

Cezary Andrzej Kwiatkowski

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ROLA MIĘDZYPLONÓW WE WSPÓŁCZESNYM ROLNICTWIE

Wstęp

Międzyplony to rośliny uprawiane w czystym siewie bądź w mieszkankach, w zmianowaniu pomiędzy dwoma plonami głównymi, celem uzyskania w ciągu dwóch lat trzeciego dodatkowego plonu z pola (50).

Wyróżniamy trzy rodzaje międzyplonów:

Międzyplony ścierniskowe – wysiewane latem, zbierane zaś jesienią na zielonkę, koszone i przyorywane lub przyorywane bez skoszenia (zielony nawóz), a także pozostawiane po skoszeniu na zimę w formie mulczu. Najpopularniejsze gatunki uprawiane w poplonie ścierniskowym to:

- rośliny kapustne (gorczyca biała, gorczyca czarna, rzepak, rzodkiew oleista, rzepa ścierniskowa),
- rośliny strączkowe (bobik, łubin żółty, łubin wąskolistny, groch siewny, peluszką, wyka jara),
- inne gatunki (facelia błękitna, słonecznik, owies) oraz mieszanki roślin strączkowych i mieszanki zbożowo-strączkowe;

Międzyplony wsiewki (wsiewki poplonowe) – wsiewane wiosną w zboża jare, najczęściej w jęczmień (lub wysiewane łącznie z nimi), rzadziej wsiewane w zboża ozime (żyto); użytkowane na jesieni, podobnie jak międzyplony ścierniskowe (zielona pasza, biomasa na przyoranie, mulcz). Najczęściej uprawiane wsiewki to: trawy (kupkówka pospolita, życica trwała, życica wielokwiatowa, życica westerwoldzka, rajgras wyniosły, stokłosa bezostna), jak również rośliny bobowate drobnonasienne (seradela, lucerna chmielowa, koniczyna czerwona i biała) oraz ich mieszanki z trawami;

Międzyplony ozime – wysiewane na przełomie sierpnia i września, a zbierane wiosną następnego roku. Rośliny uprawiane po ich zbiorze noszą nazwę plonu wtórego (np. ziemniak, kukurydza). Międzyplony ozime dzielimy na:

- wczesne (rzepak ozimy, rzepik ozimy),
- średniego terminu zbioru (żyto ozime, żyto + wyka kosmata, mieszanka swojecka – żyto + wyka + inkarnatka),
- późne (życica westerwoldzka, inkarnatka, mieszanka poznańska – życica trwała + wyka + inkarnatka, mieszanka gorzowska – życica wielokwiatowa + wyka + inkarnatka oraz życica trwała + wyka, pszenica ozima + wyka); (46, 50).

Uprawa międzyplonów, pełniących dużą rolę fitosanitarną, jest jedną z metod łagodzenia niekorzystnego następstwa roślin (5, 10). Zasiewy te ograniczają także procesy erozyjne, poprawiają jakość środowiska glebowego i są czynnikiem ograniczającym straty azotu z gleby (11, 37). Wielu autorów postuluje powrót do uprawy międzyplonów, które stają się integralnym komponentem w systemie rolnictwa integrowanego i ekologicznego (21, 42, 44). Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki w opracowaniu przedstawiono najważniejsze aspekty związane z produktywnością międzyplonów oraz roślin następczych, oddziaływaniem tych kultur na środowisko glebowe i agrofagi, a także aspekty ekonomiczne i energetyczne uprawy międzyplonów.

Omówienie wyników

W ostatnich latach udział zbóż w strukturze zasiewów w Polsce znacznie przekracza tzw. biologiczny próg ich koncentracji. Rezultatem tego jest nieprzestrzeganie przyrodniczych zasad zmianowania. Zboża, nawet gatunki wrażliwe na uprawę w monokulturze, takie jak pszenica ozima i jęczmień jary wysiewane są w stanowiskach po kłosowych (7, 55, 63).

Uprawa roślin w monokulturze prowadzi, zwłaszcza w pierwszych latach jej trwania, do zmniejszenia produktywności gleby określanej mianem „zmęczenia gleby”.

Przyczyny tego zjawiska są złożone:

- obserwuje się daleko idące zmiany właściwości fizycznych i chemicznych gleby, a zwłaszcza zachwianie równowagi biologicznej,
- często towarzyszy temu pogorszenie struktury gleby,
- zmniejszenie zawartości węgla organicznego,
- spadek zasobności w makroelementy (3, 50, 62).

Szczególną rolę w „zmęczeniu gleby” przypisuje się kumulacji związków allelopacyjnych o działaniu inhibitorów:

- ograniczają one aktywność mikroorganizmów oraz kiełkowanie i wzrost roślin,
- w glebach „zmęczonych” zmniejsza się różnorodność organizmów,
- maleje ilość i aktywność bakterii, a wzrasta grzybów (szczególnie patogennych),
- wzrasta populacja pozostałych agrofagów,
- dochodzi do gradacji szkodników i kompensacji zachwaszczenia (2, 4, 7, 57).

W rezultacie następują niekorzystne zmiany elementów plonowania, zwłaszcza liczby i masy ziarna w kłosie i znaczne, sięgające 20-30%, obniżki plonu ziarna. Skala tych zjawisk zależy w dużej mierze od indywidualnych cech gatunkowych i odmianowych roślin, lokalnych warunków siedliskowych oraz poziomu stosowanej agrotechniki (4, 7, 10, 63). Powyższe stwierdzenie znajduje swoje uzasadnienie w wynikach badań Kwiatkowskiego (42); (tab. 1).

Z zestawienia wynika, że już w drugim roku monokultury zanotowano mniejszą (około 9%) produktywność jęczmienia jarego w porównaniu z produktywnością roślin uprawianych ze stosowaniem płodozmianu. W kolejnych latach monokultury regres

Tabela 1

Plon ziarna jęczmienia jarego w monokulturze w zależności od sposobu pielęgnacji
(100% plonu w płodozmianie)

Lata	Liczba lat monokultury	Pielęgnacja ekstensywna	Pielęgnacja intensywna	Średnio
		%		
2002	2	93,9	88,9	91,4
2003	3	82,4	93,6	88,0
2004	4	79,3	78,7	79,0
2005	5	67,5	69,4	68,4
2006	6	64,8	71,1	67,9
Średnio		77,5	80,3	—

Źródło: Kwiatkowski, 2009 (42).

plonowania pogłębiał się. W konsekwencji w 5 i 6 roku uprawy jęczmienia jarego w monokulturze obniżka plonu ziarna w porównaniu ze stosowaniem płodozmiaru przekraczała 30%. Warto zauważyć, iż nie zapobiegało tej negatywnej tendencji zastosowanie intensywnego poziomu pielęgnacji jęczmienia jarego (herbicydy, fungicydy, insektycyd, antywylegacz).

Uwarunkowania ekonomiczno-energetyczne oraz troska o środowisko skłaniają do poszukiwania możliwie niskonakładowych sposobów łagodzenia skutków częstej uprawy zbóż – głównie poprzez zwiększenie bioróżnorodności agrobiocenozy. Jednym ze sposobów jest wnoszenie do gleby materii organicznej resztek pozbiorowych przedplonu, słomy oraz biomasy międzyplonów po to, aby utrzymać jej dodatni bilans, dostarczyć źródła energii dla mikroorganizmów i zintensyfikować aktywność biologiczną (15, 19, 23, 37).

Dawniej międzyplony postrzegano głównie jako źródło dodatkowej paszy dla zwierząt (pod względem walorów paszowych oceniano przydatność poszczególnych gatunków); (46). Obecnie międzyplony rozpatrujemy wieloaspektowo, a główne znaczenie mają ich wartości fitosanitarne, nawozowe, strukturotwórcze i ochronne. Stąd też wzrosła ranga kiedyś niedocenianych międzyplonów ścierniskowych i wsiewek poplonowych, natomiast zmalało znaczenie międzyplonów ozimych z racji dużego wysycenia zmianowań zbożami i ograniczonej uprawy roślin plonu wtórnego (38, 42, 67).

Od 2004 roku w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) realizowanego w ramach UE wprowadzono dopłaty rolnicze do uprawy międzyplonów (płatności rolnośrodowiskowe – pakiet „Ochrona gleb i wód”) w wysokości 330-420 PLN/ha, co znacznie poprawia rachunek ekonomiczny uprawy tych roślin (54).

Stosowanie międzyplonów nabiera istotnego znaczenia w aspekcie coraz powszechniejszego dążenia do tzw. „ekologizacji rolnictwa” (rolnictwo zrównoważone) i zwiększania bioróżnorodności agrofitocenozy. W zmianowaniu międzyplony poprawiają właściwości sorpcyjne, buforowe, filtracyjne i retencyjne gleby. Pełnią rolę sorbentów, zwłaszcza dla niewykorzystanych przez przedplon składników pokarmowych. Ogra-

niczają erozję gleby i wymywanie składników pokarmowych do głębszych jej warstw (1, 21, 28, 34).

Międzyplony przyczyniają się do ochrony środowiska rolniczego i wód przed eutrofizacją. Pozwalają wykorzystać „zakumulowane” składniki pokarmowe roślinom następczym (zwłaszcza azot, już w formie amonowej). Biologicznej sorpcji azotu mineralnego sprzyjają przede wszystkim międzyplony z udziałem roślin kapustnych oraz wsiewki międzyplonowe traw lub motylkowatych drobnonasiennych (15, 31, 32, 44).

Międzyplony ograniczają procesy erozyjne gleby: międzyplony ścierniskowe i ozieme – przedłużając okres trwania okrywy roślinnej, a wsiewki międzyplonowe – zwiększając zwartość łanu. Zwarte łany międzyplonów skutecznie ograniczają zachwaszczenie zmianowań wysyconych zbożami (kiedy wysokiej inwazyjności chwastów nie zapobiega stosowanie herbicydów). Stąd też międzyplony uważa się za czynnik wspomagający chemiczne zabiegi odchwaszczające (58, 60, 61).

Uprawa międzyplonów zakłóca cykle rozwojowe patogenów i szkodników zbóż. Szczególną rolę w ograniczaniu występowania chorób podsuszkowych pszenicy i jęczmienia pełnią międzyplony ścierniskowe (zwłaszcza gatunki z rodziny *Brassicaceae*). Międzyplony mogą rekompensować działanie niektórych zabiegów uprawy roli w systemach bezorkowym i zerowym (13, 53, 65).

Międzyplony (szczególnie gatunki z rodziny *Brassicaceae*) mogą stymulować wzrost rośliny następczej lub hamować wzrost chwastów poprzez swoje wydzieliny. Chwastobójcza aktywność związków występujących w roślinach kapustnych trwa z reguły 2-3 tygodnie i po tym czasie obserwuje się efekt nawozowy. Potencjał allelopatyczny tych roślin ujawnia się głównie w obumarłych łodygach oraz liściach i jest większy, gdy części roślin wymieszane są z glebą (przyorana biomasa międzyplonów); (48, 51). Interesujące badania na ten temat przeprowadzili A s c a r d i J o h a n s s o n (1991, 1994) cytowani przez O l e s z k a i in. (51); (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ makuchu gorczycy ($1000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) na wzrost chwastów występujących w uprawie kapusty i na polu ugorowanym. Pomiary wykonano po 3-6 tygodniach od zastosowania makuchu

Gatunek	Liczba roślin na 1 m^2	
	kontrola	po zastosowaniu makuchu
Doświadczenie z kapustą		
<i>Chenopodium album</i>	14,9	0,3
<i>Matricaria maritima</i> ssp. <i>inodora</i>	4,0	0,1
<i>Capsella bursa pastoris</i>	3,0	0,0
Całkowita liczba chwastów	270	120
Gleba nieuprawiana		
<i>Sonchus arvensis</i>	17,9	1,7
<i>Senecio vulgaris</i>	35,4	5,4

Źródło: Oleszek za Ascard i Johansson, 1994 (51).

Autorzy zanotowali całkowitą (*Capsella bursa pastoris*) lub niemal całkowitą redukcję (*Chenopodium album*, *Matricaria maritima* ssp. *inodora*) liczby dominujących gatunków chwastów występujących w doświadczeniu z kapustą, jak również znaczny ubytek (7–10-krotny) liczby chwastów w warunkach gleby ugorowanej. Należy mieć jednak na uwadze to, że badania te prowadzono na szalkach Petriego, a w naturalnych warunkach glebowych (sorpcja i inne procesy) może dochodzić do innych zależności.

Powszechnie sądzono, że źródłem aktywności allelopatycznej roślin kapustnych są glukozynolany występujące w formie glukozydów. Jednak to izotiocyjaniiny (ITC) – produkty enzymatycznej degradacji glukozynolanów – wykazują znacznie większą aktywność, zwłaszcza ITC allilowy (51).

Z innych badań Oleszka (52) wynika, że również dodanie do gleby resztek żyta ozimego może wpływać na znaczącą redukcję liczby niektórych uciążliwych gatunków chwastów (tab. 3). Stwierdzono bowiem znaczną (*Setaria viridis*, *Amaranthus retroflexus*) lub całkowitą (*Portulaca oleracea*) eliminację gatunków chwastów w wyniku inkorporacji z glebą resztek żyta ozimego.

Tabela 3

Wschody niektórych uciążliwych gatunków chwastów w obecności dodanych do gleby resztek żyta ozimego

Gatunek chwastu	Bez żyta	Z żytem	Redukcja (%)
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	21	12	43
<i>Amaranthus retroflexus</i>	36	2	95
<i>Portulaca oleracea</i>	58	0	100
<i>Setaria viridis</i>	54	11	80
<i>Setaria lutescens</i>	30	29	NS

Źródło: Oleszek, 1995 (52).

W warunkach uprawy polowej (np. zbóż jarych) wpływ międzyplonów na zmniejszenie liczby dominujących gatunków chwastów w łanie jest nieco mniejszy (17, 38). Liczba chwastów jest wówczas ujemnie skorelowana z ilością biomasy wytworzonej przez międzyplony (42). Największą redukcję liczby chwastów w łanie obserwuje się pod wpływem roślin kapustnych, takich jak gorczyca biała (42) i rzepak (18) oraz udanych zasiewów mieszanek roślin strączkowych, na przykład łubinu wąskolistnego z peluszką lub wyki jarej z peluszką (16, 38). Wyraźniejszy efekt odchwaszczający uprawy międzyplonów występuje w przypadku powietrznie suchej masy chwastów w łanie (42). Potwierdzeniem pozytywnego wpływu międzyplonów ścierniskowych na redukcję powietrznie suchej masy dominujących chwastów w łanie zbóż jarych (jęczmień, pszenica, owies) są wyniki badań Gawędy (16, 17, 18); (tab. 4).

Autorka stwierdziła istotne zmniejszenie masy chwastów w łanie zbóż jarych pod wpływem uprawy roślin z rodziny *Brassicaceae* (gorczyca biała, rzepak) w porównaniu z obiektem bez międzyplonów.

Tabela 4

Powietrznie sucha masa chwastów (g m^{-2}) w łanie jęczmienia jarego, pszenicy jarej i owsa w zależności od międzyplonu (średnio z 3 lat)

Roślina uprawna	Międzyplon ścierniskowy					
	A*	B	C	D	E	NIR
Pszenica jara	18,3	7,4	5,7	8,1	8,0	4,20
Jęczmień jary	9,9	8,9	13,0	5,6	7,9	3,51
Owies	11,8	7,9	10,3	12,9	12,7	r.n.
Średnio	13,3	8,1	9,7	8,9	9,5	3,85

*Objaśnienie:

A – bez międzyplonu – obiekt kontrolny

B – gorczyca biała

C – facelia błękitna

D – rzepak ozimy

E – łubin wąskolistny + peluszką

Źródło: Gawęda, (16, 17, 18).

K w i a t k w s k i (42) dowodzi z kolei, iż poprzez wprowadzenie do uprawy monokulturowej jęczmienia jarego „przerwywnika” w postaci międzyplonów można znacząco ograniczyć porażenie podstawy źdźbła zboża kompleksem chorób grzybowych (tab. 5).

W monokulturze bez międzyplonu w fazie dojrzałości młecznej obserwowano ponad 30% porażenie podstawy źdźbła tego zboża. Wprowadzenie międzyplonu z gorczycy białej wpływało natomiast na prawie trzykrotnie mniejsze występowanie grzybów patogenicznych. Nieco mniejszy efekt fitosanitarny przynosiła uprawa mieszanki roślin strączkowych, natomiast wsiewka z życicy westerwoldzkiej posiadała znikomy wpływ na poprawę zdrowotności jęczmienia jarego.

Biomasa całych roślin międzyplonu wielostronnie (z reguły korzystnie) oddziałuje na właściwości fizykochemiczne i aktywność biologiczną gleby. Stosowanie między-

Tabela 5

Indeks porażenia podstawy źdźbła jęczmienia jarego kompleksem chorób grzybowych w zależności od międzyplonów (średnio z lat 2002–2006)

Wyszczególnienie	%
Rośliny w fazie dojrzałości młecznej	
I. Płodozmian	6,1
II. Monokultura	
A – bez międzyplonu	30,3
B – gorczyca biała	13,4
C – wyka jara + peluszką	17,7
D – życica westerwoldzka	24,1
NIR (0,05): następstwo roślin (dla I i IIA) = 5,94 międzyplony (dla A–D) = 5,82	

Źródło: Kwiatkowski, 2009 (42).

plonów zwiększa zawartość azotu, fosforu, potasu, magnezu i wapnia w glebie. Sprzyja także wzrostowi pH gleby. Biomasa międzyplonów stanowi bogate źródło węgla organicznego w glebie (podstawowego wskaźnika jej żyzności); (14, 27, 28). Wyniki badań Kwiatkowskiego (42) w większości potwierdzają powyższe tezy (tab. 6).

Uprawa międzyplonów (zwłaszcza gorczycy białej i mieszanki roślin strączkowych) pozwoliła na otrzymanie w 6 roku uprawy jęczmienia jarego w monokulturze wyników oznaczeń chemicznych warstwy ornej gleby (pH, zawartość próchnicy, P, K i Mg) na poziomie przyrodniczo poprawnego zmianowania. Natomiast „czysta monokultura” (bez międzyplonu) wpływała na obniżenie odczynu gleby, mniejszą zawartość próchnicy i wybranych makroskładników.

Tabela 6

Wyniki niektórych oznaczeń chemicznych warstwy ornej gleby (0–30 cm)
w doświadczeniu z jęczmieniem jarym

Lata	Następstwo roślin	pH (w 1 mol KCl)	P (mg/1 kg gleby)	K (mg/1 kg gleby)	Mg (mg/1 kg gleby)	Próchnica (%)
2001	Plodozmian i monokultura	6,5	174	293	73	1,54
2006	Plodozmian	6,4	175	295	71	1,55
	Monokultura					
	A – bez międzyplonu	6,2	169	289	68	1,50
	B – gorczyca biała	6,6	174	284	72	1,55
	C – wyka jara + peluszką	6,5	175	287	70	1,56
	D – życica westerwoldzka	6,3	168	283	69	1,52

Źródło: Kwiatkowski, 2009 (42).

Dopływ dodatkowej ilości węgla organicznego w formie biomasy międzyplonów pozwala w monokulturach zbożowych utrzymywać odpowiedni poziom substancji organicznej, aktywność biologiczną oraz korzystny stan fitosanitarny gleby. Przyorana biomasa międzyplonów dostarcza glebie tyle suchej masy organicznej, co 1/2 dawki obornika (9, 47).

Z kolei międzyplony pozostawione na zimę w formie mulczu zapewniają korzystną temperaturę gleby i utrzymują jej wilgoć na wyższym poziomie (59).

Wnoszona do gleby materia organiczna stanowi źródło energii dla mikroorganizmów. Pod jej wpływem zwiększa się różnorodność, liczebność i aktywność drobnoustrojów (w tym nadpasożytów i saprofitów), co przeciwdziała dominacji organizmów patogenicznych (zwłaszcza wywołujących zgorzel siewek i podstawy źdźbła oraz łamliwość źdźbła zbóż i traw). W wyniku zwiększonej aktywności mikrobiologicznej gleby (stymulowanej dopływem materii organicznej) następuje jej mineralizacja i humifikacja. Zmieniają się właściwości chemiczne gleby – uwalniają się składniki mineralne

zwiększające zasobność gleby oraz substancje swoiste (o potencjalnym oddziaływaniu allelopatycznym); (36, 45).

Biomasa roślinna w glebie wpływa na zmianę jej właściwości fizycznych (gęstość, zwężłość, porowatość i stosunki wodno-powietrzne). Sposób (kierunek) przemian materii organicznej w glebie oraz ich tempo wynikają ze wzajemnego oddziaływania właściwości biomasy roślinnej, czynników siedliskowych i agrotechnicznych. Bardzo ważny jest zwłaszcza skład biomasy, głównie zawartość ligniny, celulozy, węgla i azotu. Spośród czynników siedliskowych o szybkości przemian materii organicznej w glebie decydują głównie: wilgotność, dostępność tlenu i temperatura (56, 57).

Międzyplony bezsprzecznie wpływają na zwiększenie produktywności roślin uprawianych w niekorzystnym stanowisku (12, 19, 38, 40, 66). Kwiatkowski (42) dowiódł, iż wprowadzenie do monokultury jęczmienia jarego międzyplonu ścierniskowego z gorczycy białej wpływało na istotne zwiększenie plonu ziarna tego zboża w porównaniu z monokulturą „czystą” o $0,63 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 7). Mniejszy efekt plonotwórczy zanotowano w przypadku międzyplonu ścierniskowego z mieszanki roślin strączkowych (przyrost plonu ziarna jęczmienia średnio o $0,34 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), a minimalne zwiększenie plonów jęczmienia jarego uzyskano w stanowisku po wsiewce poplonowej z życicy westerwoldzkiej ($0,16 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Tabela 7

Plon ziarna jęczmienia jarego ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w zależności od międzyplonów
(średnio z lat 2002–2006)

Wyszczególnienie	Plon ziarna
$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$	
I. Płodozmian	5,18
II. Monokultura	
A – bez międzyplonu	4,16
B – gorczyca biała	4,79
C – wyka jara + peluszką	4,50
D – życica westerwoldzka	4,32
NIR (0,05): następstwo roślin (dla I i IIA) = 0,602 międzyplony (dla A–D) = 0,409	

Źródło: Kwiatkowski, 2009 (42).

Międzyplony ścierniskowe mogą być również doskonałym sposobem na zwiększenie produktywności niektórych roślin zielarskich uprawianych w gorszych stanowiskach (np. po roślinach zbożowych). Z badań Kwiatkowskiego (41) oraz Kwiatkowskiego i Juszcza (43) wynika, że wprowadzenie międzyplonu ścierniskowego z gorczycy białej po zbiorze jęczmienia jarego przyniosło pozytywny efekt w postaci istotnego zwiększenia plonowania ziela bazylii pospolitej (średnio o $0,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w porównaniu ze stanowiskiem po zbożu (pszenica ozima) bez międzyplonu. Autor zanotował również istotny wzrost plonów ziela tymianku właściwego (śred-

nio o $0,23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) pod wpływem uprawy w stanowisku po jęczmieniu jarym międzyplonu z facelii błękitnej (tab. 8).

Tabela 8

Plon powietrznie suchej masy ziela bazylii pospolitej i tymianku właściwego ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)
w zależności od przedplonu i międzyplonu

Przedplon	Plon ziela bazylii $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$	Plon ziela tymianku
Pszenica ozima	1,88	-
Jęczmień jary + gorczyca biała	2,17	-
Jęczmień jary	-	1,96
Jęczmień jary + facelia błękitna	-	2,29
NIR (0,05)	0,264	0,278

Źródło: Kwiatkowski, 2007 (41), Kwiatkowski i Juszcak, 2011 (43).

Z niektórych badań naukowych (29, 30, 35, 39, 42) wynika, że zwiększenie plonowania roślin uprawianych w stanowisku po międzyplonach jest proporcjonalne do ilości biomasy wytworzonej przez te rośliny. Dlatego też bardzo ważne jest określenie wielkości oraz wierności plonowania gatunków poplonowych w konkretnych warunkach glebowo-klimatycznych danego regionu.

W tabeli 9 przedstawiono przeciętne plony wybranych gatunków międzyplonów ścierniskowych i wsiewek poplonowych uprawianych w warunkach glebowo-klimatycznych środkowej Lubelszczyzny. Najwierniejszym plonowaniem, średnio w trzyleciu, charakteryzowała się gorczyca biała, następnie facelia błękitna, mieszanka wyki jarej z peluszką oraz rzepak jary (wszystkie gatunki uprawiano w międzyplonie ścierniskowym). Nieco gorsze plony powietrznie suchej masy międzyplonów uzyskano z uprawy mieszanki owsa, wyki jarej i grochu, a zawodna okazała się mieszanka łubinu wąskolistnego z peluszką (głównie z uwagi na bardzo słabe wschody łubinu). Słabiej niż oczekiwano plonowała wsiewka koniczyny czerwonej, zaś najmniejsze plo-

Tabela 9

Plon powietrznie suchej masy międzyplonów ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) uzyskany w warunkach glebowo-klimatycznych
środkowej Lubelszczyzny (średnio z 3 lat)

Gatunek rośliny i rodzaj międzyplonu	Plon ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)
Gorczyca biała (międzyplon ścierniskowy)	4,26
Facelia błękitna (międzyplon ścierniskowy)	3,98
Wyka jara + peluszką (międzyplon ścierniskowy)	3,46
Rzepak jary (międzyplon ścierniskowy)	3,40
Owies + wyka jara + groch (międzyplon ścierniskowy)	3,22
Łubin wąskolistny + peluszką (międzyplon ścierniskowy)	2,04
Koniczyna czerwona (wsiewka poplonowa)	2,69
Życica westerwoldzka (wsiewka poplonowa)	2,01

Źródło: Gawęda, 2009, 2011 (16, 19), Kwiatkowski, 2009 (42, dane niepublikowane)

ny uzyskano z wsiewki życicy westerwoldzkiej (nierównomierne wschody, zachwaszczanie się wsiewki po zbiorze zboża).

Według Małickiego i Michałowskiego (46) przyrost biomasy międzyplonów ma ścisły związek z ilością i rozkładem opadów. Suma opadów poniżej 140 mm w trakcie ich wegetacji znacznie ogranicza tempo wzrostu (27). Duże znaczenie dla rozwoju roślin uprawianych w międzyplonach ma także termin i technika siewu, nawożenie oraz żyzność i kultura gleby (9, 22). Zdaniem Nowakowskiego i Szymczak-Nowak (49) oraz Kisielewskiej i Harasimowicz-Herman (35) największe plony biomasy gorczyicy białej zapewnia siew w 2-3 dekadzie sierpnia, ponieważ gwarantuje duży udział liści w plonie ogólnym, a niewielki organów generatywnych. W warunkach krótszego okresu wegetacji gatunki strączkowe plonują gorzej niż rośliny kapustne (38, 59). Rośliny kapustne lepiej znoszą jesienne przymrozki i odznaczają się niewielkimi wymaganiami termiczno-światłymi i w rezultacie plonują wierniej. Ich plony może jednak obniżać przedłużająca się susza (8, 22, 33).

Z punktu widzenia praktyki rolniczej bardzo ważna jest efektywność ekonomiczna uprawy międzyplonów. W tabeli 10 przedstawiono uproszczony rachunek ekonomiczny (nadwyżka bezpośrednia) uzyskany z uprawy jęczmienia jarego w płodozmianie i monokulturze, w której wprowadzono wybrane gatunki międzyplonów. Nadwyżka bezpośrednia jest to roczna wartość produkcji uzyskana z 1 ha uprawy, pomniejszona o koszty bezpośrednie poniesione na wytworzenie tej produkcji. Wartość produkcji określana jest według rynkowych cen sprzedaży lub według cen sprzedaży loco gospodarstwo (tzn. na terenie gospodarstwa). Zależy więc od wysokości plonu poszczególnych roślin oraz od ceny ich sprzedaży. Do kosztów bezpośrednich produkcji ro-

Tabela 10

Nadwyżka bezpośrednia (zł·ha⁻¹) uzyskana z uprawy jęczmienia jarego
(średnio z lat 2002–2006)

Wyszczególnienie	Nadwyżka bezpośrednia (zł·ha ⁻¹)
Płodozmian	1566
– pielęgnacja ekstensywna	
Płodozmian	1307
– pielęgnacja intensywna	
Monokultura bez międzyplonu	1091
– pielęgnacja ekstensywna	
Monokultura bez międzyplonu	837
– pielęgnacja intensywna	
Monokultura + gorczyca biała	969 + dopłaty (330-420 zł)
– pielęgnacja intensywna	
Monokultura + wyka jara i peluska	747 + dopłaty (330-420 zł)
– pielęgnacja intensywna	
Monokultura + życica westerwoldzka	772 + dopłaty (330-420 zł)
– pielęgnacja intensywna	

Źródło: Kwiatkowski, 2009 (42).

ślinnej zalicza się: materiał siewny, nawozy z zakupu, środki ochrony roślin, ubezpieczenia dotyczące bezpośrednio danej działalności, a także koszty specjalistyczne (np. koszty nośników energii zużytych do suszenia produktów, przygotowania produktów do sprzedaży, wykonanie analiz potrzeb nawozowych roślin). Od kilku lat w obliczaniu nadwyżki bezpośredniej uwzględnia się także zmiany w systemie dopłat (np. do uprawy międzyplonów), jakie wprowadziła reforma Wspólnej Polityki Rolnej zatwierdzona w czerwcu 2003 roku (6, 54).

Dane zawarte w tabeli 10 obrazują, iż najlepszy efekt ekonomiczny przyniosła uprawa jęczmienia jarego w przyrodniczo poprawnym zmianowaniu z zastosowaniem pielęgnacji ekstensywnej (wyłącznie mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne oraz zaprawianie nasion przed siewem). Intensywna pielęgnacja zasiewów jęczmienia jarego polegająca na zaprawianiu nasion, stosowaniu herbicydów, fungicydów, antywylegacza i insektycydu przyniosła gorszy wynik ekonomiczny zarówno w płodozmianie, jak i w monokulturze ze względu na wysokie koszty chemicznej ochrony, której nie był w stanie zrównoważyć przyrost plonu ziarna jęczmienia i związane z tym zyski. Uprawa międzyplonów w monokulturze jęczmienia jarego, jeśli nie uwzględnimy możliwości dopłat z UE do uprawy tych roślin, nie przyniosła zadowalającego wyniku finansowego. Z wyjątkiem uprawy gorczycy białej (nadwyżka bezpośrednia większa o 132 zł·ha⁻¹ w porównaniu z monokulturą bez międzyplonu) siew mieszanki roślin strączkowych i wsiewki z życicy westerwoldzkiej był nieopłacalny, głównie ze względu na wysoką cenę nasion trawy, wyki i peluszek. Dopiero po uwzględnieniu dopłat rolniczych do uprawy międzyplonów w ramach „płatności rolnośrodowiskowych” uprawa tych roślin staje się bardziej opłacalna. Trudno przewidzieć, jak przedstawiałby się efekt ekonomiczny uprawy międzyplonów w sytuacji ekstensywnej pielęgnacji jęczmienia jarego (bez stosowania środków ochrony roślin). Należy przypuszczać jednak, że produktywność zboża mogłaby być mocno ograniczona ze względu na wysoką inwazyjność agrofagów, zwłaszcza zwiększoną liczbę i masę chwastów w łanie. Z aktualnych badań nad uprawą pszenicy jarej w kilkuletniej monokulturze (K w i a t k o w s k i, dane niepublikowane) wynika, że korzystny efekt finansowy (nadwyżka bezpośrednia w granicach 1500 zł·ha⁻¹) przynosi uprawa międzyplonu ścierniskowego z gorczycy białej lub facelii błękitnej w wariantcie z oszczędną pielęgnacją zasiewów rośliny zbożowej (zaprawianie nasion, dawki fungicydu i herbicydu zredukowane o 50%).

Ocena produkcji roślinnej bywa ograniczana do kryteriów produkcyjno-ekonomicznych. Podstawę do wyboru rozwiązań najbardziej racjonalnych dają jednak analizy energetyczne. Z powodu częstych zmian cen, a głównie relacji między cenami środków produkcji i cenami ziemiopłodów, wyniki analiz w mierniku pieniężnym szybko się dezaktualizują i zmieniają w czasie. W tej sytuacji za bardziej obiektywny miernik nakładów i efektów produkcji uznaje się wskaźnik energochłonności produkcji. Analiza energetyczna jest wykorzystywana również w ocenie efektywności produkcji wybranych ziemiopłodów i poszczególnych zabiegów agrotechnicznych. Porównuje się wówczas stosunek energii zawartej w uzyskanych produktach do poniesionych nakładów energii w postaci paliwa, nawozów, nasion, środków ochrony roślin, maszyn

i urządzeń oraz pracy żywej (20, 24). Wskaźnik efektywności energetycznej jest wyraźnie uzależniony od wielkości uzyskanego plonu (64). Zaletą rachunku energetycznego jest możliwość porównywania wyników w czasie, niezależnie od relacji cen, a także stosowania go do ocen kompleksowych gospodarstw rolnych i rolnictwa (25). Syntetycznym wskaźnikiem efektywności energetycznej produkcji roślinnej jest stosunek energii zawartej w plonach do poniesionych nakładów energetycznych. Obliczamy go według wzoru:

$$Ee = \frac{Ne}{Pe} \quad (1)$$

gdzie:

Ee – wskaźnik efektywności energetycznej,

Pe – wartość energetyczna plonu uzyskanego z 1 ha (MJ),

Ne – wielkość nakładów energetycznych poniesionych na uzyskanie produkcji (plonu) z 1 ha (MJ).

W nakładach energetycznych uwzględnia się cztery strumienie energii:

- bezpośrednie nośniki energii (paliwo, smary, energia elektryczna),
- surowce i materiały (nawozy, nasiona, środki ochrony roślin),
- środki inwestycyjne (zużycie maszyn i narzędzi w czasie eksploatacji oraz części zamienne i maszyny do napraw),
- nakłady pracy ludzkiej.

Harasim i Gawęda (26) wykazują, iż uprawa zbóż (jęczmień jary, owies, pszenica jara) bez międzyplonów cechowała się większą efektywnością energetyczną niż w warunkach ich stosowania (tab. 11). W gronie obiektów z międzyplonem w uprawie zbóż jarych korzystniejsze efekty (wyższy wskaźnik efektywności energetycznej) uzyskano na obiekcie z facelią, a także z mieszkanką roślin strączkowych. Największą efektywnością energetyczną wyróżniła się produkcja ziarna jęczmienia jarego bez międzyplonu ścierniskowego. Warto jednak podkreślić, że uprawa między-

Tabela 11

Wskaźnik efektywności energetycznej produkcji zbóż jarych (średnio z lat 2006–2008)

Roślina uprawna	Międzyplon ścierniskowy					
	A*	B	C	D	E	średnio
Pszenica jara	3,93	3,80	3,97	3,81	3,67	3,84
Jęczmień jary	4,94	4,56	4,71	4,52	4,82	4,71
Owies	4,75	4,55	4,67	4,63	4,64	4,65
Średnio	4,54	4,30	4,45	4,32	4,38	4,40

*Objaśnienie:

A – bez międzyplonu – obiekt kontrolny

B – gorczyca biała

C – facelia błękitna

D – rzepak ozimy

E – łubin wąskolistny + peluszką

Źródło: Harasim i Gawęda, 2010 (26).

plonów ścierniskowych, powodująca w większości przypadków przyrost plonu ziarna, tylko w niewielkim stopniu obniża efektywność energetyczną produkcji zbóż jarych. Do korzystnych efektów należy zaliczyć również ekologiczne oddziaływanie międzyplonów na środowisko, co w rachunku energetycznym jest trudne do wycenienia (26).

Uprawa międzyplonów może nieść ze sobą pewne negatywne aspekty. Międzyplony ścierniskowe, szczególnie w latach posusznych, pobierają z gleby znaczącą ilość wody, co obniża jej wilgotność i podnosi zwężłość w warstwie od 0 do 20 cm. Międzyplony ścierniskowe ze względu na krótki okres wegetacji, występujące w tym czasie niedobory wilgoci oraz wrażliwość na błędy popełniane w ich agrotechnice często zawodzą (8, 46).

Wsiewki międzyplonowe konkurują o elementy siedliska z rośliną plonu głównego. Ponadto plonowanie wsiewek międzyplonowych z udziałem roślin motylkowych drobnonasiennych bywa zadowalające tylko w wyjątkowo korzystnych warunkach wilgotnościowych (60, 61). Wsiewki poplonowe (np. życica) mogą ulegać zachwaszczeniu po zbiorze zboża, co w konsekwencji przekłada się na dużą masę chwastów pod koniec wegetacji międzyplonu (42). Niezależnie od rodzaju poplonu międzyplony utrudniają staranną uprawę roli w systemie płużnym. W sytuacji niedoboru wilgoci w glebie może dochodzić do przedłużenia okresu rozkładu biomasy międzyplonów i immobilizacji azotu glebowego w czasie intensywnego wzrostu zbóż (28).

Rośliny strączkowe uprawiane w międzyplonie ścierniskowym wymagają wczesnego siewu, co z uwagi na późniejszy termin zbioru nowych odmian zbóż staje się problematyczne. Opłacalność stosowania roślin strączkowych jako międzyplonów może pomniejszać wysoka cena materiału siewnego (23, 42).

Podsumowanie

1. Znaczenie międzyplonów we współczesnym rolnictwie jest coraz większe. Międzyplony stają się ważnym elementem rolnictwa zrównoważonego i wpływają na zwiększenie bioróżnorodności agrofitycenozy. Wpływają one pozytywnie na żyzność gleby, a w monokulturach utrzymują ją na poziomie zbliżonym do gleby, gdzie stosowano płodozmian.

2. Duże nadzieje należy wiązać z fitosanitarną (allelopatyczną) rolą międzyplonów, wpływających w naturalny sposób na ograniczenie występowania chorób grzybowych zbóż i regulację zachwaszczenia. Powyższe zagadnienie wymaga jednak dalszych szczegółowych badań.

3. Wynik ekonomiczny uprawy międzyplonów (nadwyżka bezpośrednia) jest korzystniejszy, biorąc pod uwagę istniejące płatności z UE (Pakiet Rolnośrodowiskowy) do uprawy tych roślin.

4. Przyoranie przed zimą biomasy międzyplonów ścierniskowych z roślin kapustnych lub strączkowych wpływa korzystnie na produktywność zbóż (jęczmień jary, pszenica jara). Podobne znaczenie może mieć przyoranie biomasy udanych zasiewów wsiewek międzyplonowych. Mniejszy efekt plonotwórczy ma inkorporacja mulczy z glebą na wiosnę (bezpośrednio przed siewem zbóż jarych).

5. Przyrost plonu ziarna zbóż zależy od gatunku rośliny poplonowej i ilości wytworzonej biomasy.

6. Udań zasiewy międzyplonów mają ścisły związek z warunkami pogodowymi (zwłaszcza ilością i rozkładem opadów) oraz rodzajem gleby.

7. Międzyplony ścierniskowe (szczególnie gatunki z rodziny *Brassicaceae*) skutecznie zmniejszają porażenie zbóż przez kompleks patogenów uszkadzających podstawę źdźbła oraz ograniczają zachwaszczenie ładu.

8. Godnym polecenia jako „przerywnik” w monokulturze zbóż wydaje się międzyplon ścierniskowy z gorczycy białej, z uwagi na zadowalające plony biomasy, właściwości fitosanitarne i relatywnie niską cenę materiału siewnego w stosunku do nasion roślin strączkowych czy traw.

9. Międzyplony ścierniskowe oraz wsiewki poplonowe pomimo ryzyka niepowodzenia uprawy (warunki siedliskowe) należy polecać, zwłaszcza w sprawnych organizacyjnie gospodarstwach.

10. Międzyplony ozime cechują się małą zawodnością, dużą wydajnością zielonki, posiadają działanie przeciwerozyjne, a ze względów ekonomicznych (i allelopatycznych) należy preferować w nich żyto.

Literatura

1. Abdin O.A., Coulman B.E., Cloutier D.C., Faris M.A., Smith D.L.: Establishment, development and yield of forage legumes and grasses as cover crops in grain corn in eastern Canada. *J. Agron. Crop Sci.*, 1997, **179**: 19-27.
2. Adamiak E.: Weed infestation of cereals grown in specialized cereal rotations and monocultures. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt.*, 1992, **55**: 115-128.
3. Adamiak E.: Struktura zachwaszczenia i produktywność wybranych agrocenoz zbóż ozimych i jarych w zależności od systemu następstwa roślin i ochrony ładu. UW-M w Olsztynie, Rozprawy i Monografie, 2007, **129**: ss. 146.
4. Adamiak J., Adamiak E., Balicki T.: Wpływ wieloletniej monokultury na występowanie chorób podstawy źdźbła w czterech zbożach. *Fragm. Agron.*, 2005, **2(86)**: 7-13.
5. Akemo M., Regnier E., Bennet M.: Weed suppression in spring-sown rye (*Secale cereale*) – pea (*Pisum sativum*) cover crop mixes. *Weed Technol.*, 2000, **14**: 545-549.
6. Augustyńska-Grzymek I., Goraj L., Jarka S., Pokrzywa T., Skarżyńska A.: Metodyka liczenia nadwyżki bezpośredniej i zasady klasyfikacji gospodarstw rolniczych. FAPA, 2000, Warszawa.
7. Bleharczyk A., MałECKA I., Pudełko J.: Reakcja roślin na monokulturę w wieloletnim doświadczeniu w Brodach. *Fragm. Agron.*, 2005, **2(86)**: 20-29.
8. Bochniarz J.: Warunki i możliwości rozwoju poplonów ścierniskowych w Polsce. IUNG Puławy, 1977, ss. 16.
9. Bruce R.R., Langdale G.W., West L.T.: Modification of soil characteristics of degraded soil surfaces by biomass input and tillage affecting soil water regime In *Trans. 14th Int. Conf. of Soil Sci.* VI, 1990, 17-21.
10. Deryło S.: Badania nad regenerującą rolą poplonów ścierniskowych w płodozmianie o różnym udziale zbóż. *Rozprawy Nauk. AR Lublin*, 1990, **127**: ss. 64.
11. Deryło S.: Wpływ międzyplonów ścierniskowych w zróżnicowanych płodozmianach na zdrowotność pszenicy ozimej i jęczmienia jarego. *Mat. Konf. Nauk. „Synteza i perspektywa nauki o płodozmianie”*. Zbiór prac źródłowych. Cz. II, ART Olsztyn – VŠZ Brno, 1991, 35-43.

12. Deryło S.: Wpływ międzyplonu ścierniskowego i płodozmianów zbożowych na plonowanie i zachwaszczenie jęczmienia jarego. Ann. UMCS, Sect. E, 1997, **52**: 69-76.
13. Dłużniewska J., Nadolnik M., Szafrński W.: Wpływ roślin poplonowych i nawożenia azotowego na stan zdrowotny i plon pszenicy jarej. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2004, **44(2)**: 651-653.
14. Duer I.: Wpływ międzyplonu ścierniskowego na plonowanie i zachwaszczenie jęczmienia jarego. Fragm. Agron., 1994, **4**: 36-45.
15. Duer I.: Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie. Fragm. Agron., 1996, **1**: 28-43.
16. Gawęda D.: Wpływ międzyplonów ścierniskowych na zachwaszczenie jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze. Fragm. Agron., 2009, **26(1)**: 34-41.
17. Gawęda D.: Wpływ międzyplonów ścierniskowych na zachwaszczenie pszenicy jarej uprawianej w monokulturze. Ann. UMCS sec. E, 2009, **64(3)**: 21-28.
18. Gawęda D.: Zachwaszczenie owsa uprawianego w monokulturze w zależności od międzyplonów ścierniskowych. Ann. UMCS sec. E, 2010, **65(4)**: 12-19.
19. Gawęda D.: Yield and yield structure of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) grown in monoculture after different stubble crops. Acta Agrobot., 2011, **64(1)**: 91-98.
20. Gawęda D., Szymankiewicz K., Harasim E.: Efektywność energetyczna różnych systemów uprawy roli w 3-polowym zmianowaniu. Pam. Puł., 2006, **142**: 105-116.
21. Gondek K., Zając T.: Skład frakcyjny próchnicy czarnoziem zdegradowanego w zależności od gatunku przyoranych roślin poplonowych. Acta Agr. Silv. ser. Agr., 2003, **41**: 3-12.
22. Gonet Z.: Porównanie agroekologicznych warunków uprawy poplonów ścierniskowych w ostatnim 20-leciu. Mat. Sem. Nauk., KUR PAN, Szczecin, 1990, 45-51.
23. Harasim A.: Kompleksowa ocena płodozmianów z różnym udziałem roślin zbożowych i okopowych. IUNG Puławy, Monografie i Rozprawy Naukowe, 2002, **1**: ss. 89.
24. Harasim A.: Przewodnik ekonomiczno-rolniczy w zarysie. IUNG-PIB, Puławy, 2006, ss. 171.
25. Harasim A., Bujak K., Frant M.: Wpływ uproszczeń w uprawie roli i poziomowi nawożenia mineralnego na efektywność energetyczną produkcji roślinnej w płodozmianie 4-polowym. Fragm. Agron., 2007, **1**: 64-71.
26. Harasim E., Gawęda D.: Wpływ międzyplonów ścierniskowych na plonowanie i efektywność energetyczną produkcji zbóż jarych. Ann. UMCS sec. E, 2010, **65(1)**: 64-72.
27. Harasimowicz-Herman G., Herman J.: Funkcja międzyplonów w ochronie zasobów mineralnych i materii organicznej gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2006, **512**: 147-155.
28. Hauggaard-Nielsen H., Ambus P., Jensen E. S.: Interspecific competition, N use interference with weeds in pea-barley intercropping. Field Crops Res., 2001, **70**: 101-109.
29. Jaskułski D.: Reakcje zbóż jarych na eksudaty z biomasy zbóż. Mat. Konf. nt. „Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii”. Wyd. IUNG Puławy, 1996, **K(10)**: 133-138.
30. Jaskułski D.: Wpływ wsiewek międzyplonu na produktywność ogniwa jęczmień jary – pszenica ozima. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2004, **3(2)**: 143-150.
31. Jaskułski D., Jaskulska I.: Wpływ międzyplonów ścierniskowych, nawożenia słomą i zróżnicowanej uprawy roli na jęczmień jary w stanowisku po pszenicy ozimej. BTN Prz. Kom. Nauk Rol. i Biol., ser. B, 2004, **52**: 99-109.
32. Jaskułski D., Jaskulska I.: Wpływ nawożenia słomą, międzyplonów ścierniskowych i zróżnicowanej uprawy roli na niektóre właściwości gleby w ogniwie zmianowania pszenica ozima – jęczmień jary. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2004, **3(2)**: 151-163.
33. Jaskułski D., Tomalak S., Rudnicki F.: Regeneracja stanowiska po pszenicy ozimej dla jęczmienia jarego poprzez rośliny międzyplonu ścierniskowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2000, **470**: 49-57.
34. Jensen E. S.: Nitrogen accumulation and residual effects of nitrogen catch crops. Acta Agric. Scand., 1991, **41**: 333-344.
35. Kisielewska W., Harasimowicz-Herman G.: Wpływ terminu siewu na plon biomasy gorczycy białej uprawianej w międzyplonie. Fragm. Agron., 2008, **2(98)**: 72-80.

36. K u r o w s k i T. P.: Studia nad chorobami podsuszkowymi zbóż uprawianych w wieloletniej monokulturze. UWM w Olsztynie, Rozprawy i Monografie, 2002, 7-86.
37. K u ś J., J o Ń c z y k K.: Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2000, **470**: 49-57.
38. K w i a t k o w s k i C.: Wpływ międzyplonu na plonowanie i zachwaszczenie jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze. Ann. UMCS sec. E, 2004, **59**: 809-815.
39. K w i a t k o w s k i C.: Wpływ międzyplonu oraz sposobu pielęgnacji łąnu na plonowanie i zdrowotność jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2005, **45**: 841-843.
40. K w i a t k o w s k i C.: Wpływ międzyplonu na wybrane elementy struktury plonu i jakości ziarna jęczmienia jarego uprawianego w czteroletniej monokulturze. Pam. Puł., 2006, **142**: 263-276.
41. K w i a t k o w s k i C.: Zachwaszczenie i plonowanie tymianku właściwego (*Thymus vulgaris* L.) w zależności od sposobu pielęgnacji i przedplonu. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2007, **47(3)**: 187-190.
42. K w i a t k o w s k i C.: Studia nad plonowaniem jęczmienia jarego nagoziarnistego i oplewionego w płodozmianie i monokulturze. Rozprawy Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, 2009, **336**: ss. 117.
43. K w i a t k o w s k i C., J u s z c z a k J.: The response of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) to the application of growth stimulators and forecrops. Acta Agrobot., 2011, **64(2)**: 69-76.
44. L a l R., R e g n i e r E., E c k e r t D. J., E d w a r d s W. M., H a m m o n d R.: Expectation of cover crops for sustainable agriculture. Soil and Water Conservation Society. Jackson Ed. 1991, 21-25.
45. L e p i a r c z y k A.: Koncentracja związków fenolowych i aktywność mikrobiologiczna gleby w zależności od rośliny regenerującej i stosowanej uprawy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2000, **470**: 191-197.
46. M a l i c k i L., M i c h a ł o w s k i C.: Problem międzyplonów w świetle doświadczeń. Post. Nauk Rol., 1994, **4**: 1-16.
47. M a r s h a l l E. J. P., B r o w n V. K., B o a t m a n N. D., L u t m a n P. J. W., S q u i r e G. R., W a r d L. K.: The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Weed Res., 2003, **43**: 77-89.
48. M u r a w a D., P y k a ł o I., B a n a s z k i e w i c z T.: Kompleksowa ocena chwastobójcza substancji aktywnych w gorczycy białej (*Sinapis alba* L.). Rośliny Oleiste, 2004, **25**: 521-531.
49. N o w a k o w s k i M., S z y m c z a k - N o w a k J.: Dynamika wzrostu, plonowanie i antymatwikowe działanie wybranych odmian rzodkwi oleistej i gorczycy białej uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. Rośliny Oleiste, 1998, **19**: 671-678.
50. Ogólna uprawa roślin (Wesołowski M. red.) Wyd. AR w Lublinie, 2007, ss. 164.
51. O l e s z e k W., A s c a r d J., J o h a n s s o n H.: *Brassicaceae* jako rośliny alternatywne umożliwiające kontrolę zachwaszczenia w rolnictwie zachowawczym. Fragn. Agron., 1994, **4(44)**: 5-19.
52. O l e s z e k W.: Kwasy hydroksamowe żyta (*Secale cereale* L.) i ich aktywność allelopacyjna. Fragn. Agron. 1995, **3(47)**: 9-20.
53. P a r y ł a k D.: Wpływ przyoranego międzyplonu ścierniskowego na niektóre właściwości gleby i plonowanie pszenżyta ozimego w krótkotrwałej monokulturze. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. Rolnictwo, 1996, **67**: 199-207.
54. Praca zbiorowa: Produkcja, koszty i nadwyżka bezpośrednia wybranych produktów rolniczych w 2007 roku. IERiGŻ - PIB Warszawa, 2008.
55. Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2010. GUS Warszawa.
56. S m o l i Ń s k i S., K o t w i c a K., J a s k u ł s k i D., T o m a ł a k S.: Wpływ poplonu ścierniskowego na aktywność mikrobiologiczną gleby. Zmiany liczebności bakterii uczestniczących w przemianach C i N. Konf. Nauk. Drobnoustroje w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie. AR Kraków, 1997, 625-630.

57. Stopes C., Millington S., Woodward L.: Dry matter accumulation by three leguminos green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system. *Agric. Ecosyst. & Environ.*, 1996, **57**: 189-196.
58. Stupnicka-Rodzyńkiewicz E.: Rośliny fitosanitarne oraz różne sposoby regeneracji stanowisk w płodozmianach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2000, **470**: 9-11.
59. Wagger M. G., Mengel D. B.: The role of non leguminous cover crops in the efficient use of water and nitrogen. *Spec. Pub. No 51, Am. Soc. Agron., Madison*, 1988, 25-28.
60. Wanic M., Jastrzębska M., Nowicki J.: Wsiewki międzyplonowe a zachwaszczenie jęczmienia jarego uprawianego w różnych stanowiskach. *Fragm. Agron.*, 2005, **2**: 238-248.
61. Wanic M., Majchrzak B., Waleryś Z.: Wsiewka poplonowa a plonowanie i choroby podstawy źdźbła jęczmienia jarego w wybranych stanowiskach. *Fragm. Agron.*, 2006, **2(90)**: 149-161.
62. Wesołowski M., Kwiatkowski C.: Reakcja niektórych odmian jęczmienia jarego na uprawę w krótkotrwałej monokulturze. *Fragm. Agron.*, 1997, **4**: 36-42.
63. Wesołowski M., Kwiatkowski C.: Plonowanie i zachwaszczenie mieszanek międzyodmianowych jęczmienia jarego w kilkuletniej monokulturze. *Rocz. AR Poznań, CCCXXV, Rol.*, 2000, **58**: 135-144.
64. Wielicki W.: Energochłonność produkcji roślinnej. *Służba Rol.*, 1990, **1-2**: 1-6.
65. Wojciechowski W.: Oddziaływanie przyorywanych międzyplonów ścierniskowych i nawożenia azotem na zdrowotność roślin pszenicy jakościowej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2005, **45(2)**: 1197-1199.
66. Wojciechowski W., Parylak D.: Oddziaływanie międzyplonów ścierniskowych na plonowanie żyta ozimego w płodozmianach uproszczonych na glebie lekkiej. *Pam. Puł.*, 2006, **142**: 575-584.
67. Zając T., Antonkiewicz J.: Zawartość i nagromadzenie makroelementów w biomase międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych w zależności od doboru gatunków i sposobu ich siewu. *Pam. Puł.*, 2006, **142**: 595-606.

Adres do korespondencji:

dr hab. Cezary Andrzej Kwiatkowski
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin
20-950 Lublin
ul. Akademicka 13
tel.: (81) 445-60-34
e-mail: czarkw@poczta.onet.pl

