

*Maria Wanic, Janusz Nowicki*

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

## **Funkcje siewów mieszanych zbóż w płodozmianie**

**Słowa kluczowe:** płodozmian, mieszanki zbożowe, zbożowo-strączkowe, mieszaniny odmian, zachwaszczenie, zdrowotność, plon

### **Wstęp**

Poprawny pod względem przyrodniczym płodozmian spełnia trzy zasadnicze cele [17]:

1. Zapewnia uzyskanie wysokich i stabilnych plonów roślin o odpowiednich parametrach użytkowych.
2. Wpływa na utrzymanie (a niekiedy zwiększenie) żyzności gleby z zachowaniem jej równowagi biologicznej.
3. Ogranicza nadmierne rozprzestrzenianie się chwastów, chorób i szkodników.

Aby je osiągnąć, konieczna jest znajomość wymagań przedplonowych roślin, wartości pozostawionego przez nie stanowiska oraz wrażliwości na uprawę po sobie. Obecnie cele te w Polsce są trudne do realizacji. Dominującymi gatunkami roślin stały się bowiem u nas zboża. Ich udział w strukturze zasiewów w roku 1998 wynosił aż ponad 70%. Zdecydowały o tym zarówno walory użytkowe ziarna, jak i względy natury ekonomicznej i organizacyjnej [12, 46]. Stan ów rodzi zasadniczy problem związany z odpowiednim umieszczeniem tych roślin w zmianowaniu. Jak wynika bowiem z wcześniejszych badań, odznaczają się one w stosunku do innych ziemiopłodów wyższymi wymaganiami przedplonowymi i wrażliwością na siew po sobie [22, 44]. Uprawa zbóż na gorszych stanowiskach, a zwłaszcza w monokulturze, z reguły prowadzi do spadku wydajności, którego wielkość zależy od indywidualnych cech gatunkowych, odmianowych, lokalnych warunków siedliskowych oraz poziomu stosowanej agrotechniki [1, 22, 44]. Przyczyna rozważanego regresu tkwi przede wszystkim w postępującej degradacji środowiska glebowego, określanego wieloznacznym mianem „zmęczenia gleby” [30, 35], a najbardziej symptomatycznym jej objawem jest wzrost zachwaszczenia oraz porażenia przez patogeny i szkodniki [6, 22, 42, 45].

Jednym ze sposobów, które mogą łagodzić ów niekorzystny proces, jest uprawa zbóż w międzygatunkowych i międzyodmianowych mieszankach [39, 40]. Taki spo-

sób siewu wprowadza tzw. bioróżnorodność, która dzięki odrębności uprawianych tu roślin (pod względem morfologicznym, rytmu rozwojowego, potrzeb pokarmowych, podatności na choroby, przestrzennego rozmieszczenia komponentów itp.) pozwala na lepsze wykorzystanie zasobów środowiska, bez zakłócania jego równowagi biologicznej. W mieszanych zespołach roślinnych w kształtowaniu wspomnianej harmonii dużą rolę odgrywają również — jakkolwiek nie do końca jeszcze poznane — zjawiska konkurencji i allelopatii [2, 10, 21, 26, 41]. Należy podkreślić, iż w dobie, kiedy rolnictwo wyraźnie poddaje się procesowi tzw. ekologizacji, czyli zmierza ku gospodarowaniu systemem zrównoważonym (zharmonizowanym), tematyka ta nabiera coraz większego znaczenia [9].

Praca niniejsza, przygotowana na podstawie przeglądu literatury, naświetla zagadnienia właśnie związane z funkcją mieszanek zbożowych w płodozmianie. Uwzględniono trzy ich rodzaje, a mianowicie: mieszanki międzygatunkowe (zbożowe i zbożowo-strączkowe) oraz międzyodmianowe, czyli tzw. mieszaniny.

## Międzygatunkowe mieszanki zbożowe

---

Dostępne piśmiennictwo naukowe dotyczące reakcji tego rodzaju mieszanek na przedplon i częstotliwość uprawy w płodozmianie jest stosunkowo ubogie. W przeważającej większości składają się na nie doniesienia krajowe, co jest zrozumiałe, gdyż uprawa tych mieszanek jest raczej naszą rodzimą „specyfiką”, niespotykaną na tak szeroką skalę w innych krajach [16]. Najwięcej danych znajdujemy na temat najpopularniejszej formy mieszanki, tj. jęczmienia jarego z owsem [23].

Badania Smagacza [31] i Wanic [39] wykazały, iż mieszanka ta na przedplon reaguje w sposób podobny do owsa. W świetle cytowanych prac wydajność ziarna zarówno na stanowiskach dobrych (po ziemniaku, grochu pastewnym, koniczynie perskiej), jak i słabych (zboża) kształtowała się na poziomie owsa bądź też była od niego wyższa. Bardziej wrażliwy na umiejscowienie w płodozmianie okazał się natomiast jęczmień jary. Szczególnie wyraźnie zarysowało się to na glebie słabszej, o niższym potencjale antyfitopatogennym (tab. 1). W świetle prac ośrodka olsztyńskiego siew mieszany przyczynił się do złagodzenia niekorzystnych skutków związanych z częstym powrotem zbóż na to samo pole (tab. 2). Następstwo po sobie mieszanki w płodozmianie z 75-procentowym jej udziałem doprowadziło do obniżenia wydajności ziarna tylko o 6,7%, gdy tymczasem jednogatunkowa uprawa jęczmienia zmniejszyła plon o 13,2, a owsa o 9,7%. Z kolei, jak wykazali Rudnicki, Wasilewski i Dębowski [28], mieszanka jęczmienia jarego z owsem uprawę w krótkotrwałej monokulturze toleruje w sposób podobny do owsa, zdecydowanie lepiej zaś niż jęczmień jary. Wrażliwość jęczmienia jarego na stanowisko po sobie potwierdzają inne, wcześniejsze pozycje piśmiennictwa naukowego [44]. Wskazują one, iż obniżenie wydajności tego zboża w monokulturowej uprawie zależy od warunków siedliskowych

Tabela 1. Plony ziarna zbóż ( $t \cdot ha^{-1}$ ) po różnych przedplonach [32]

Roślina	Przedplony					
	kompleks żytni bardzo dobry			kompleks żytni dobry		
	ziemniak	owies	jęczmień jary	ziemniak	owies	jęczmień jary
Mieszanka	5,38	5,04	4,76	4,31	4,41	4,10
Jęczmień jary	5,21	4,76	4,41	4,10	3,47	3,04
Owies	5,30	4,94	4,69	4,41	3,83	3,75

Tabela 2. Plony ziarna zbóż ( $t \cdot ha^{-1}$ ) w plodozmianach z różnym ich udziałem [39]

Roślina	Udział zbóż w plodozmianie		
	25%	50%	75%
Mieszanka	7,00	6,82	6,53
Jęczmień jary	6,25	5,99	5,43
Owies	6,83	6,66	6,17

Tabela 3. Porównanie plonów mieszanek ze zbożami w siewach czystych w warunkach uprawy monokulturowej [28]

Wyszczególnienie	Skład mieszanki					
	jęczmień + owies	jęczmień + pszenica	jęczmień + pszenżyto	owies + pszenica	owies + pszenżyto	pszenica + pszenżyto
Mieszanka ( $t \cdot ha^{-1}$ )	3,93	3,13	3,03	3,72	3,42	2,80
Siew czysty ( $t \cdot ha^{-1}$ ) *	3,67	3,26	3,33	3,42	3,50	3,08
Różnica (%)	+ 7,1	-4,0	-9,0	+ 8,8	- 2,3	-9,1

\* Średni plon gatunków w siewach czystych.

Tabela 4. Zachwaszczenie zbóż pod koniec wegetacji [39]

Badana cecha	Roślina	Stanowisko w zmianowaniu				
		po ziemniaku	po grochu pastewnym	po koniczy- nie perskiej	po zbożu (1x)	po zbożu (2x)
Liczebność chwastów ( $szt \cdot m^{-2}$ )	mieszanka	87	82	57	84	78
	jęczmień jary	114	119	84	144	148
	owies	98	119	61	114	105
Sucha masa chwastów ( $g \cdot m^{-2}$ )	mieszanka	51,7	52,3	36,5	44,7	46,2
	jęczmień jary	86,0	91,2	77,3	98,2	112,4
	owies	42,9	52,2	28,9	37,6	45,8

(głównie glebowych) oraz poziomu agrotechniki i wynosi od 13 do 27%. Negatywny wpływ środowiska rozpoczyna się już w pierwszym okresie wegetacji jęczmienia i trwa do jego końca. Objawia się to między innymi słabszym rozwojem systemu korzeniowego, spowolnionym pobieraniem składników pokarmowych, redukcją obsady roślin na jednostce powierzchni i zdrobnieniem ziarna. Informacje na temat tolerancyjności owsa są rozbieżne. Zależnie od warunków siedliskowych wykazuje on wrażliwość większą lub mniejszą. W układach niekorzystnych przeciętne obniżenie plonu ziarna szacuje się na 9–21% [44]. W cytowanych badaniach nie stwierdzono jednakże wyraźniejszego wpływu tego sposobu uprawy na kształtowanie się elementów struktury wiechy.

Smagacz [31], określając wartość przedplonową mieszanek z różnym udziałem jęczmienia i owsa dla pszenżyta ozimego, wykazał wyższość stanowisk po mieszanekach (bez względu na ich skład) i owsie aniżeli po jęczmieniu jarym. Uwidoczniono się to zwłaszcza w gorszych warunkach glebowych.

Inne rodzaje mieszanek oceniano tylko pod kątem ich uprawy w krótkotrwałej monokulturze [28]. W świetle tej pracy (tab. 3) następstwo po sobie zdecydowanie źle znosiły siewy współrzędne jęczmienia z pszenicą i pszenicy z pszenżytem. Główną przyczyną spadku wydajności była tu redukcja obsady kłosów na jednostce powierzchni i towarzyszący jej wzrost zachwaszczenia.

Poprawny pod względem przyrodniczym płodozmian stanowi poważną barierę dla chorób powodowanych przez grzyby zasiedlające środowisko glebowe, jak i tych (choć w mniejszym stopniu), które porażają części nadziemne [17, 19]. Badania Wanic [39] wykazały, iż wprowadzona do zmianowania mieszanka jęczmienia jarego z owsem skuteczniej aniżeli uprawy jednogatunkowe ograniczała występowanie chorób pochodzenia grzybowego, rozwijających się zarówno na liściach, jak i atakujących podstawę źdźbła. Spowodowane to było głównie genetycznie ukształtowaną odpornością poszczególnych komponentów na atakujące je patogeny oraz przestrzennym rozmieszczeniem roślin w łanie, co zmniejsza ich dostęp do podatnej na infekcję tkanki [10]. W mieszance mączniak prawdziwy najslabiej rozwijał się na jęczmieniu na stanowisku po grochu pastewnym i w warunkach powtórnego siewu jej po sobie. W stosunku do samodzielnej uprawy tej rośliny nasilenie choroby zmniejszyło się odpowiednio o 54,1 i 50,1%. Wzrost udziału mieszanki w płodozmianie nie powodował silniejszego porażenia jęczmienia przez rynchosporiozę — chorobę, której objawy nasilają się właśnie w wyniku zbyt częstego powrotu omawianego gatunku na to samo stanowisko. Przy identycznym sposobie uprawy zaznaczył się natomiast pozytywny — fitosanitarny wpływ owsa [4, 18]. Można to uzasadnić bogatym zasiedleniem jego rizosfery przez niepatogeniczne dla jęczmienia (jak również pszenicy i żyta) grzyby, co wespół ze specyficznymi wydzielinami korzeniowymi pozwala utrzymać środowisko glebowe w stanie względnej równowagi biologicznej. Nie musi to jednak stanowić skutecznej bariery w rozwoju grzybów zgorzelowych. Jakkolwiek wysiewany w mieszance jęczmień jary bywa słabiej porażany przez te patogeny niż w

uprawie jednogatunkowej, niemniej jednak w mieszance, wraz ze wzrostem częstotliwości jej uprawy, może zwiększać się nasilenie choroby w takim samym stopniu jak w uprawie jednogatunkowej [39].

Vilich [38] wykazał także korzystny wpływ mieszanki złożonej z dwu ozimin, tj. jęczmienia i pszenicy. Udokumentował go zmniejszeniem stopnia zainfekowania źdźbeł przez grzyby zgorzelowe uprawianej po niej pszenicy i jęczmienia. Efekt ten uwidocznił się szczególnie w wypadku, gdy mieszanka wysiewana była po sobie przez 2 lata. Redukcja chorób pszenicy uprawianej również po przedplonie, jakim była mieszanka, osiągnęła poziom porównywany z efektem uzyskanym po zastosowaniu fungicydów w siewie czystym tego gatunku. Rola siewów mieszanych w regulacji zachwaszczenia łąnów zależała od ich składu. Według badań ośrodka bydgoskiego i olsztyńskiego, generalnie mieszanki, w których jednym z komponentów był owies, odznaczały się mniejszym zachwaszczeniem [28, 39]. Dotyczy to zwłaszcza rozwiązań, w których łącznie uprawiano jęczmień jary z owsem. Stan czystości badanych łąnów, bez względu na wybór stanowisk (w dobrych — po ziemniaku, grochu pastewnym, koniczynie perskiej, słabszych — uprawa mieszanki po sobie) był zdecydowanie korzystniejszy aniżeli w wypadku samodzielnej uprawy jęczmienia jarego (tab. 4). Uwidoczniło się to zarówno w liczbie egzemplarzy na jednostce powierzchni, jak „dorodności” występujących chwastów. W stosunku do jednogatunkowych zasiewów owsa stwierdzona redukcja dotyczyła tylko ich liczebności, natomiast masa okazała się nieco większa. Wydaje się, że odchwaszczająca funkcja ww. mieszanki jest pochodną różnic między cechami morfologicznymi uprawianych roślin, zwłaszcza ich wysokości, szerokości liści i barwy. Sprawiają one, iż dostęp energii promienistej słońca do podstawy łąnu jest mniejszy niż w uprawach jednogatunkowych [37]. Co znamienne, że w mieszance nie stwierdzono też przyrostu zachwaszczenia pod wpływem zwiększonej w zmianowaniu częstotliwości jej uprawy, podczas gdy siew po sobie jęczmienia jarego skutkował wzrostem liczebności chwastów prawie o 50%. W stosunku do owsa, tj. zboża, które ze względu na wysokość, szerokie liście oraz głębokie korzenie znacznie lepiej konkuruje z chwastami, różnica ta była zdecydowanie mniejsza, bo wynosząca około 11%. Z kolei, w świetle badań Rudnickiego, Wasilewskiego i Dębowskiego [28], mieszanki złożone z jęczmienia i pszenicy oraz pszenżyta i pszenicy sprzyjały silnemu zachwaszczeniu. Jedną ze stwierdzonych przyczyn była redukcja obsady kłosów na jednostce powierzchni.

Rozdzielny bądź mieszany sposób siewu roślin oraz ich miejsce w płodozmianie mogą wpływać nie tylko na fizyczne i chemiczne właściwości gleby, ale również modyfikować jej cechy biologiczne. Bogata i zrównoważona zoo- i fitocenoza, wraz z aktywnością enzymatyczną, w dużym stopniu decydują o biologicznej i produkcyjnej sprawności danej gleby. Jako miarę jej stanu przyjmuje się między innymi mikrobiologiczny wskaźnik żywności, charakteryzujący intensywność przemian drobnoustrojowych w strefie korzeniowej (warstwie uprawnej). Według badań Kucharskiego, Nowickiego i Wanic [14, 15], w porównywanych układach płodozmianowych, w

mieszance jęczmienia z owsem osiągnął on wartość zbliżoną do owsa, niższy zaś był zawsze pod jęczmieniem jarym (tab. 5). Gleba spod mieszanki — w stosunku do obiektów z jęczmieniem i owsem — odznaczała się większą aktywnością takich enzymów, jak: ureaza, fosfataza kwaśna i alkaliczna, a na tle jęczmienia — również dehydrogenaz. Przedplony oraz częstotliwość uprawy zbóż w zmianowaniu nie wywarły wyraźnego wpływu na tempo przemian mikrobiologicznych. Liczebność i struktura poszczególnych grup drobnoustrojów zależały od gatunku zboża, a jak sugeruje cytowana praca [14], również od składu jego wydzielin korzeniowych. W mieszance osiągnęły one wartości pośrednie. Wzrost udziału mieszanki w płodozmianie z 25 do 75% negatywnie wpływał na liczebność bakterii oligotroficznych, promieniowców, grzybów, drobnoustrojów zbielczających azot i celuloitycznych, stymulował natomiast rozwój bakterii makrotroficznych.

Tabela 5. Liczebność drobnoustrojów w 1g s.m. gleby w warstwie 0–20 cm [14]

Grupy drobnoustrojów	Udział zbóż w płodozmianie [%]	Roślina		
		mieszanka	owies	jęczmień jary
Bakterie ( $\times 10^6$ )	25	45,19	49,37	38,97
	50	46,89	40,65	39,54
	75	42,47	41,93	40,59
Promieniowce ( $\times 10^6$ )	25	15,97	14,96	12,08
	50	12,31	9,69	9,75
	75	11,23	9,26	10,00
Grzyby ( $\times 10^3$ )	25	4,20	3,29	4,44
	50	4,24	3,63	4,00
	75	3,97	3,06	3,87
Mikrobiologiczny wskaźnik żyźności gleby*	25	8,97	11,73	6,80
	50	9,58	8,20	7,22
	75	8,31	9,91	7,71

\* Stosunek sumy liczebności bakterii organotroficznych i promieniowców do grzybów.

Tabela 6. Zawartość związków fenolowych w warstwie uprawnej gleby ( $\text{mg} \cdot 1000^{-1}$  g gleby) [39]

Roślina	Stanowisko (przedplon)				Średnio
	po ziemniaku	po grochu pastewnym	po koniczynie perskiej	po sobie	
Mieszanka	1,35	1,49	1,45	1,51	1,45
Jęczmień jary	1,43	1,67	1,39	1,59	1,52
Owies	1,32	1,50	1,33	1,52	1,42

Wydzieliny korzeniowe roślin — wespół z produktami częściowego rozkładu resztek poźniwnych i przy aktywnym współudziale mikroorganizmów, zwłaszcza bakterii i grzybów — sprzyjają powstawaniu substancji biologicznie czynnych o właściwościach inhibicyjnych dla roślin. Większą ich akumulację notuje się zwykle w glebach spod uproszczonych płodozmianów [8, 43]. Na obiektach z monokulturą zbożową Smyk [35] zidentyfikował 11 grup związków o właściwościach ekotoksykologicznych; wśród nich znalazły się również substancje fenolowe. Z badań „mieszan-kowo-płodozmianowych” Wanic [39] wynika, iż największe stężenie związków fenolowych wystąpiło na poletkach obsianych samym jęczmieniem, najmniejsze zaś pod owsem, a w mieszance złożonej z obydwu tych roślin osiągnęło wartości pośrednie. Rozdzielny bądź mieszany siew ww. zbóż nie różnicował zawartości zidentyfikowanych substancji w podłożu zależnie od poszczególnych przedplonów (tab. 6). Zarówno w uprawie mieszanej, jak i jednogatunkowej większe nagromadzenie fenoli odnotowano na stanowisku po grochu pastewnym (bogatsze resztki poźniwne oraz zachwiana równowaga biologiczna gleby) oraz na obiektach z siewem zbóż po sobie; najmniejszą koncentrację stwierdza się na stanowiskach po ziemniaku.

## **Mieszanki zbożowo-strączkowe**

Uprawa mieszanek zbożowo-strączkowych rozpatrywana była dotychczas głównie pod kątem ich wartości przedplonowej dla innych wymagających gatunków polowych. Znaczenie samych roślin strączkowych w płodozmianach, zwłaszcza zbożowych, jest powszechnie znane i szeroko akcentowane w piśmiennictwie naukowym [3, 7, 19, 24, 29]. Współżycie symbiotyczne z bakteriami brodawkowymi, zasobne w azot oraz inne składniki resztki pozbiorowe, obfite ulistnienie (dobre zacienienie gleby) i u większości gatunków silniej niż u zbóż rozwinięty system korzeniowy, wreszcie korzystny wpływ na życie biologiczne gleby i jej stan sanitarny — to cechy decydujące o ich dużej wartości przedplonowej. Właściwości te ujawniają się również w mieszankach ze zbożami, aczkolwiek w mniejszym stopniu niż w czystych zasiewach roślin strączkowych.

Wartość pozostawionego przez mieszanki stanowiska zależy od doboru komponentów (zbożowych i strączkowych), ich proporcji w łanie, cech odmianowych, poziomu plonowania oraz warunków glebowych [5, 11, 13, 27, 32, 33, 34].

Siuta, Dworakowski i Kuźmicki [34] w gospodarstwach prowadzonych systemem ekologicznym (bez syntetycznych nawozów mineralnych) oceniali wartość przedplonową mieszanek pszenicy jarej i jęczmienia jarego z grochem siewnym z przeznaczeniem pod pszenicę ozimą. Cytowani autorzy wykazali, iż gatunek zboża nie różnicował plonu pszenicy ozimej. Jej wydajność uzależniona była od udziału grochu w składzie mieszanki; wzrastała proporcjonalnie w miarę zwiększania jego zagęszczenia w łanie. Najwyższy plon ziarna pszenicy uzyskano po mieszankach z

67-procentowym udziałem grochu, przy czym opisana tendencja uwidoczniła się ostrzej w korzystniejszych warunkach glebowych. Uzyskane rezultaty prawdopodobnie należy wiązać z wyższym plonowaniem mieszanek na tym stanowisku, a więc i większą masą resztek pozbiorowych oraz nagromadzonego azotu w glebie. Podobne efekty odnotowali Rudnicki i Kotwica [27] przy ocenie przedplonowej wartości mieszanek pszenżyta jarego z lubinem żółtym (tab. 7). Jak widać, jakość stanowiska poprawia się w miarę wzrostu udziału rośliny strączkowej w łanie, to jednak nawet niewielki jej dodatek zapewnia już pozytywne działanie następcze. Zboża na takich stanowiskach plonują z reguły lepiej niż po przedplonach kłosowych [11, 13, 27, 34, 36].

**Tabela 7.** Plony ziarna pszenicy ozimej po lubinie żółtym, pszenżycie jarym i jego mieszance, w liczbach względnych; wydajność po lubinie = 100% [27]

Gęstość siewu lubinu [szt. · m <sup>-2</sup> ]	Gęstość siewu pszenżyta [szt. · m <sup>-2</sup> ]				
	0	135	270	405	540
0	—	-11,4	-22,4	-29,0	-35,5
25	-23,8	-12,2	-18,2	-17,0	-17,0
50	-18,2	-5,1	-7,8	-8,0	-11,2
75	-8,0	+3,4	+1,2	-0,2	-1,2
100	100	-2,9	-3,4	-2,7	-3,6

Nieco inaczej kształtuje się wartość przedplonowa mieszanek z owsem. Siuta, Dworakowski i Kuźmicki [34] wykazali, iż pszenżyto ozime uprawiane po mieszanekach owsa z 33- i 50-procentowym udziałem grochu pastewnego oraz lubinu żółtego zareagowało tylko nieznacznym wzrostem plonowania w stosunku do owsa w czystym siewie. Autorzy podkreślają, iż słaba reakcja pszenżyta ozimego na ww. stanowisko wynika z właściwości samego owsa, jako komponenta mieszanek, który zaliczany jest do grupy stosunkowo dobrych przedplonów dla zbóż ozimych.

Wartość przedplonowa mieszanek zbożowo-strączkowych zależy nie tylko od składu gatunkowego komponentów i proporcji ich wysiewu, ale również od doboru odmian. Udowodniły to badania Harasimowicz-Hermann [11], w których oceniano stanowiska dla pszenicy ozimej po uprawie wybranych odmian pszenicy jarej i pszenżyta jarego z dwoma odmianami bobiku (Nadwiślański i Dino). Jak wynika z liczb tabeli 8, zdecydowanie korzystniejszym przedplonem okazała się tu mieszanka pszenżyta jarego z bobikiem odmiany Nadwiślański, przy gorszych efektach łączenia go z odmianą Dino; na tym stanowisku plonowała ona tak samo jak po zbożach.

Inaczej ułożyły się wartości obrazujące masę resztek pozbiorowych pszenicy ozimej. Na stanowisku po bobiku była ona istotnie wyższa niż po zbożach jarych i ich mieszankach [11]. Generalnie, udział bobiku w mieszance ze zbożami nie miał wpływu następczego na rozrost systemu korzeniowego analizowanego gatunku. Znaczący się jednak silne zróżnicowania spowodowane odmianą. Otóż pszenica ozi-



na uprawiana po mieszankach pszenżyta oraz pszenicy z udziałem bobiku odmiany Dino pozostawiała istotnie więcej resztek pozbiorowych niż po przedplonie z udziałem odmiany Nadwiślański.

Mieszanki zbożowo-strączkowe w pewnym stopniu są w stanie łagodzić ujemne skutki związane z siewem zbóż po sobie. W płodozmianach wysyconych tą grupą roślin mogą stanowić element przerywający ciągłość ich uprawy. Paprocki i Krzymuski [25], na podstawie kilkunastu eksperymentów realizowanych w różnych warunkach siedliskowych północno-wschodniej Polski, wykazali, iż pszenica ozima uprawiana współrzędnie z wyką ozimą oraz pszenica jara z grochem na 3-letnią uprawę po sobie reagowały mniejszym obniżeniem plonu aniżeli gatunki te siane samodzielnie (tab. 9).

Tabela 8. Plon ziarna i masa resztek pozbiorowych pszenicy ozimej ( $t \cdot ha^{-1}$ ) [11]

Przedplony — odmiana	Ziarno	Resztki pozbiorowe (korzenie + ściern)
Pszenica jara — Eta	4,3	3,8
Pszenżyto jare — Maja	4,4	3,6
<b>Średnia dla zbóż</b>	<b>4,3</b>	<b>3,7</b>
Bobik — Nadwiślański	5,1	4,6
Bobik — Dino	5,3	4,3
<b>Średnia dla odmian bobiku</b>	<b>5,2</b>	<b>4,5</b>
Bobik — Nadwiślański + pszenica jara	4,4	3,5
Bobik — Dino + pszenica jara	4,5	4,0
<b>Średnia dla mieszanek z pszenicą</b>	<b>4,5</b>	<b>3,8</b>
Bobik — Nadwiślański + pszenżyto jare	4,8	3,3
Bobik — Dino + pszenżyto jare	4,3	3,8
<b>Średnia dla mieszanek z pszenżytem</b>	<b>4,6</b>	<b>3,6</b>

Tabela 9. Plony pszenicy ozimej i jarej w 3-letniej monokulturze ( $t \cdot ha^{-1}$ ) [25]

Pszenica ozima	Pszenica ozima z wyką ozimą	Pszenica jara	Pszenica jara z grochem siewnym
1,84	2,08	2,02	2,28

Z innych zagadnień w rozważanej kwestii uwagę zwraca praca traktująca o wpływie mieszanki wyki jarej z owsem na stan zachwaszczenia uprawianej po niej pszenicy ozimej [20]. Na podstawie kilkunastoletniego doświadczenia prowadzonego na terenie Litwy wykazano, iż zboże to wysiewane na polu po mieszance odznaczało się zdecydowanie mniejszym zachwaszczeniem aniżeli po roślinach strączkowych i zbożach.

## Mieszanki międzyodmianowe (mieszaniny)

Z omawianego zakresu dotychczas ukazała się jedna publikacja, która dotyczy monokulturowej i plodozmianowej uprawy jęczmienia jarego [40]. Jakkolwiek przedstawione w niej rezultaty są dość interesujące i obiecujące, to jednak należy odnieść się do nich z dużą ostrożnością; relacjonują one bowiem wyniki tylko z jednego doświadczenia i ze stosunkowo krótkiego, jak na badania plodozmianowe (monokulturowe), okresu (4 lata).

W cytowanej pracy oceniano plonowanie i zachwaszczenie trzech odmian jęczmienia jarego w uprawach jednolitych oraz ich mieszankach, skomponowanych z dwóch i trzech odmian. Autorzy wykazali, iż odmiany siane samodzielnie oraz jako mieszanki dwuskładnikowe zareagowały negatywnie na uprawę w 4-letniej monokulturze. Przyczyną tego była redukcja kłosów na jednostce powierzchni, mniejsza liczba ziaren w kłosie oraz zdrobnienie ziarna. Skomponowanie mieszanki z trzech odmian pozwoliło na uzyskanie plonu ziarna tylko niewiele niższego w stosunku do plodozmianu. Monokulturowa uprawa tej mieszanki również znacznie lepiej konkurowała z chwastami aniżeli zasiewy jednolite oraz dwuodmianowe (tab. 10).

**Tabela 10.** Plon ziarna oraz zachwaszczenie jęczmienia jarego [40]

Roślina	Plon ziarna [ $t \cdot ha^{-1}$ ]		Sucha masa chwastów [ $g \cdot m^{-2}$ ]	
	plodozmian	monokultura	plodozmian	monokultura
Rodos	7,21	5,80	26,3	35,1
Rambo	7,27	6,02	11,1	29,4
Start	6,70	6,22	13,5	27,1
Rodos + Rambo	7,37	5,88	18,0	26,9
Rodos + Start	6,91	5,99	18,3	28,5
Rambo + Start	6,95	6,44	26,6	19,2
Rodos + Rambo + Start	7,45	6,61	12,2	18,8

## Podsumowanie

Z przedstawionego przeglądu piśmiennictwa wynika, iż wartość stanowiska pozostawionego przez mieszanki zbożowe zależała od ich rodzaju, składu (gatunkowego i odmianowego) oraz proporcji wysiewu. Lepsze efekty produkcyjne uzyskiwano w wypadku mieszanek zbożowo-strączkowych oraz tych zbożowych, których jednym z komponentów był owies; nieco gorsze — mieszanin odmian. Mieszanki te w uproszczonych plodozmianach (zbożowych) oraz monokulturze mogą stanowić ele-

ment uzupełniający — wzbogacający tzw. bioróżnorodność; przerywający monotonię następstwa po sobie gatunków zbożowych, która — jak wiadomo — prowadzi do zachwiania równowagi środowiska glebowego; wtórnym tego przejawem jest rozwój chorób, szkodników, nadmierne zachwaszczenie, a w konsekwencji spadek plonu.

W świetle zgromadzonego piśmiennictwa, źle uprawę po sobie znosiły mieszanki jęczmienia z pszenicą i pszenicy z pszenżytem; stąd nie powinno się ich polecać do wprowadzenia jako elementu płodozmianów zbożowych.

W przedmiotowej literaturze brakuje wyczerpujących danych traktujących o ekologicznych skutkach upraw mieszanych. Odnosi się to szczególnie do mieszanek zbożowo-strączkowych. Jakkolwiek w pracy zaprezentowano wyniki dotyczące wpływu sposobu siewu gatunków zbożowych w płodozmianach na właściwości środowiska glebowego, zachwaszczenie lanów i ich zdrowotność, ale z racji, iż pochodzą one z niewielkiej liczby eksperymentów, autorzy opracowania dalecy są od formułowania w tym względzie wiążących konkluzji. Rezultaty tych badań są jednak dość obiecujące; winny stanowić więc zachętę do ich kontynuacji w różnych warunkach siedliskowych i agrotechnicznych.

## Literatura

- [1] Adamiak J. 1992. Proportions of cereals in crop rotation. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricult.* 55: 173–182.
- [2] Barnes P.W., Beyschlag W., Ryel R., Flint S.D., Caldwell M.M. 1990. Plant competition for light analyzed with a multispecies canopy model. III. Influences of canopy structure in mixtures and monoculture of wheat and wild oats. *Oecologia* 82(4): 560–566.
- [3] Bojarczuk J., Bojarczuk M. 1992. Reakcja owsa na niekorzystne warunki fitosanitarne po różnych przedplonach. *Biul. Inst. Hod. Rośl.* 181/182: 137–145.
- [4] Budzyński W. 1999. Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne. Przegląd wyników badań krajowych. *Żywność* 1(18): 11–25.
- [5] Dmowski Z. 1993. Przedplony i udział zbóż w zmianowaniu. W: Czynniki plonotwórcze. Plonowanie roślin. Red. J. Dzieżyc. PWN Warszawa-Wrocław: 276–285.
- [6] Dvořák J. 1992. The importance of crop rotations in regulation of weed communities. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricult.* 55: 129–135.
- [7] Dzieńka S., Romek B. 1993. Reakcja zbóż na przedplony roślin strączkowych. *Rocz. AR Poznań. Rol.* 41: 139–147.
- [8] Einhellig F.A., Leather G.R. 1988. Potentials for exploiting allelopathy to enhance crop production. *J. Chem. Ecol.* 14(10): 1829–1844.
- [9] Francis C.A., Sleper D.A., Barker T.C., Bramel Cox P.J. 1991. Contributions of plant breeding to future cropping systems. Crop Science Society of America. Inc. Madison, Wisconsin, USA, Special Publication 18: 83–93.

- [10] Gacek E. 1993. Wykorzystanie biologicznych mechanizmów służących do zapobiegania zakaźnym chorobom zbóż. W: Biotyczne środowisko uprawne a zagrożenie chorobowe roślin. Olsztyn, 7–8 września 1993: 59–65.
- [11] Harasimowicz-Hermann G. 1997. Wartość przedplonowa bobiku, zbóż i ich mieszanek dla pszenicy ozimej w warunkach regionu pomorsko-kujawskiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 446: 369–375.
- [12] Kisiel M. 1999. Zapotrzebowanie krajowe na ziarno zbóż o różnych kierunkach użytkowania. *Pam. Pul. „Gospodarka zbożowa w Polsce”*. Zesz. Specj. 114: 167–175.
- [13] Kotwica K., Rudnicki F. 1994. Plonowanie pszenicy ozimej po pszenzycie jarym i jego mieszankach z lubinem żółtym. Mat. z ogólnopolskiej konferencji nauk. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”. Poznań, 2 grudnia 1994: 23–28.
- [14] Kucharski J., Nowicki J., Wanic M. 1996. Wpływ różnego udziału roślin zbożowych w plodozmianie na liczebność drobnoustrojów w glebie. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricult.* 63:67–75.
- [15] Kucharski J., Nowicki J., Wanic M. 1996. Wpływ różnego udziału roślin zbożowych w plodozmianie na aktywność enzymatyczną gleby. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricult.* 63: 77–84.
- [16] Krasowicz S. 1999. Produkcja ziarna zbóż w Polsce i w krajach unii europejskiej. *Pam. Pul. „Gospodarka zbożowa w Polsce”*. Zesz. Specj. 114: 185–200.
- [17] Kuś J. 1995. Rola zmianowania roślin we współczesnym rolnictwie. Wyd. IUNG Puławy: 35.
- [18] Kuś J., Smagacz J. 1999. Ocena wartości przedplonowej owsa w plodozmianach zbożowych. *Żywność* 1(18): 53–59.
- [19] Könnecke E. 1974. Zmianowanie. PWRiL, W-wa: 394 ss.
- [20] Magyla A. 1997. Zeminiu kvieciu piktzoletumas ivairios specializacijos sejomainose. *Zemdirbystes Mokslo Darbai* 59: 16–36.
- [21] Michalski T. 1994. Agrotechniczne aspekty uprawy mieszanek w świetle literatury. Mat. z ogólnopolskiej konferencji naukowej „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”, AR Poznań, 2 grudnia 1994: 65–74.
- [22] Niewiadomski W. 1995. Nauka o plodozmianie — stan i perspektywy. *Post. Nauk Rol.* 3: 127–139.
- [23] Noworolnik K., Leszczyńska D. 1999. Konkurencyjność owsa względem jęczmienia w siewie mieszanym. *Żywność* 1(18): 126–130.
- [24] Panse A., Maild FX., Dennert J., Brunner H., Fischbeck G. 1994. Ertragsbildung von getreidereichen Fruchtfolgen und Getreidemonokulturen in einem extensiven und intensiven Anbausystem. *J. Agron. Crop. Sci.* 171: 160–171.
- [25] Paprocki S., Krzymuski J. 1979. Uprawa pszenicy po sobie z roślinami motylkowatymi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 218: 244–249.
- [26] Rudnicki F. 1994. Biologiczne aspekty uprawy zbóż w mieszankach. Mat. z ogólnopolskiej konferencji nauk. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”. AR Poznań, 2 grudnia 1994: 7–15.
- [27] Rudnicki F., Kotwica K. 1994. Wartość przedplonowa pszenicy jarego, lubinu żółtego i ich mieszanek dla pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 2(42): 19–24.

- [28] Rudnicki F., Wasilewski P., Dębowski G. 1996. Tolerowanie uprawy w monokulturze przez jare mieszanki zbożowe. *Fragm. Agron.* 4(52): 75–84.
- [29] Rutkowski M., Fordoński G. 1994. Wartość przedplonowa roślin strączkowych i owsa dla zbóż. Cz. I. Wpływ następczy wybranych gatunków roślin strączkowych na plonowanie owsa. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt. Agricult.* 59: 41–48.
- [30] Ryszkowski L., Karg J. 1990. Najważniejsze wyniki interdyscyplinarnych badań nad monokulturami. W: *Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż*. Red. L. Ryszkowski, J. Karg. Wyd. Nauk. UAM w Poznaniu: 253–257.
- [31] Smagacz J. 1993. Wartość przedplonowa mieszanek zbożowych dla pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.* 4(40): 53–54.
- [32] Smagacz J. 1994. Porównanie wydajności zbóż jarych po różnych przedplonach. *Fragm. Agron.* 3(43): 35–39.
- [33] Siuta A. 1994. Plonowanie mieszanek zbożowo-strączkowych i ich wartość przedplonowa dla zbóż. Mat. z ogólnopolskiej konferencji nauk. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”. Poznań, 2 grudnia 1994: 40–44.
- [34] Siuta A., Dworakowski T., Kuźmicki J. 1998. Plony ziarna i wartość przedplonowa mieszanek zbożowo-strączkowych dla zbóż w warunkach gospodarstw ekologicznych. *Fragm. Agron.* 2(58): 53–62.
- [35] Smyk B. 1992. The soil fatigue as potential to natural environments of terrestrial ecosystems. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt. Agricult.* 55: 17–31.
- [36] Sypniewski J., Marcinkiewicz J., Marciniak J., Harasimowicz-Hermann G., Andrzejewska J., Ignaczak S. 1993. Uprawa bobiku w mieszankach ze zbożami w warunkach regionu pomorsko-kujawskiego. *Biul. Nauk. ART Olszt.* 2(12): 233–238.
- [37] Szwejkowski Z., Wanic M., Nowicki J. 1999. Mikroklimat mieszanki jęczmienia z owsem. Mat. z konf. nauk. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. Poznań 2–3 grudnia 1999, 118–119.
- [38] Vilich V. 1993. Crop rotation with pure stands and mixtures of barley and wheat to control stem and rot diseases. *Crop Protection* 12(5): 373–379.
- [39] Wanic M. 1997. Mieszanka jęczmienia jarego z owsem oraz jednogatunkowe uprawy tych zbóż w plodozmianach. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt. Agricult.* 64: 3–57.
- [40] Wesolowski M., Kwiatkowski C. 1999. Produktywność mieszanin odmian jęczmienia jarego w plodozmianie i monokulturze. *Pam. Pul.* 114: 357–363.
- [41] Wolfe M.S. 1990. Intra-crop diversification disease, yield and quality. *Monograph British Crop Protection Council.* 45: 105–114.
- [42] Wolny S. 1992. The threat of parasitic nematodes to farm crops grown in various rotations and monoculture. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt. Agricult.* 55: 103–113.
- [43] Wójcik-Wojtkowiak D., Weyman-Kaczmarkowa W., Politycka B. 1995. Allelopatia w uprawach monokulturowych zbóż. Mat. z konferencji nauk. „Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii”. Puławy, 11–12 X 1995: 93–109.
- [44] Zawiaślak K., Adamiak J., Gawrońska-Kulesza A., Pudelko J., Blecharczyk A. 1990. Plonowanie podstawowych zbóż i kukurydzy w monokulturach. W: *Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż*. Red. L. Ryszkowski, J. Karg. Wyd. Nauk. UAM w Poznaniu, 197–222.

- [45] Zawiaślak K. 1997. Regulacyjna funkcja plodozmianu wobec chwastów w agrofitycenozach zbóż. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricult.* 64: 81–99.
- [46] Ziętara W. 1999. Ekonomiczne uwarunkowania produkcji ziarna zbóż w Polsce. *Pam. Pul.* „Gospodarka zbożowa w Polsce”. Zesz. Specj. 114: 387–401.

## Mixed sowing of cereals in crop rotation

---

**Key words:** crop rotation, cereal mixtures, cereal-leguminous mixtures, mixtures of varieties, weed infestation, health, harvest

### Summary

Paper presents the issues related to the function of cereal mixtures in crop rotation on the basis of recent literature review. Three types of cereal mixtures were considered: mixtures of different cereal species, mixtures of cereals with leguminous crops and mixtures of the varieties. Collected data showed that the value of the field after growing a mixture depended on the mixture composition (species and varieties) and sowing proportion. Good production results were obtained in the case of cereals — leguminous mixtures as well as cereal mixtures where the oat was one of components. Such mixtures introduced into crop rotation break the continuity of cereals and — as a consequence — attenuate the negative effects of frequent return of cereals on given field. That results from numerous positive changes in soil environment (more abundant biological life, lower concentration of toxic phenol compounds, etc.) and plant coverage (lower infestation by weeds and pathogens developing on the leaves and attacking stalk base).

Three-variety mixtures of spring barley in following sowings gave relatively good results. However the inter-species mixtures consisting of barley and wheat as well as wheat and wheat-rye, gave definitely poor results.

*Adres do korespondencji:*  
*dr hab. Maria Wanic*  
*prof. dr hab. Janusz Nowicki*  
*Katedra Systemów Rolniczych*  
*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski*  
*pl. Łódzki 3*  
*10-718 Ol sztyń-Kortowo*  
*e-mail: mwanic@moskit.uwm.edu.pl*