

**Jerzy Książak**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

## WYBRANE ELEMENTY AGROTECHNIKI MIESZANEK ROŚLIN STRĄCZKOWYCH ZE ZBOŻAMI UPRAWIANYCH NA NASIONA\*

### Wstęp

Jedną z cech charakterystycznych polskiego rolnictwa jest bardzo duży udział mieszanek zbożowych i strączkowo-zbożowych w strukturze zasiewów. Dane statystyczne nie pozwalają na dokonanie podziału mieszanek w zależności od składu gatunkowego, jednak obserwacje wskazują na większe znaczenie mieszanek jęczmienia i owsa niż roślin strączkowych ze zbożami. Te ostatnie są uprawiane w celu uzyskania nasion, wyprodukowania paszy treściwej o większej zawartości białka niż ziarno zbóż, pozyskania zielonki na paszę lub mogą być wykorzystane na przyoranie. Zainteresowanie mieszankami roślin strączkowych ze zbożami od kilku lat jest stałe. W latach 2001–2005 uprawiano je na powierzchni około 43 tys. ha (rys. 1). Przy czym w roku 2001 było to około 52 tys. ha, a w roku 2002 tylko 34,5 tys. ha, głównie w województwach mazowieckim, podlaskim i wielkopolskim, natomiast najmniej w podkarpackim. Średnie plony nasion w tym okresie wynosiły  $28 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ , najwyższe uzyskano w roku 2004 (wyższe o 2,5 dt).

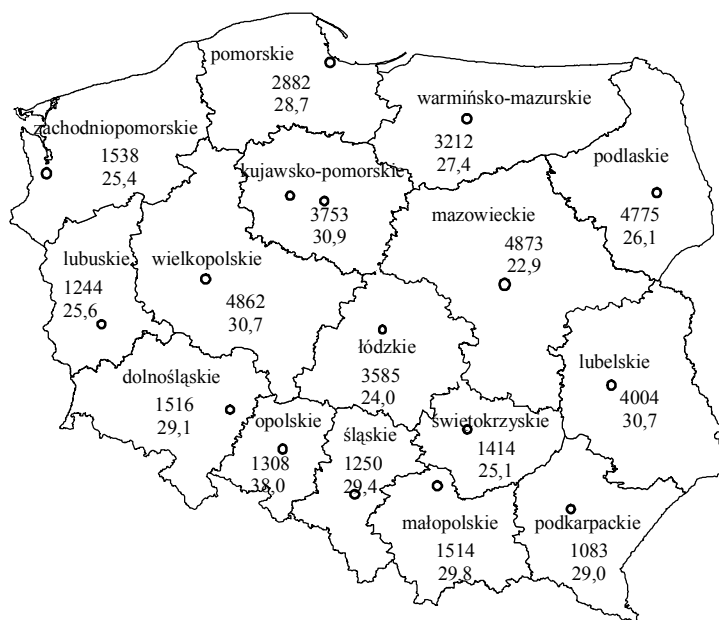
Uprawa mieszanek jest zasadna ze względu na walory produkcyjne i agrotechniczne. Cechuje je szereg korzystnych oddziaływań natury strukturalnej, fizjologicznej i konkurencji między roślinami. Na skutek zróżnicowania gatunkowego komplementarnie wykorzystywane są zasoby siedliska i następuje kompensacyjny wzrost i rozwój uprawianych gatunków. Ich uprawa jest uzasadniona wówczas, gdy plon mieszanek jest większy, bardziej stabilny, a koszty produkcji mniejsze niż w siewach czystych zbóż, albo gdy ujawni się choćby jedna z tych cech. Ponadto istotne znaczenie stanowią walory paszowe plonu oraz wartość stanowiska dla roślin następczych.

Jako początek badań nad uprawą mieszanek zbóż z roślinami strączkowymi można uznać lata 1924–1926, gdy G ó r s k i w Dublinach przeprowadził doświadczenia polowe z mieszankami owsa z jęczmieniem i owsa z wyką (4). Stwierdził on, że 40% udział wyki w normie wysiewu, w latach niekorzystnych dla owsa, wpłynął na znaczną zwyżkę plonu tego zboża. O korzyściach płynących ze współrzędnej uprawy zbóż

---

\* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

z roślinami strączkowymi już znacznie wcześniej pisał *O c z a p o w s k i* (37). *N o w o t n ó w n a* (36) w badaniach nad wpływem roślin motylkowatych na rozwój traw i roślin zbożowych w zasiewach mieszanych stwierdziła w doświadczeniach wazonowych m.in., że plon ziarna jęczmienia zwiększył się o około 50%, a plon białka podwoił się. *G ó r s k i i K o t e r* (4) w doświadczeniach wazonowych z owsem i jęczmieniem oraz z łubinem, bobikiem, peluszką i wyką stwierdzili, że mieszanki cechuje wyższy poziom plonowania niż zasiewy oddzielne tych gatunków, a pod wpływem rośliny motylkowej wzrasta procentowa zawartość azotu w całej roślinie zbożowej. *O f a r i i S t e r n* (38) podają, że mieszanki zboża (jęczmień i owies) z rośliną strączkową (groch) plonują lepiej niż te same gatunki uprawiane oddzielnie w warunkach niskiego poziomu nawożenia azotem. Roślina strączkowa w większym stopniu wykorzystuje wówczas azot atmosferyczny, a konkurencja zbożowego komponenta mieszanki jest nieduża. Na korzystne efekty współwystępowania w mieszankach pszenżyta jarego i łubinu żółtego wskazują wyniki badań *R u d n i c k i e g o i K o t w i c y* (47). W mieszankach roślin strączkowych ze zbożami stwarzane są warunki do powstawania i ujawniania się oddziaływań, które w konsekwencji mają znaczący wpływ na kształtowanie się struktury ładu, jak również udział poszczególnych komponentów w tworzeniu plonu nasion (18). Z pracy *F o r d o Ń s k i e g o i R u t k o w s k i e g o* (2) wynika, że rośliny owsa w siewie współrzędnym z pastewnymi odmianami grochu wykształcają nieco dłuższe wiewchy, mają większą liczbę ziarna w wieszce, większą



Rys. 1. Powierzchnia uprawy (ha) i plon nasion (dt · ha<sup>-1</sup>) mieszanek roślin strączkowych ze zbożami (średnie z lat 2001–2005)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

masę 1000 ziaren. Zwiększenie udziału grochu z 30 do 70% w mieszankach z jęczmieniem jarym, niezależnie od typu ulistnienia grochu, wpływa na wyższe osadzenie pierwszego i ostatniego strąka, wydłużenie części owocującej pędu, natomiast małemu zróżnicowaniu ulega liczba węzłów owocujących i strąków z węzła, liczba nasion w strąku oraz liczba strąków i nasion na roślinie (18).

Wzajemne oddziaływanie na siebie nasion roślin strączkowych i zbóż będących w bezpośrednim sąsiedztwie jest silniejsze niż podłoża pozostałych po ich kiełkowaniu (tab. 1). Ujawnia się także stymulujący wpływ podłoża spod kiełkujących ziarniaków zbóż (4 gatunki) na wzrost korzenia zarodkowego grochu i wyki oraz hamujący wpływ podłoża spod pszenżyta na masę korzeni łubinu żółtego i wąskolistnego. Ponadto podłoże spod nasion roślin strączkowych działa inhibicyjnie na wzrost korzenia zarodkowego jęczmienia, owsa, pszenicy i pszenżyta, jak również na koleoptyl jęczmienia. W innej pracy K s i ę ż a k (20) podaje, że po 4 dniach wydzieliny korzeniowe siewek owsa o większym stężeniu oddziałują hamująco na rozwój korzenia zarodkowego roślin strączkowych. Natomiast wyciągi z pęczniejących przez 24 godziny ziarniaków owsa stymulują kiełkowanie nasion grochu, nie obserwowano natomiast takiego wpływu eksudatów z ziarna jęczmienia. Eksudaty z nasion grochu moczonych przez 48 i 72 godziny wpłynęły inhibicyjnie na kiełkowanie ziarniaków jęczmienia.

Badania wzajemnego oddziaływania komponentów mieszanki dotyczą głównie nadziemnej części roślin. Ważnym elementem tego zagadnienia jest konkurencja komponentów mieszanki w dostępie do światła. Właśnie światło i azot są, zdaniem O f a r i i S t e r n a (38), najważniejszymi czynnikami wpływającymi na plonowanie mieszan-

Tabela 1

Wpływ wydzielin kiełkujących ziarniaków zbóż na zdolność kiełkowania nasion roślin strączkowych (%)

Wyszczególnienie	Warunki optymalne							
	po 4 dniach				po 8 dniach			
	łubin żółty	łubin wąskolistny	groch	wyka	łubin żółty	łubin wąskolistny	groch	wyka
Kontrola	71,5 a	93,5 a	89,3 a	77,0 a	87,7 a	94,3 a	95,1 a	88,0 a
Jęczmień	75,4 b	94,4 a	93,9 a	49,0 b	91,4 b	95,0 a	98,8 a	68,0 b
Owies	68,4 a	95,0 a	92,6 a	72,4 a	89,4 a	95,0 a	98,6 a	80,4 c
Pszenica	75,4 b	91,4 a	87,0 a	70,4 c	92,0 b	93,4 ab	94,0 a	82,9 a
Pszenżyto	67,0 c	89,2 b	95,6 b	73,4 a	90,0 a	90,0 b	98,9 a	76,0 c
	warunki stresowe							
	po 10 dniach				po 14 dniach			
	łubin żółty	łubin wąskolistny	groch	wyka	łubin żółty	łubin wąskolistny	groch	wyka
Kontrola	84,2 a	95,2 a	96,0 a	77,5 a	90,4 a	95,7 a	100,0 a	86,0 a
Jęczmień	80,0 b	94,4 a	96,0 a	82,4 a	89,4 a	94,9 a	97,0 a	84,4 a
Owies	78,4 b	96,4 a	91,4 a	80,0 a	87,4 a	96,4 a	94,4 b	84,7 a
Pszenica	83,0 a	94,0 a	96,0 a	96,4 b	89,0 a	95,4 a	97,0 a	87,4 a
Pszenżyto	81,0 a	95,0 a	95,0 a	81,4 a	89,0 a	96,0 a	96,4 a	85,1 a

Objaśnienia: liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie

Źródło: Książak J., 2004 (19).

ki. Wyższy, zbożowy komponent, powoduje ograniczenie warunków wzrostu towarzyszącej roślinie strączkowej poprzez zacienianie, co nasila się w warunkach zwiększonego poziomu nawożenia mieszanek azotem. H e r p e r (cyt. za 38) uważa, że jeśli komponenty mieszanki konkurują ze sobą pod względem wysokości roślin, to o plonie mieszanki decyduje słabszy komponent. W rozważaniach na temat konkurencji między gatunkami wchodzącymi w skład mieszanki mało miejsca zajmują badania systemu korzeniowego. W i l s o n (59) twierdzi, że lepsze plonowanie mieszanek roślin strączkowych ze zbożami związane jest z niewielką zależnością systemów korzeniowych obu komponentów. Badania na ten temat prowadzili również T o f i n g a i S n a y d o n (54), porównując system korzeniowy mieszanek pszenicy i jęczmienia z grochem wysiewanych łącznie w rzędy naprzemianległe i krzyżujące się. Najmniej korzystny okazał się siew w rzędy naprzemianległe.

W ostatnim okresie dużą uwagę zwraca się na możliwość wymywania azotanów z gleby pól po roślinach strączkowych obsiewanych oziminami. W strefach ochronnych ujęć wody pitnej zaleca się wysiew strączkowych w mieszankach ze zbożami (13, 29). Natomiast w rolnictwie ekologicznym uprawa zbóż jarych ze strączkowymi znacząco wzbogaca paszę w białko (14).

### Wiązanie azotu symbiotycznego

Przyswajanie azotu cząsteczkowego zależy od gatunku rośliny strączkowej jako komponenta i jego udziału w mieszance, morfologii roślin, ich konkurencyjności wobec drugiego gatunku, a także od poziomu nawożenia azotem. W roślinie strączkowej zacienianej przez zboże fotosynteza jest ograniczona, a przyswajanie azotu zmniejszone. Również typ rośliny strączkowej odgrywa tu pewną rolę; samokończące odmiany w porównaniu z tradycyjnymi asymilują mniej wolnego azotu z powietrza (3). Występuje również zależność – im większa dawka N mineralnego pod mieszanki, tym mniejsze jest przyswajanie azotu atmosferycznego. Znany jest bowiem pogląd, że jeśli roślina strączkowa ma możliwość korzystania z azotu glebowego lub z nawozowego, wówczas przyswajalność  $N_2$  maleje. Zwiększenie poziomu nawożenia azotem mineralnym mieszanek od 0 do 90 kg powoduje istotne ograniczenie wiązania azotu atmosferycznego przez rośliny grochu (20, 22). Na każde 10 kg azotu zastosowanego w dawkach 30 i 60 kg w uprawie mieszanki grochu z pszenicą lub grochu z jęczmieniem następuje zmniejszenie wiązania o ok. 7-8 kg, natomiast przy dawce 90 kg ograniczenie jest silniejsze bo wynosi około 9 kg N. Biologiczne wiązanie azotu zależy także w dużym stopniu od warunków glebowych (zawartości azotu, wilgotności, pH) oraz od nasilenia chorób i występowania szkodników (28). Produktywność mieszanek można zwiększyć m.in. poprzez wprowadzanie efektywniejszych szczepów *Rhizobium* (38).

Wyniki badań dostarczyły licznych dowodów, że rośliny niemotylkowate rosnące w sąsiedztwie roślin motylkowatych korzystają z azotu zasymilowanego przez bakterie brodawkowe. Według V i r t a n e n a (cyt. za 4) azot z brodawek korzeniowych rośliny motylkowatej przechodzi do podłoża w postaci kwasu asparaginowego i  $\beta$ -

alaniny, z których może korzystać zbożowy komponent mieszanki. T r i b o i (55) w badaniach lizymetrycznych z użyciem  $^{15}\text{N}$  stwierdził, że wyka wysiana z owsem pobiera około 53 kg azotu pochodzącego z symbiozy (w przeliczeniu na 1 ha), tj. 90% całej ilości pobranego azotu. Owies natomiast wykorzystuje około 28 kg N mineralnego, to znaczy 1/3 azotu łącznie pobranego przez rośliny mieszanki. Roślina zbożowa zużywa jednak niewielką ilość azotu symbiotycznego, pochodzącego z rozkładu brodawek korzeniowych i korzeni. W mieszance soi z sorgiem transfer azotu z rośliny strączkowej do zbożowej zwiększa plon mieszanki i efektywność wykorzystania azotu, co podkreślają F u j i t a i n. (3). Autorzy ci szeroko omawiają proces biologicznego przyswajania azotu i jego przemieszczanie się z rośliny strączkowej do zbożowej jako komponenta mieszanki. W a c q u a n t i n. (57) przeprowadzili badania z trzema mieszankami: życicy wielokwiatowej z koniczyną czerwoną, kukurydzy z soją i owsem z wyką siewną, wyniki których wskazują, że wydzieliny z aktywnych brodawek korzeniowych roślin motylkowatych zawierają jony  $\text{NO}_3^-$ . Jony te wpływają na zwiększenie biomasy i zawartości azotu niemotylkowatych komponentów tych mieszanek. Przenikanie jonów azotanowych odbywało się nocą – od późnego wieczoru do wczesnego rana.

### Uwarunkowania agrotechniczne

Poziom plonowania mieszanek roślin strączkowych ze zbożami w znacznym stopniu zależy od typu gleby. Na glebach dobrych nie występują bowiem istotne ograniczenia doboru gatunków roślin uprawnych, w tym także komponentów do mieszanek strączkowo-zbożowych. Jednak różne wymagania roślin względem gleby, a także zachodzące między nimi konkurencje w łanie sprawiają, iż efekty produkcyjne uprawy mieszanek mogą być niejednakowe, zależne od ich składu gatunkowego (45, 46). Zdaniem S y p n i e w s k i e g o (53) rośliny strączkowe w mieszankach ze zbożami mogą być uprawiane na glebach gorszych o jedną klasę bonitacyjną niż w siewach czystych. W badaniach własnych (24) mieszanki grochu z jęczmieniem i grochu z pszenicą najlepiej plonowały na czarnej ziemi, madzie brunatnej i glebie brunatnej wytworzonej z lessu, natomiast najmniej przydatna jest gleba wytworzona z piasku całkowitego. Na glebach kompleksu żytznego dobrego wyróżniającą wydajność wykazuje mieszanka pszenżyta jarego z łubinem żółtym, a następnie mieszanki pszenżyta z grochem i pszenżyta z wyką (58). Natomiast według R u d n i c k i e g o i K o t w i c y (46) największą wydajność na tej glebie wykazują mieszanki owsa z łubinem żółtym i pszenżyta z łubinem. Zdaniem K o t w i c y i R u d n i c k i e g o (12) w warunkach gleb kompleksu żytznego dobrego wielkość plonu mieszanek zależy głównie od plonu komponentu zbożowego; gatunek łubinu (żółty, wąskolistny) oraz gęstość siewu łubinu nie mają znaczącego wpływu na całkowity plon mieszanek. Na glebach kompleksu pszennego dobrego mieszanki zbóż jarych ze strączkowymi różnią się zdecydowanie wielkością i stabilnością plonów, składem gatunkowym i innymi cechami (45). W warunkach gleb dobrych zdaniem tych autorów nie znajduje uzasadnienia uprawa

mieszanki zbóż jarych z łubinami białym i żółtym, a najczęściej walorów wykazują mieszanki zbóż jarych z bobikiem, jęczmienia z grochem i owsa z łubinem wąskolistnym. Szeroko zakrojone badania R u d n i c k i e g o i n. (49) wykazują, że na glebach kompleksu żytniego dobrego plony owsa z grochem były większe niż pszenżyta z grochem i jęczmienia z grochem. Natomiast najlepsze plony nasion mieszanek uzyskuje się na glebach o odczynie obojętnym, a najmniejsze, gdy jest on bardzo kwaśny (tab. 2).

Plonowanie mieszanek w największym stopniu zależy od umiejętnego doboru gatunków, dlatego też znaczenia nabiera technologia zbioru kombajnowego. Dla wysokich odmian grochu pastewnego lepszym komponentem dla siewu współrzędnego jest owies niż jęczmień (62). Dla samokończącej odmiany wyki jarej (Ina) lepszym komponentem okazuje się jęczmień jary, gdyż gatunek ten w znacznie mniejszym stopniu ogranicza jej rozwój generatywny niż owies, a udział nasion wyki w mieszance z tym gatunkiem jest około sześciokrotnie większy niż w mieszance z owsem (17). Na glebie dobrej uzyskuje się większe plony mieszanek grochu z pszenicą niż grochu z jęczmieniem (26). Owies jest wyraźnie gorszym współkomponentem mieszanek z łubinami niż pszenżyto jare (12). W obecności owsa plony nasion łubinów są niskie i zmienne w latach, a udział ich nasion w plonie tych mieszanek z reguły nie przekracza 10%. W innej pracy K s i ę ż a k i M a g n u s z e w s k a (27) podają, że łączny plon nasion grochu i zbóż nie jest różnicowany przez gatunek komponenta zbożowego oraz formę ulistnienia odmiany grochu. Na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego łubin żółty wykazuje większą przydatność do mieszanek ze zbożami jarymi niż łubin wąskolistny (48). Potencjał konkurencyjny pojedynczej rośliny łubinu żółtego jest większy niż pojedynczej rośliny pszenżyta (11) i owsa (43), jednak wskutek większej liczebności zbóż w mieszankach ich łączna presja konkurencyjna na łubin jest silniejsza niż łubinu na zboże. Siła konkurencji międzygatunkowej jest zależna od nasilenia rywalizacji wewnątrzgatunkowej i proporcji wysiewu gatunków w mieszankach. Oplewione formy jęczmienia i owsa wykazują większą przydatność do mieszanek z grochem niż nagoziarniste formy tych zbóż (tab. 4). Natomiast zdaniem R u d n i c k i e g o i W e n d y - P i e s i k (50) na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego produktywność mieszanek owsa nagoziarnistego z grochem okazuje się wyraźnie mniejsza niż mieszanek z udziałem jęczmienia lub pszenżyta na skutek niskiego i zmiennego

Tabela 2

Plon nasion mieszanki ( $t \cdot ha^{-1}$ ) w zależności od pH gleby i rejonu uprawy

pH gleby	Rejon uprawy	
	północno-wschodni południowo-zachodni	południowo-wschodni
do 4,5	3,4a	3,1a
4,6-5,5	3,8ab	-
5,6-6,5	4,2b	3,9b
6,6-7,2	5,0c	-

Źródło: Książak J., Magnuszewska K., 1999 (27).

Tabela 3

Plony owsa i grochu w mieszankach oraz mieszanek w zależności od gęstości siewu komponentów

Składniki mieszanki		Gęstość siewu grochu (szt. · m <sup>-2</sup> )	Plon					
owies (szt. · m <sup>-2</sup> )	odmiana grochu		ziarna owsa		nasion grochu		razem mieszanki	
			t · ha <sup>-1</sup>	% średniej	t · ha <sup>-1</sup>	% średniej	t · ha <sup>-1</sup>	% średniej
412	Dawo	30	3,57	118	0,68	73	4,25	108
		45	3,08	102	1,06	115	4,14	105
		60	2,59	86	1,27	137	3,85	98
	Ramrod	30	3,64	121	0,46	49	4,10	104
		45	3,26	108	0,72	77	3,98	101
		60	2,93	97	1,06	115	3,99	101
	Turkan	30	3,46	115	0,63	68	4,09	104
		45	2,94	98	0,95	103	3,90	99
		60	2,20	73	1,26	136	3,47	88
275	Dawo	30	3,38	112	0,81	88	4,19	106
		45	2,90	96	1,07	116	3,97	101
		60	2,43	81	1,52	164	3,95	100
	Ramrod	30	3,48	116	0,60	65	4,08	104
		45	3,24	108	0,69	75	3,93	100
		60	3,00	100	0,97	105	3,98	101
	Turkan	30	3,30	110	0,63	68	3,93	100
		45	2,74	91	0,95	103	3,69	94
		60	2,06	68	1,34	144	3,39	86

Źródło: Rudnicki F. i in., 2006 (49).

Tabela 4

Plon nasion mieszanek oplewionych i nieoplewionych zbóż jarych z grochem

Skład mieszanki (wysiew: liczba nasion/m <sup>2</sup> )	Plon nasion (t · ha <sup>-1</sup> )		
	mieszanka	zboże	groch
Rastik* (240) + Piast (28)	6,35	5,70	0,65
Rastik* (205) + Piast (35)	6,46	5,75	0,71
Rodion* (240) + Piast (28)	7,20	6,49	0,71
Rodion* (205) + Piast (35)	7,51	6,66	0,85
Akt* (390) + Piast (28)	4,20	3,61	0,59
Akt* (335) + Piast (35)	4,19	3,54	0,65
Chwat* (390) + Piast (28)	6,19	5,53	0,66
Chwat* (335) + Piast (35)	5,97	5,31	0,67
NIR <sub>0,05</sub>	0,71	-	-

\* Rastik – jęczmień nagi

Rodion – jęczmień oplewiony

Akt – owies nagi

Chwat – owies oplewiony

Źródło: Noworolnik K., 2006 (34).



w latach plonowania tej formy owsa. W korzystnych warunkach wilgotnościowych i glebowych w okresie zawiązywania i wypełniania nasion mieszanki grochu z samo-kończącą odmianą bobiku przewyższają plonem te gatunki uprawiane w czystym siewie (25).

Znaczący wpływ na plonowanie mieszanki ma udział komponentów (8). Według wielu autorów plony nasion mieszanek maleją w miarę zwiększenia udziału nasion rośliny strączkowej w normie wysiewu (tab. 5). Zależność taką obserwowano dla mieszanek zbóż z grochem (16, 18, 40, 49), jak również mieszanki zbóż z łubinem żółtym i wąskolistnym (33). Z innych badań nad gęstością siewu i składem mieszanek wynika, że udział roślin strączkowych może wynosić od 30 do 50% (13, 15, 18), przy czym – ze względu na możliwość silniejszego wylegania – dla mieszanek z udziałem odmian wysokołodygowych korzystniejszy jest udział grochu stanowiący około 30%. Zwiększenie udziału nasion roślin strączkowych w siewach mieszanych powoduje wzrost udziału ich nasion w plonie mieszanek (12, 16, 43); (tab. 6 i 7). Według K s i ę ż a k a i M a g n u s z e w s k i e j (27) w rejonie południowo-wschodnim Polski owies jest gatunkiem bardziej konkurencyjnym dla grochu niż pszenica i jęczmień, w wyniku czego udział jego nasion w plonie mieszanki jest mniejszy, natomiast w rejonach północno-wschodnim i południowo-zachodnim udział nasion grochu w plonie mieszanki jest podobny (tab. 8).

W agrotechnice mieszanek istotne znaczenie ma również odmiana zbóż, a zwłaszcza roślin strączkowych (tab. 3 i 5). Należy dobrać odmiany najlepiej plonujące w danych warunkach siedliskowych. Wysokość roślin wchodzących w skład mieszanek i ich zróżnicowany pokrój decydują o architekturze ładu. Duża różnica w wysokości roślin powoduje, że wytwarza się piętrowość ładu, która stwarza mniej korzystne warunki świetlne dla gatunku o krótszej łodydze. Szczególnie niekorzystne warunki występują, gdy rośliny strączkowe dominują nad zbożami, co prowadzi do wylegania

Tabela 5

Plon nasion mieszanki grochu z jęczmieniem w zależności od udziału grochu w normie wysiewu i odmiany grochu

Wyszczególnienie	Plon nasion (t · ha <sup>-1</sup> )
Udział grochu (%):	
30	4,80 a*
50	4,48 b
70	4,12 c
Odmiana grochu:	
Kwestor	4,52 d
Miko	4,51 d
Jaran	4,20 e
Grapis	4,62 d

\* liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie  
Źródło: Książak J., Borowiecki J., 1997 (25).



Tabela 6

Udział nasion łubinu żółtego w plonie mieszanek z owsem (%)

Gęstość siewu łubinu w mieszankach (szt. · m <sup>-2</sup> )	Gęstość siewu owsa (szt. · m <sup>-2</sup> )				Średnia
	140	280	420	560	
25	8,4	4,4	3,4	2,6	4,7
50	9,4	7,7	6,2	4,7	7,0
75	12,9	8,0	6,6	6,1	8,4
100	18,4	8,7	6,8	6,8	10,2
Średnia	12,3	7,2	5,8	5,03	7,6

Źródło: Rudnicki F., Gałżewski L., 2006 (43).

Tabela 7

Udział nasion grochu w plonie mieszanki z pszenicą jarą w zależności od dawki azotu i udziału komponentów w zasiewie (%)

Dawka N (kg · ha <sup>-1</sup> )	Udział grochu (%)	Lata		
		1998	1999	2000
0	30	20,0	43,5	9,0
	40	26,0	47,5	11,3
	50	31,0	55,0	13,5
30	30	18,8	44,2	8,6
	40	24,8	47,5	9,6
	50	27,5	49,3	12,5
60	30	18,5	42,8	7,1
	40	20,0	46,5	8,6
	50	27,3	48,3	12,1
90	30	16,0	41,0	6,9
	40	19,8	45,3	8,6
	50	26,8	47,2	12,4

Źródło: Książak J., 2006 (21).

Tabela 8

Udział nasion grochu w plonie mieszanki w rejonie południowo-wschodnim w zależności od komponenta zbożowego

Gatunek zboża	Udział grochu (%)
Pszenica jara	39a
Jęczmień jary	44a
Owies	30

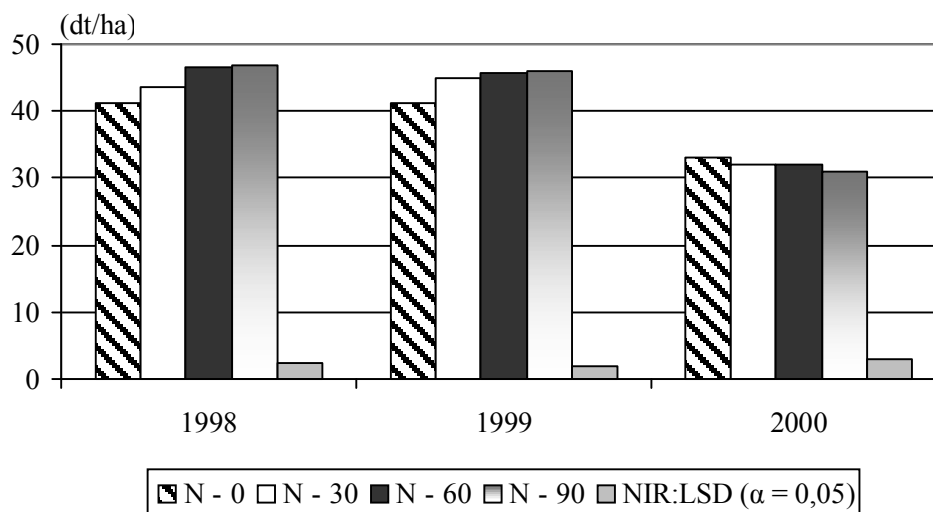
Źródło: Książak J., Magnuszewska K., 1999 (27).

łanu, a w konsekwencji do obniżki plonu. Potwierdziły to badania własne (18) oraz R u d n i c k i e g o i in. (49) przeprowadzone z wysokimi pastewnymi odmianami grochu. Dobrze dobrane odmiany grochu nie powodują obniżenia poziomu plonowania mieszanek z jęczmieniem, pszenżytem i owsem (49, 50). Wąsolistne odmiany grochu mają wysoki potencjał plenności, a z uwagi na dużą ilość wąsów czepnych niższy współczynnik transpiracji, stwarzają lepsze oświetlenie w łanie, są interesującymi komponentami do mieszanek ze zbożami uprawianymi na nasiona (24). Ważna jest także tolerancja odmiany na sąsiedztwo innych roślin, a u gatunków strączkowych mała skłonność do osypywania się nasion. R u d n i c k i (41, 42) opracował metodę oceny przydatności odmian grochu siewnego oraz łubinu żółtego i wąsolistnego do mieszanek ze zbożami jarymi i podał wzory do określania składu takich mieszanek, uwzględniając takie cechy, jak: termin dojrzewania, wysokość roślin, odporność na wyleganie, MTN i zawartość białka w nasionach.

Zagadnienie nawożenia azotem mieszanek roślin strączkowych ze zbożami nie jest dostatecznie rozpracowane. P i s u l e w s k a (39) podaje, że nawożenie tym składnikiem stymuluje plon nasion mieszanki żyta z wyką i pszenżyta z wyką. Na 1 kg N przy nawożeniu 30 kg N · ha<sup>-1</sup> plon mieszanki wzrasta o około 9,5 kg, a przy dawce 60 kg N · ha<sup>-1</sup> o około 7 kg. N o w o r o l n i k (32) stwierdził istotny wzrost plonu mieszanek po zastosowaniu 20 kg · ha<sup>-1</sup> w stosunku do kontroli (bez nawożenia tym składnikiem) oraz tendencję do dalszego wzrostu przy dawce 40 kg · ha<sup>-1</sup>. Ten sam autor w innych pracach (31, 33) podaje, że reakcja mieszanek na poziom nawożenia azotem zależy od jakości gleby i udziału komponentów w mieszance. Silniejszy dodatni wpływ poziomu nawożenia obserwuje się na słabszej glebie, szczególnie w przypadku mieszanki z większym udziałem zboża. Natomiast dla mieszanek grochu z nieoplewionymi formami jęczmienia i owsa autor ten zaleca dawkę około 25 kg N · ha<sup>-1</sup> (34, 35). Badania Z i e l i Ń s k i e j i in. (61) nad mieszankami owsa z peluszką wskazują, że dawka azotu wynosząca 50 kg N · ha<sup>-1</sup> (podzielona na dwie równe części) przyczynia się do istotnego wzrostu plonu nasion w porównaniu z dawką jednorazową 25 kg N · ha<sup>-1</sup>. Natomiast zastosowanie dawki 75 kg N · ha<sup>-1</sup> umożliwia uzyskanie podobnych plonów, ale powoduje silniejsze wyleganie mieszanki.

Zwiększanie dawki azotu pod mieszanki roślin strączkowych ze zbożami prowadzi zwykle do wzrostu plonu komponenta zbożowego, bez większego wpływu na plon rośliny strączkowej. Prowadzone na ten temat badania przez K s i ę ż a k a (20, 22) wskazują, że mieszanki grochu z jęczmieniem i grochu z pszenicą dają istotnie większe plony pod wpływem nawożenia dawką 30 kg N · ha<sup>-1</sup> w porównaniu z nienawożonymi tym składnikiem (rys. 2). W miarę zwiększania dawki azotu zmniejszeniu ulega udział nasion grochu w plonie mieszanki, przy czym jest on silniejszy w roku o korzystnym rozkładzie opadów niż w warunkach ograniczonej wilgotności. Zastosowanie azotu ogranicza wytwarzanie węzłów ze strąkami, strąków i nasion na roślinie grochu, powoduje skrócenie części owocującej pędu oraz wyższe osadzenie pierwszego strąka na łodydze.

Mieszanki roślin strączkowych ze zbożami silniej konkurują z chwastami i słabiej się zachwaszczają. Według K r a w c z y k a i J a k u b i a k (15) bezpieczne dla



Rys. 2. Plon nasion mieszanki grochu z jęczmieniem w zależności od dawki azotu ( $\text{dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ )  
 Źródło: Książak J., 2007 (22).

mieszanek zbóż z grochem są takie substancje aktywne, jak: pendimetalina, bentazon, pirydat oraz mieszanina bentazonu + MCPA. Natomiast ujemny wpływ na poszczególne składniki mieszanek wywierają cyjanazyna oraz amidosulfuron i chlopyralid. W warunkach mniejszej wilgotności gleby mieszanki grochu ze zbożami plonują na wyższym poziomie niż czyste zasiewy tych gatunków (23). Zastosowanie deszczowania umożliwi uprawę mieszanek zbóż ze strączkowymi na zieloną masę na glebie bardzo lekkiej, zapewniając wysokie (o 163%) i wierniejsze plonowanie (1). Opłacalność uprawy mieszanek roślin strączkowych ze zbożami związana jest ściśle z wielkością plonów, a ze względów ekonomicznych najbardziej uzasadniona jest uprawa mieszanek grochu z jęczmieniem (56).

Największą wydajnością białka charakteryzuje się mieszanka składająca się z 80 nasion grochu pastewnego i 80 ziaren owsa na  $1 \text{ m}^2$ . Również w innych doświadczeniach wysoka wydajność białka cechuje mieszankę grochu z owsem (2, 62), chociaż według niektórych autorów lepsza pod tym względem jest mieszanka grochu pastewnego z jęczmieniem (61), albo z pszenżytem (52). Johnson i in. (7) na podstawie doświadczeń z mieszankami grochu z jęczmieniem, owsem i pszenicą stwierdzili, że w miarę wzrostu udziału rośliny strączkowej zwiększa się koncentracja białka w ziarnie zbóż i jej udział w plonie mieszanki. W tych warunkach nasila się stopień porażenia grochu chorobami (*Ascochyta*) i wyleganie roślin, w wyniku czego nasiona są drobniejsze. Największe plony białka otrzymano wówczas, gdy udział grochu w mieszankach z jęczmieniem i z pszenicą wynosił 75%, a z owsem – 50%. Zróżnicowany udział zbóż i roślin strączkowych w normie wysiewu nasion nie wywiera istotnego wpływu na plon białka, ale zwiększenie udziału strączkowych powoduje wzrost zawartości

białka w mieszance nasion, a największą jego koncentrację zanotowano w mieszance pszenżyta z pastewną odmianą grochu (tab. 9).

Dodatkową korzyścią z uprawy mieszanek jest ich wpływ na urodzajność gleby i jej stan sanitarny. Łagodzą one także ujemne skutki związane z siewami zbóż po sobie, gdyż stanowią element przerywający ciągłość ich uprawy (30). Wartość stanowiska po mieszkach zależy od doboru komponentów, ich udziału w łanie, odmiany, poziomu plonowania oraz warunków glebowych (5, 10, 44, 51); (tab. 10 i 11). Mieszanki pszenżyta jarego z łubinem żółtym są zdecydowanie lepszym przedplonem dla pszenicy jarej niż pszenżyto jare (10). S i u t a i n. (51) omawiając wartość przedplonową mieszanek zbóż jarych dla pszenicy ozimej stwierdzili, że gatunek zboża nie różnicował jej plonu. Większy udział grochu w mieszance korzystnie wpływa na plon pszenicy, przy czym silniej się to uwidacznia w korzystniejszych warunkach glebowych. Podobne zależności odnotowali także R u d n i c k i i K o t w i c a (44) przy ocenie wartości przedplonowej mieszanki pszenżyta jarego z łubinem żółtym. Nieco inna jest wartość przedplonowa mieszanek z owsem. S i u t a i n. (51) podają, że pszenżyto ozime uprawiane po mieszkach owsa z grochem lub łubinem żółtym zareagowało tylko minimalnym wzrostem plonowania w stosunku do uprawianego po owsie w czystym siewie. Autorzy ci podkreślają, że wynika to z właściwości samego owsa, który zaliczany jest do dobrych przedplonów dla zbóż ozimych. Wartość stanowiska po mieszkach zależy w znacznym stopniu od odmiany rośliny strączkowej. Potwierdzają to badania H a r a s i m o w i c z - H e r m a n n (5), w których korzystniejszym przedplonem dla pszenicy, ze względu na większą ilość resztek poźniwnych, okazała się mieszanka pszenżyta jarego z bobikiem Nadwiślańskim niż z odmianą Dino. Plony pszenicy ozimej uprawianej po mieszance jęczmienia z grochem lub owsa z grochem w porównaniu z uzyskanymi w stanowisku po pszenicy charakteryzują się bardzo małą zmiennością w latach (46). Resztki poźniwne mieszanki łubinu z pszenżytem (słoma, ściern i korzenie) wzbogacają glebę w 32 kg azotu i dostarczają 55 kg potasu (9); dla porównania bobik w siewie czystym pozostawia w glebie około ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ): N – 75, P – 5-8, K – 90-140, a łubin żółty N – 65-75, P – 15-18, K – 95-120 (6).

Tabela 9

Plony mieszanek i udział w nich nasion strączkowych oraz zawartość i plony białka ogólnego

Skład mieszanki	Plon mieszanki ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )	Procentowo-wagowy udział roślin strączkowych (%)	Plon białka ogólnego ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )	Zawartość białka ogólnego (%)
Pszenica + wyka	5,67	1,24	759	13,4
Pszenica + groch	5,48	2,16	745	13,6
Pszenica + peluszk	5,39	4,03	776	14,4
Pszenżyto + wyka	5,29	2,20	788	14,9
Pszenżyto + groch	5,13	3,14	764	14,9
Pszenżyto + peluszk	4,70	5,95	728	15,5

Źródło: Pisulewska E., 1995 (40).

Tabela 10

Plony pszenicy ozimej po różnych przedplonach na glebie kompleksu żytniego dobrego

Przedplon	Plon ziarna		Zmienność plonu w latach (%)
	t · ha <sup>-1</sup>	%	
1. Łubin żółty	5,28	100	3,5
2. Groch + łubin	5,17	98	3,8
3. Owies + łubin	4,98	94	1,8
4. Owies + groch	4,94	94	3,6
5. Owies	4,79	91	4,5
6. Jęczmień + owies	3,63	69	13,6
7. Jęczmień + groch	3,47	66	16,7
8. Pszenżyto + łubin	3,34	63	17,3
9. Jęczmień + łubin	3,28	62	20,8
10. Owies + pszenżyto	3,23	61	17,4
11. Owies + pszenżyto	3,17	60	15,6

Źródło: Kotwica K., Rudnicki F., 1994 (10).

Tabela 11

Współczynniki zmienności (%) plonów pszenicy ozimej w zależności od składu mieszanek pszenżyta jarego z łubinem żółtym jako przedplonów

Gęstość siewu przedplonów – pszenżyta w siewie czystym lub w mieszance (szt. · m <sup>-2</sup> )	Gęstość siewu łubinu w mieszance uprawianej jako przedplon (szt. · m <sup>-2</sup> )				
	0	25	50	75	100
135	22,5	21,4	17,3	15,1	17,9
270	27,1	26,3	20,6	17,2	21,6
405	30,7	24,2	20,3	16,9	20,7
540	33,6	21,2	20,0	14,5	17,3

Źródło: Kotwica K., Rudnicki F., 1994 (10).

### Podsumowanie

Uprawa mieszanek roślin strączkowych ze zbożami jest zasadna ze względu na walory produkcyjne i agrotechniczne. Na skutek zróżnicowania gatunkowego kompletnie wykorzystywane są przez nie zasoby siedliska i następuje kompensacyjny wzrost i rozwój uprawianych gatunków. Ważnym elementem wzajemnego oddziaływania komponentów jest konkurencja o dostęp do światła, a jeśli komponenty mieszanek konkurują ze sobą pod względem wysokości roślin, to o plonie mieszanki decyduje słabszy gatunek. Zwiększanie poziomu nawożenia azotem mineralnym mieszanek od 0 do 90 kg · ha<sup>-1</sup> powoduje istotne ograniczenie wiązania azotu atmosferycznego przez rośliny grochu. Na każde 10 kg N zastosowanego w dawkach 30 i 60 kg w mieszankach grochu z pszenicą lub grochu z jęczmieniem następuje zmniejszenie jego wiązania o ok. 7-8 kg, natomiast przy dawce 90 kg ograniczenie jest silniejsze, bo

wynosi ok. 9 kg. Rośliny zbożowe rosnące w sąsiedztwie roślin motylkowatych korzystają z azotu zasymilowanego przez bakterie brodawkowe. Azot przechodzi do podłoża w postaci kwasu asparaginowego lub  $\beta$ -alaniny. Mieszanki mogą być uprawiane na glebach gorszych o jedną klasę bonitacyjną niż poszczególne gatunki wchodzące w ich skład w siewach czystych. Plonowanie mieszanek w znacznym stopniu zależy od doboru gatunków zbóż; dla wysokich pastewnych odmian grochu lepszym komponentem jest owies niż jęczmień, a dla wyki korzystniejszym jest jęczmień. Oplewione odmiany jęczmienia i owsa wykazują większą przydatność do mieszanek z grochem niż nagoziarniste formy tych zbóż. Wąsolistne odmiany grochu są interesującymi komponentami do mieszanek ze zbożami uprawianymi na nasiona. Plony nasion mieszanek maleją w miarę zwiększania udziału rośliny strączkowej w normie wysiewu. Udział nasion roślin strączkowych w mieszance może wynosić od 30 do 50%; dla wysokołodygowych odmian grochu korzystniejszy jest udział nasion stanowiący ok. 30% normy wysiewu. Zwiększanie dawki azotu pod mieszanki prowadzi zwykle do wzrostu plonu komponenta zbożowego, ale zmniejsza się udział nasion roślin strączkowych w plonie. W miarę wzrostu udziału rośliny strączkowej zwiększa się koncentracja białka w plonie nasion mieszanki. Mieszanki łagodzą ujemne skutki związane z siewami zbóż po sobie, a wartość pozostawianego przez nie stanowiska zależy od doboru gatunkowego komponentów, ich udziału w łanie, odmiany, poziomu plonowania, warunków glebowych. Uprawa zbóż po mieszankach roślin strączkowych ze zbożami charakteryzuje się większą stabilnością plonowania.

### Literatura

1. Dudek S., Żarski J.: Wpływ deszczowania na plonowanie mieszanki strączkowo-zbożowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **442**: 389-394.
2. Fordoński G., Rutkowski M.: Plonowanie roślin strączkowych i owsa na glebie kompleksu żytniego słabego. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura, 1988, **46**: 103-111.
3. Fujita K., Ofosu-Budu K. G., Ogata S.: Biological nitrogen fixation in mixed legume-cereal cropping system. Plant Soil, 1992, **141**: 155-175.
4. Górski M., Koter M.: Korzyści siewów mieszanych roślin zbożowych z roślinami motylkowymi. Roczn. Nauk Rol., 1952, **A 66(1)**: 29-50.
5. Harasimowicz-Hermann G.: Wartość przedplonowa bobiku, zbóż i ich mieszanek dla pszenicy ozimej w warunkach regionu pomorsko-kujawskiego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 369-375.
6. Jasińska Z., Kotecki A.: Szczegółowa uprawa roślin. AR Wrocław, 1999, cz. II, 1-136.
7. Johnston H. W., Sanderson J. B., Macleod J. A.: Cropping mixtures of field peas and cereals in Prince Edward Island. Can. J. Plant Sci., 1978, **58**: 421-426.
8. Kotecki A.: Wpływ składu gatunkowego oraz zróżnicowanego udziału komponentów w mieszankach na plon nasion peluski uprawianej w różnych warunkach glebowych. AR Wrocław, rozpr. hab., 1990, **87**: 1-55.
9. Kotecki A., Kozak M., Malarski W.: Wpływ współrzędnej uprawy łubinu żółtego z pszenicą jarym na skład chemiczny i gromadzenie składników mineralnych w nasionach i resztkach pozbiorowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2003, **495**: 145-162.
10. Kowicka K., Rudnicki F.: Plonowanie pszenicy ozimej po pszenicy jarym i jego mieszankach z łubinem żółtym. Mat. konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”. AR Poznań, 1994, 23-28.

11. K o t w i c a K., R u d n i c k i F.: Konkurencja między pszenżytem jarym i łubinem żółtym w mieszkach. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszkach”. AR Poznań, 1999, 56-57.
12. K o t w i c a K., R u d n i c k i F.: Komponowanie mieszanek zbóż jarych z łubinem na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2003, **495**: 163-170.
13. K ö p k e J.: Ackerbohnen: eine Gefahr für das Trinkwasser? Lebendige Erde, 1991, 81-87.
14. K u ś J.: Rola zasiewów w różnych systemach gospodarowania. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszkach”. AR Poznań, 1999, 4-16.
15. K r a w c z y k R., J a k u b i a k S.: Ocena przydatności wybranych herbicydów stosowanych w mieszance zbóż jarych z grochem. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 10-11.
16. K s i ę ż a k J.: Ocena przydatności wybranych odmian grochu siewnego do uprawy w mieszkach z jęczmieniem jarym. Mat. konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”, AR Poznań, 1994, 116-121.
17. K s i ę ż a k J.: Ocena przydatności samokończącej odmiany wyki siewnej do mieszanek ze zbożami jarymi. Mat. konf. „Hodowla roślin”, Poznań, 1997, 131-134.
18. K s i ę ż a k J.: Zróżnicowanie cech morfologicznych wybranych odmian grochu siewnego uprawianych w mieszkach z jęczmieniem. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1998, 463: 389-398.
19. K s i ę ż a k J.: Wzajemne oddziaływanie kiełkujących nasion roślin strączkowych i ziarniaków zbóż. Pam. Puł., 2004, **135**: 113-128.
20. K s i ę ż a k J.: Wpływ wydzielin korzeni siewek owsa i eksudatów z ziarna na kiełkowanie nasion roślin strączkowych oraz wyciągów z nasion grochu na ziarniaki owsa i jęczmienia. Biul. IHAR, 2004, **233**: 139-147.
21. K s i ę ż a k J.: Ocena plonowania mieszanki grochu z pszenicą jarą w zależności od poziomu nawożenia azotem. Fragm. Agron., 2006, **3**: 80-93.
22. K s i ę ż a k J.: Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie mieszanki grochu z jęczmieniem jarym. Ann. UMCS, 2007, E, **62(1)**: 175-188.
23. K s i ę ż a k J.: Struktura plonu mieszanek grochu ze zbożami w zależności od poziomu wilgotności gleby. Roczn. Nauk. AR Poznań, 2006 (w druku).
24. K s i ę ż a k J.: Rozwój roślin grochu i jęczmienia jarego w mieszkach na różnych typach gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2007, **516**: 83-90.
25. K s i ę ż a k J., B o r o w i e c k i J.: Plonowanie grochu siewnego z samokończącą odmianą bobiku. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 395-399.
26. K s i ę ż a k J., B o r o w i e c k i J.: Mixtures of field pea and cereals for fodder production. In: Proc. 4th European Conference on Grain Legumes „Towards the sustainable production of healthy food, feed and novel products”. Cracow, 2001, 352.
27. K s i ę ż a k J., M a g n u s z e w s k a K.: Plonowanie mieszanek grochu ze zbożami uprawianych w wybranych rejonach kraju. Fragm. Agron., 1999, **3**: 89-96.
28. L e d g a r d S. F., S t e e l e K. W.: Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. Plant Soil, 1992, **141**: 137-153.
29. L ü t k e E n t r u p N., G r o b l i n g h o f f F., S t e m a n n G.: Untersuchungen zur Effizienz von Gras-Untersaaten in Ackerbohnen. Gesunde Pflanzen, 1993, **45(5)**: 178-182.
30. N o w i c k i J., W a n i c M.: Siewy mieszane zbóż w płodozmianie. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszkach”. AR Poznań, 1999, 17-27.
31. N o w o r o l n i k K.: Zastosowanie mieszanek jęczmienia z grochem jako element dobrej praktyki rolniczej. Mat. konf. nauk. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”. IUNG Puławy, 1998, **K(15/I)**: 399-403.
32. N o w o r o l n i k K.: Mieszanki zbożowo-strączkowe w systemie rolnictwa zrównoważonego. Pam. Puł., 2000, **120(2)**: 335-329.
33. N o w o r o l n i k K.: Plonowanie mieszanki jęczmienia z grochem w zależności od dawki azotu. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 42-43.



34. Noworolnik K.: Przydatność nagoziarnistych odmian jęczmienia jarego i owsa do mieszanek z grochem. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 46-47.
35. Noworolnik K.: Wpływ nawożenia azotem na plon nasion i białka mieszanek grochu z owsem nagoziarnistym i oplewionym. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 50-51.
36. Nowotnówna A.: Wpływ roślin motylkowych na rozwój traw i roślin zbożowych w kulturach mieszanych. Pam. Puł., 1936, **16(2)**: 101-121.
37. Oczipowski M.: O roli, jej uprawie i pielęgnowaniu roślin gospodarskich. Wilno, 1825.
38. Ofari F., Stern W. R.: Cereal-legume intercropping systems. Adv. Agron., 1987, **41**: 41-90.
39. Pisulewska E.: Porównanie plonowania żyta i pszenżyta ozimego uprawianych w siewie czystym i mieszanym z wyką piaskową w zależności od nawożenia azotowego i sezonu wegetacyjnego. Mat. konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych.” Poznań, 1994, 180-185.
40. Pisulewska E.: Wpływ składu gatunkowego jarych mieszanek zbożowo-strączkowych na plon białka i zawartość aminokwasów. Acta Agr. Silv., ser. Agraria, 1995, **33**: 107-115.
41. Rudnicki F.: Potencjalna przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami. Fragm. Agron., 1997, **1(53)**: 8-18.
42. Rudnicki F.: Potencjalna przydatność łubinu żółtego i wąskolistnego do mieszanek ze zbożami jarymi. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 407-413.
43. Rudnicki F., Gałęzewska L.: Reakcje owsa i łubinu żółtego na uprawę w mieszankach o różnym składzie ilościowym tych komponentów oraz efekty produkcyjne uprawy mieszanek. Cz. I. Plonowanie mieszanek owsa z łubinem żółtym Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 56-57.
44. Rudnicki F., Kotwica K.: Wartość przedplonowi pszenżyta jarego, łubinu żółtego i ich mieszanek dla pszenicy ozimej, Fragm. Agron., 1994, **2(420)**: 19-24.
45. Rudnicki F., Kotwica K.: Porównanie mieszanek zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu pszenno-dobrego. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 96-97.
46. Rudnicki F., Kotwica K.: Porównanie plonowania mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu żytniego dobrego Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 98-99.
47. Rudnicki F., Kotwica K.: Porównanie efektów uprawy jarych mieszanek zbożowo-strączkowych z udziałem jęczmienia, owsa lub pszenżyta. Fol. Univ. Agric. Stetin., Agricultura, 2002, **228(91)**: 125-130.
48. Rudnicki F., Kotwica K.: Produkcyjność mieszanek zbóż jarych z łubinami na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 64-65.
49. Rudnicki F., Wenda-Piesik A., Wasilewski P.: Znaczenie gęstości siewu owsa i grochu w mieszankach na glebie kompleksu żytniego dobrego. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 64-65.
50. Rudnicki F., Wenda-Piesik A.: Produkcyjność mieszanek zbóż jarych z grochem na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 68-69.
51. Siuta A., Dworakowski T., Kuźmicki J.: Plony ziarna i wartość przedplonowa mieszanek zbożowo-strączkowych dla zbóż w warunkach gospodarstw ekologicznych. Fragm. Agron., 1998, **2(58)**: 53-62.
52. Szczygiełski T.: Plonowanie mieszanek strączkowo-zbożowych. Fragm. Agron., 1993, **4**: 187-188.
53. Sypniewski J.: Uprawa roślin strączkowych na paszę. PWRiL Warszawa, 1989.
54. Tofinga M. T., Snaydon R. W.: The root of cereals and peas when grown in pure stands and mixtures. Plant Soil, 1992, **142**: 281-285.

55. Tribou E.: Détermination in situ de la quantité d'azote fixée symbiotiquement par la vesce en culture associée avec l'avoine. Les Colloques de l'INRA, Paris, 1985, **37**: 265-270.
56. Ufnowska J., Książak J.: Ekonomiczna ocena uprawy mieszanek strączkowo- zbożowych. Mat. konf. nauk. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 120-121.
57. Wacquant J.P., Ouknider M., Jacquard P.: Evidence for a periodic excretion of nitrogen by roots of grass-legume associations. Plant Soil, 1989, **116**: 57-68.
58. Wasilewski P.: Wydajność mieszanek zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu żytniego dobrego. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 122-123.
59. Wilson J.B.: Shoot competition and root competition. J. Appl. Ecol., 1988, **25**: 279-296.
60. Zielińska A., Paprocki S., Zieliński A.: Plonowanie mieszanek owsa z peluszką i owsa z seradłą na różnych dawkach nawożenia azotowego. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rol., 1974, **9**: 103-117.
61. Zieliński A., Paprocki S., Zielińska A.: Plonowanie odmian peluszek w siewie czystym i w mieszankach z owsem i jęczmieniem uprawianych na ziarno paszowe. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rol., 1980, **30**: 161-171.
62. Zielińska A., Rutkowski M.: Porównanie wydajności owsa, jęczmienia oraz czterech odmian peluszek w siewie czystym i współrzędnym. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura, 1988, **46**: 113-124.

Adres do korespondencji:

*doc. dr hab. Jerzy Książak*  
*Zakład Uprawy Roślin Pastewnych*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel. 081 886 34 21 w. 350*  
*e-mail: [jerzy.ksiazak@iung.pulawy.pl](mailto:jerzy.ksiazak@iung.pulawy.pl)*

