0	161,0	169,0	180,0	173,0
	lucerna chmielowa – hop trefoil	175,0	160,0	168,0	162,0	166,0
	nostrzyk biały – white melilot	169,0	164,0	168,0	158,0	165,0
	życica westerwoldzka – dutch ryegrass	188,0	182,0	151,0	178,0	175,0
Lata Years	1993	173,0	168,0	172,0	187,0	175,0
	1994	192,0	162,0	184,0	181,0	180,0
	1995	163,0	163,0	173,0	157,0	164,0
	1996	167,0	172,0	158,0	168,0	166,0
Średnio – Mean		174,0	166,0	172,0	174,0	—
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		wsiewki międzyplonowe – undersown crop 12,0 rośliny ochronne × wsiewki międzyplonowe nurse crop × undersown crop 31,0				

Wszystkie wsiewki międzyplonowe istotnie zwiększały koncentrację N-NH₄ w glebie w porównaniu z obiektem bez międzyplonu (tab. 4). Oceniane wsiewki nie wykazywały jednak pomiędzy sobą różnic w tym względzie (różnice nieistotne). Ilość N-NH₄ istotnie wzrastała od przyorania wsiewek do wiosennego siewu następczego jęczmienia jarego. Potem aż do zbioru jęczmienia jarego jego zawartość istotnie zmniejszała się, osiągając wartość istotnie niższą aniżeli określona jesienią. Zawartość amonowej formy azotu w glebie była najmniejsza w latach 1996/997, istotnie większa w latach 1993/1994 i 1994/1995, a największa w latach 1995/1996.

Ilość fosforu w glebie zależała od gatunku rośliny wsiewkowej (tab. 5). Różnice między nimi a obiektem kontrolnym okazały się nieistotne. Wsiewka koniczyny białej istotnie zwiększała jego zawartość w porównaniu z nostrzykiem białym i lucerną chmielową. Wart też odnotowania jest fakt, iż tylko koniczyna biała i życica westerwoldzka podwyższały, choć nieistotnie, poziom fosforu w glebie w porównaniu z obiektem bez wsiewki. Istotna interakcja pomiędzy wsiewkami międzyplonowymi a roślinami ochronnymi dowodzi, że dwukrotny wysiew jęczmienia jarego na obiekcie kontrolnym (bez wsiewek) zwiększał istotnie poziom fosforu w porównaniu z jego następstwem po wsiewanej w niego życicy westerwoldzkiej. Podobnie koniczyna biała wsiewana w owies istotnie zwiększała jego zawartość w glebie w porównaniu z wsiewanym w niego nostrzykiem białym.

Tabela 6. Zawartość K₂O w glebie w mg · kg⁻¹ gleby
Table 6. K₂O content in topsoil in mg kg⁻¹ soil

Czynniki doświadczenia Experimental factors		Roślina ochronna – Nurse crop				Średnio Mean
		żyto ozime winter rye	pszenżyto ozime winter triticosecale	jęczmień jary spring barley	owies oats	
Wsiewka międzyplonowa Undersown crop	obiekt kontrolny – control	122,0	154,0	162,0	136,0	144,0
	seradela pastewna – seradella	119,0	138,0	154,0	146,0	139,0
	koniczyna biała – white clover	129,0	135,0	145,0	158,0	142,0
	koniczyna czerwona – red clover	144,0	131,0	152,0	150,0	144,0
	lucerna chmielowa – hop trefoil	130,0	142,0	144,0	136,0	138,0
	nostrzyk biały – white melilot	128,0	132,0	156,0	134,0	138,0
	życica westerwoldzka – dutch ryegrass	130,0	162,0	143,0	134,0	142,0
Lata Years	1993	135,0	160,0	168,0	168,0	158,0
	1994	138,0	142,0	144,0	143,0	142,0
	1995	121,0	122,0	140,0	122,0	126,0
	1996	121,0	144,0	152,0	136,0	138,0
Średnio – Mean		129,0	142,0	151,0	142,0	—
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		rośliny ochronne – nurse crop 9,0; lata – years 8,0; rośliny ochronne × wsiewki międzyplonowe nurse crop × undersown crop 32,0				

Tabela 7. Zawartość magnezu w glebie w mg · kg⁻¹ gleby
Table 7. Mg content in topsoil in mg kg⁻¹ soil

Roślina ochronna Nurse crop	Lata – Years				Średnio Mean
	1993	1994	1995	1996	
Żyto ozime – winter rye	12,0	16,0	15,0	16,0	15,0
Pszenżyto ozime – winter triticosecale	14,0	18,0	13,0	18,0	16,0
Jęczmień jary – spring barley	14,0	15,0	14,0	16,0	15,0
Owies – oat	13,0	14,0	14,0	16,0	14,0
Średnio – Mean	13,0	16,0	14,0	17,0	—
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	rośliny ochronne – nurse crop 1,0; lata – years 1,0				

Poziom potasu w warstwie uprawnej gleby zależał od gatunku rośliny ochronnej (tab. 6). Najmniejszą jego koncentrację stwierdzono na poletkach, gdzie rosło żyto ozime, istotnie wyższą – owies i pszenżyto ozime, a najwyższą – jęczmień jary. Najmniej tego pierwiastka było w glebie w 1995 r., istotnie więcej w latach 1996 i 1994, a najwięcej w roku 1993. Udowodniona interakcja pomiędzy roślinami ochronnymi a wsiewkami międzyplonowymi wskazuje na wielostronne oddziaływanie czynników eksperymentu na poziom potasu w glebie. Zawartość potasu na obiekcie kontrolnym po życie ozimym

była istotnie mniejsza niż po pszenżycie ozimym i jęczmieniu jarym. Podobnie po uprawie żyta z wsiewką seradeli pastewnej – zawartość potasu była istotnie mniejsza niż po uprawie jęczmienia jarego z wsiewaną seradela. Analogicznie życica westerwoldzka wsiewana w żyto zmniejszała poziom potasu w porównaniu z jej uprawą z pszenżystem ozimym.

Koncentracja magnezu w glebie warunkowana była gatunkiem rośliny ochronnej oraz latami (tab. 7). Najmniejszą jego zawartość stwierdzono w glebie po owsie, istotnie większą po życie ozimym i jęczmieniu jarym, a największą po pszenżycie ozimym. Zawartość magnezu zmieniała się też w poszczególnych latach badań. Najniższy jego poziom określono w 1993 r., istotnie wyższy w latach 1995 i 1994, a najwyższy w roku 1996.

Badania Andrzejewskiej i Andrzejewskiego [1992] oraz Krężela i in. [1988ab, 1988b] nad seradela pastewną, Lyngstad i Breland [1995] nad koniczyną białą oraz życicą wielokwiatową oraz Thomsen [1995] nad życicą trwałą wskazują na zwiększenie przez nie zawartości węgla organicznego, azotu, fosforu i potasu w glebie. W omawianym doświadczeniu stwierdzono podobne tendencje wzrostu zawartości obu form azotu i węgla ogólnego pod wpływem następczego oddziaływania wsiewek międzyplonowych. Poziom pozostałych składników układał się niejednoznacznie, bowiem zawartość fosforu była nieistotnie wyższa jedynie po koniczynie czerwonej i życicy westerwoldzkiej. Z kolei zawartość potasu obniżała się poza koniczyną czerwoną na skutek oddziaływania przyoranych resztek, a koncentracja magnezu nie zmieniała się w zależności od wsiewek międzyplonowych. Batalin i in. [1968], Gromadziński i Sypniewski [1977] wskazują na znaczną wartość nawozową przyoranych wsiewek międzyplonowych. Wieloletnie badania Batalina [1962] dowiodły, iż wartość stanowiska pozostawianego przez wsiewki międzyplonowe uzależniona jest nie tylko od masy korzeni, lecz także od zawartości w niej składników mineralnych, zwłaszcza azotu, fosforu, potasu i wapnia. Podaje on, że wsiewki roślin motylkowych w masie swych resztek poźniowych wynoszącej od $4,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ do $9,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ pozostawiają w zależności od gatunku $114,8\text{--}175,9 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $23,2\text{--}49,3 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$, $54,7\text{--}159,9 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $25,8\text{--}70,2 \text{ kg CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$.

WNIOSKI

1. Żadna z wsiewek międzyplonowych nie zwiększała odczynu warstwy uprawnej gleby oraz zawartości w niej magnezu oraz potasu.
2. Wsiewki (poza nostrzykiem białym) zwiększały zawartość węgla ogólnego w glebie.
3. Zawartość azotu azotanowego w glebie była istotnie większa w obiektach z koniczyną czerwoną w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Wszystkie wsiewki zwiększały zawartość azotu azotanowego.
4. Wsiewka koniczyny białej istotnie zwiększała zawartość fosforu w glebie w porównaniu z wsiewkami lucerny chmielowej i nostrzyka białego.
5. Zawartość węgla ogólnego była istotnie mniejsza po pszenżycie ozimym niż po zbożach jarych, pod żytem zaś było go istotnie mniej aniżeli pod owsem.
6. Poziom potasu w warstwie uprawnej gleby zależał od gatunku rośliny ochronnej. Najmniejszą jego koncentrację stwierdzono na poletkach, gdzie rosło żyto ozime, istotnie większą pod owsem i pszenżystem ozimym, a największą pod jęczmieniem jarym.

Najmniejszą zawartość magnezu stwierdzono w glebie po owsie, istotnie większą po życie ozimym i jęczmieniu jarym, a największą po pszenżycie ozimym.

7. Termin oznaczeń decydował o zawartości formy azotanowej azotu. Najmniej było go bezpośrednio przed przyoraniem wsiewek. Wiosną określono największą koncentrację N-NO₃, a do żniw następowało jej istotne zmniejszenie. Ilość N-NH₄ istotnie wzrosła od przyorania wsiewek do wiosennego siewu następczego jęczmienia jarego, po czym do zbioru jęczmienia jarego zmniejszała się.

8. Warunki pogodowe w kolejnych latach badań kształtowały poziom pH oraz wartość azotu azotanowego i amonowego oraz potasu i magnezu.

PIŚMIENNICTWO

- Andersen C., Eiland F., Vinther F. P., 1983. Okologiske undersogelser af jordbundens mikroflora og fauna i rkningssystemer med reduceret jordbehandling, varbyg og efteragrade. Tidsskr. Planteavl. 87, 257–296.
- Andrzejewska J., Andrzejewski J., 1992. Wpływ wsiewki poplonowej seradeli w uprawie pszenżyta i żyta ozimego w monokulturze na niektóre właściwości gleby. Mat. konf. nauk. „Nawozy organiczne”. AR Szczecin, 129–132.
- Andrzejewska J., Ignaczak S., 1996. Wsiewki poplonowe seradeli w pszenżyto i żyto ozime uprawiane w monokulturze. Cz. III i IV. Zesz. Nauk ATR Bydgoszcz, Rolnictwo 37 (195), 4352.
- Andrzejewska J., 1993. Wsiewki poplonowe seradeli w pszenżyto i żyto ozime uprawiane w monokulturze. Zesz. Nauk. AT-R Bydgoszcz, Rol., 181, 61–69.
- Batalin M., Szałajda R., Urbański S., 1968. Wartość zielonego nawozu z poplonowych wsiewek roślin motylkowych. Pam. Puł., 35, 38–49.
- Batalin M., 1962. Studium nad resztkami późniejszymi roślin uprawnych w łanie. Roczn. Nauk Rol., 98, D, 62–107.
- Bojarczuk M., Bojarczuk I., 1990. Fitosanitarny aspekt oceny wartości przedplonów roślin zbożowych. Reakcja jęczmienia jarego na niekorzystne warunki sanitarne gleby spod różnych przedplonów. Fragm. Agron., 1 (25), 44–53.
- Deryło S., 1990. Badania nad regenerującą rolą poplonów ścierniskowych w płodozmianach o różnym udziale zbóż. Rozpr. nauk. AR Lublin, 127.
- Duer I., 1996. Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie. Fragm. Agron., 1 (49), 29–43.
- Dzienia S., Laskowski S., Kasprzykowski W., Lesiński T., Wilk S., 1979. Agroekonomiczna efektywność zmianowań z różnym udziałem zbóż na glebie lekkiej i ciężkiej. Cz. III. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 218, 93–98.
- Gonet I., Gonet Z., 1979. Reakcja zbóż na uprawę w narastającej monokulturze. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 218, 123–130.
- Gonet I., Jelinowski S., 1979. Wstępne badania nad działaniem poplonów ścierniskowych jako roślin regenerujących w zmianowaniach zbożowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 218, 123–131.
- Gromadziński A., Sypniewski J., 1977. Przydatność różnych roślin do uprawy jako wsiewka poplonowa w żyto na ziarno i po życie ozimym na zielonkę. Pam. Puł., 68, 95–101.
- Jabłoński B., Radomska M., Hołyński E., 1979. Plonowanie żyta i owsa na glebie lekkiej w czteroletnich zmianowaniach o różnym udziale zbóż. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 218, 61–68.
- Kolhoff E., Simon W., 1985. Erfahrungen mit Serradella – Unter Saat in Winterroggen. Feldwirtsch. 2, 78–79.

- Konecka K., 1977. Działanie zaoranych poplonów z obornikiem w zmianowaniu zbożowym. *Zesz. Nauk. AR Szczecin, Rolnictwo*, 61, 211–224.
- Krężel R., Mrówka M., Parylak D., Szumilak G., Gandecki R., Kordas L., Zimny L., Miklaszewski S., 1988a. Wpływ zmianowań specjalistycznych na plonowanie roślin i właściwości gleby średniej. *Fragm. Agron.*, 4 (20), 47–80.
- Krężel R., Mrówka M., Parylak D., Szumilak G., Hołyński E., Gandecki R., Kordas L., Zimny L., Miklaszewski S., 1988b. Wpływ zmianowań specjalistycznych na plonowanie roślin i właściwości gleby lekkiej. *Fragm. Agron.*, 4 (20), 17–46.
- Losakov V. G., Sidorenko O. G., Sultanov M. M., 1981. Vlijaniye pozniwnych zelenych udobrnij na mikrofloru dernovo pozolistoj pocvy v specializirovanyh zernovyh sevoobrotach. *Izw. TShA*, 5, 70–78.
- Lyngstad I., Breland T. A., 1995. Ryegrass and white clover undersown in small grains at three N levels and four tillage treatments: effects on soil mineral nitrogen. *NFJ – rapport (Finland)*, 99, 87–92.
- Myśków W., 1961. Rozkład resztek pozniwnych w glebach lekkich, *Pam. Puł.*, 4, 25–41.
- Myśków W., 1965. Wpływ zawartości wilgoci w glebie na rozkład i humifikację resztek roślin. *Pam. Puł.*, 19, 345–368.
- Olsen C. Chr., 1995. Establishment, effect and residual effect of catch crops in winter cereals. *NFJ – rapport (Finland)*, 99, 43.
- Pałys E., 1994. Resztki pozniwne – podstawowy element bilansu materii organicznej. *Mat. sesji nauk. z okazji jubileuszu 50-lecia Wydziału Rolniczego „Wkład Wydziału Rolniczego AR w Lublinie w rozwój nauk rolniczych”*, Wyd. AR Lublin, 147–152.
- Parylak D., 1996. Konkurencyjne pobieranie składników pokarmowych przez jęczmień jary i chwasty. *Fragm. Agron.*, 4 (52), 68–74.
- Smukalski M., 1972. Działanie płodozmianów na żywność piaszczystej gleby brunatnej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 137, 55.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Kozłowska A., Hochół T., 1988. Wpływ roślin regenerujących uprawianych w zmianowaniach zbożowych na zachwaszczenie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 331, 393–399.
- Svenson K. S., Lewan E., Clarholm M., 1994. Effect of ryegrass catch crop on microbial biomass and mineral nitrogen in arable soil during winter. *Swed. J. Agric. Res.*, 24 (1), 31–38.
- Thomsen I. K., 1995. Catch crop and animal slurry in spring barley grown with straw incorporation. *Acta Agric. Scand. Sec. B, Soil Plant Sci.*, 45, 166–170.
- Thorup K., 1994. The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crop. *Fertil. Res.*, 37, 227–234.

Summary. The study aimed at evaluating the influence of the intercrops and protective plant species on chemical properties of a light soil. The intercrops did not increase the acidity of the ploughing layer of the soil, manganese, and potassium contents. All analyzed intercrops, except white clover, increased the total carbon content in the soil. The concentration of nitrates was significantly higher in objects with red clover than in control, while all undersown crops increased the ammonia concentration in the soil. The white clover intercrop significantly elevated the phosphorus content in the soil as compared to objects with hop trefoil and white melilot as intercrops. The total carbon content was significantly lower under winter triticale than spring cereals, whereas it was lower under winter rye than oats. The lowest potassium concentration within the surface

cultivation layer of the soil was determined on plots with winter rye, significantly higher – under oats and winter triticale, while the highest – under spring barley. The lowest magnesium content was found in the soil under oats, significantly higher – under winter rye and spring barley, whereas the highest – under winter triticale. The lowest level of N-NO₃ was recorded directly before intercrop ploughing. The highest content of N-NO₃ was recorded in spring, then it significantly decreased till the harvest. The amount of N-NH₄ considerably increased since intercrop ploughing till the sowing of spring barley, then it decreased till the harvest.

Key words: undersown crops, nurse crops, chemical properties, light soil