

REAKCJA ZBÓŻ OZIMYCH NA UPRAWĘ W MIESZANKACH DWU I TRZYSKŁADNIKOWYCH

SZYMON CZARNOCKI, ANDRZEJ NIEMIRKA, JÓZEF STARCZEWSKI

*Katedra Ogólnej Uprawy Roli, Roślin i Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach*

kurir@uph.edu.pl

Synopsis. Badania przeprowadzono w latach 2004–2007 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie polowe założono w układzie split-plot w czterech powtórzeniach jako dwuczynnikowe. Zastosowano dwustopniowe, losowe rozmieszczenie poziomów badanych czynników, tworząc 20 kombinacji. W podblokach pierwszego rzędu znajdowały się poziomy pierwszego czynnika, którym była technologia uprawy: standardowa i intensywna. W podblokach drugiego rzędu umieszczono zboża ozime (pszenica, pszenżyto, żyto) w siewach czystych oraz mieszanki tych zbóż o zróżnicowanym składzie procentowym. Mieszanki plonowały na bardzo zbliżonym poziomie do zbóż uprawianych w siewach czystych, jedynie mieszanka 3-gatunkowa z 50% udziałem pszenicy plonowała istotnie niżej. Między poszczególnymi mieszankami nie stwierdzono jednak istotnych statystycznie różnic w wysokości plonu ziarna. Znalezienie najwłaściwszych proporcji pomiędzy poszczególnymi gatunkami zbóż ozimych w uprawie mieszanej jest nadal aktualne ze względu na brak jednoznacznej odpowiedzi w przeprowadzonych badaniach. Zarówno pszenica jak i pszenżyto okazywały się zbyt mało konkurencyjne w stosunku do żyta, które zbyt mocno dominowało w łanie

Słowa kluczowe – *key words:* mieszanki zbożowe – *mixtures of cereals*, pszenica ozima – *winter wheat*, pszenżyto ozime – *winter triticale*, żyto – *rye*

WSTĘP

Zwiększające się zapotrzebowanie na ziarno zbóż powoduje wzrost jego udziału w strukturze zasiewów oraz intensyfikację produkcji, co w konsekwencji prowadzi do spadku żyzności i produktywności gleb oraz zmniejszenia różnorodności biologicznej ekosystemów. Zboża należą do roślin, które chociaż mogą być uprawiane w krótkiej monokulturze, to zasadniczo źle znoszą powrót na to samo stanowisko. Wzrost powierzchni upraw roślin zbożowych powoduje zachwianie prawidłowego następstwa roślin w płodozmianie oraz nasilenie zachwaszczenia i innych niekorzystnych zjawisk [Parylak i in. 2006, Wanic i in. 2000].

Uprawa mieszanek zbóż charakteryzuje się szeregiem zalet, które mogą być wykorzystane we współczesnym rolnictwie. Przy uprawie mieszanek nie należy spodziewać się znaczącego wzrostu plonów. Bardziej istotne jest to, że mieszanki zapewniają większą stabilność plonowania, wolniejsze tempo rozprzestrzeniania się chorób i lepsze wykorzystanie warunków środowiskowych, stąd też mieszanki mogą stać się integralną częścią każdego systemu produkcji rolniczej [Michalski 1994, Noworolnik i in. 2008]. Główną przesłanką tej formy uprawy jest dążenie do wykorzystania biologicznych mechanizmów walki z patogenami, a tym samym ograniczenia stosowania środków chemicznych, tak istotnego w integrowanej produkcji [Teich 1994, Vilch-Meller 1992]. Należy jednak pamiętać, że plon uzyskany z upraw mieszanych nadaje się jedynie na paszę dla zwierząt.

Celem badań było porównanie plonowania wybranych gatunków zbóż ozimych uprawianych w siewach czystych i w mieszankach. Podjęto również próbę odpowiedzi na pytanie, czy siewy mieszane zbóż ozimych mogą być w niektórych przypadkach alternatywą dla siewów jednogatunkowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2004–2007 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady (52°06' N, 22°56' E) należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie założono na glebie należącej do działu gleb autogenicznych, rzędu gleb brunatno-ziemnych i typu gleby płowej. W poszczególnych sezonach wegetacyjnych mieszanki uprawiano na kompleksie żytnim dobrym, klasie bonitacyjnej IVb. Stanowiska charakteryzowały się lekko kwaśnym odczynem, bardzo wysoką zawartością fosforu oraz wysoką zawartością potasu i magnezu. Doświadczenie polowe założono w układzie split-plot w czterech powtórzeniach jako dwuczynnikowe. Zastosowano dwustopniowe, losowe rozmieszczenie poziomów badanych czynników, tworząc 20 kombinacji. W podblokach pierwszego rzędu znajdowały się poziomy pierwszego czynnika, którym była technologia uprawy: standardowa i intensywna. W technologii standardowej zastosowano 80 kg N·ha⁻¹ w dwóch dawkach. W technologii intensywnej (+50% azotu i antywylegacz) zastosowano 120 kg N·ha⁻¹ w trzech dawkach. W podblokach drugiego rzędu umieszczono zboża ozime (pszenica, pszenżyto, żyto) w siewach czystych oraz ich mieszanki o zróżnicowanym składzie procentowym. Poszczególne uprawy oznaczono w następujący sposób:

- A₁ pszenica 100%
- A₂ pszenżyto 100%
- A₃ żyto 100%
- A₄ pszenica 50%, pszenżyto 50%
- A₅ pszenica 50%, żyto 50%
- A₆ pszenżyto 50%, żyto 50%
- A₇ pszenica 33%; pszenżyto 33%, żyto 33%
- A₈ pszenica 50%, pszenżyto 25%, żyto 25%
- A₉ pszenica 25%, pszenżyto 50%, żyto 25%
- A₁₀ pszenica 25%, pszenżyto 25%, żyto 50%

Analizę wariancji przeprowadzono według stałego modelu matematycznego odpowiedniego dla układu split-plot [Trętowski i Wójcik 1991].

Przedplonem w kolejnych latach badań było pszenżyto jare. Po zbiorach przedplonu wykonano orkę siewną i bronowanie broną średnią. Przed siewem nasion zastosowano nawożenie fosforowo-potasowe w ilościach 90 kg·ha⁻¹ P₂O₅ oraz 110 kg·ha⁻¹ K₂O. Po wykonaniu nawożenia zastosowano uprawę agregatem składającym się z kultywatora oraz wału strunowego. Siew nasion wykonywano corocznie około 20 września. Do badań użyto następujących odmian: pszenica ozima – Sakwa, pszenżyto ozime – Witon, żyto ozime – Arant). Chwasty zwalczane były chemicznie poprzez zastosowanie wiosną tuż po ruszeniu wegetacji herbicydu Chisel 75 WG w dawce 60 g·ha⁻¹. Na obiektach z technologią intensywną w fazie drugiego kolanka dodatkowo stosowano antywylegacz Terpal C 460 SL w ilości 2,0 l·ha⁻¹.

Każdy z badanych sezonów wegetacyjnych charakteryzował się dość zróżnicowanymi warunkami do wzrostu i rozwoju zbóż ozimych. Najbardziej znaczące anomalia obserwowano w warunkach termicznych w okresie jesienno-zimowym (tab. 1). Zbyt długi brak odpowiednich warunków termicznych w trzecim roku badań ograniczył możliwość przejścia przez rośliny procesu jarowizacji.

Tabela 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza (°C) w okresie jesienno-zimowym
 Table 1. Average monthly air temperatures (°C) in autumn-winter period

| Miesiące Months | Sezony wegetacyjne Growing season | | | Średnia z lat 1990–2003 Means from 1990–2003 |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|---|
| | 2004/2005 | 2005/2006 | 2006/2007 | |
| IX | 13,0 | 15,0 | 15,4 | 12,9 |
| X | 9,4 | 8,5 | 9,9 | 7,9 |
| XI | 3,1 | 2,7 | 5,0 | 2,6 |
| XII | 1,2 | -0,9 | 3,2 | -2,3 |
| I | 0,3 | -7,7 | 2,6 | -1,5 |
| II | -4,0 | -4,7 | -2,4 | -0,6 |
| III | -0,7 | -1,7 | 6,3 | 2,7 |

Warunki wegetacji wiosenno-letniej przedstawiono z wykorzystaniem współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (tab. 2). Współczynnik Sielianinowa o wartości $K < 0,5$ oznacza silną posuchę, wartość K od 0,6 do 0,9 określa posuchę, $K = 1$ rok normalny oraz $K > 1$ oznacza rok wilgotny [Bac i in. 1998]. Najbardziej równomierny rozkład opadów i temperatur w drugim roku badań, w połączeniu z odpowiednią pokrywą śnieżną w okresie zimy, przyczyniły się do stworzenia najlepszych warunków do wzrostu i rozwoju roślin, a w konsekwencji do plonowania.

Tabela 2. Wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa w okresie wiosenno-letnim w poszczególnych sezonach wegetacyjnych
 Table 2. Values of the Sielianinov hydrothermal coefficient in the spring-summer months of the vegetation period

| Sezon wegetacyjny Growing season | Miesiące – Months | | | | | Dla okresu wiosenno-letniego For spring-summer period |
|-------------------------------------|-------------------|------|------|------|------|--|
| | IV | V | VI | VII | VIII | |
| 2004/2005 | 0,47 | 1,60 | 0,92 | 1,38 | 0,83 | 1,04 |
| 2005/2006 | 1,18 | 0,93 | 0,46 | 0,23 | 4,08 | 1,38 |
| 2006/2007 | 0,82 | 1,31 | 1,08 | 1,20 | 0,53 | 0,99 |

WYNIKI I DYSKUSJA

Badania wykazały istotny wpływ warunków panujących w kolejnych sezonach wegetacyjnych, składu mieszanek oraz technologii uprawy na plon ziarna. Potwierdziły one również interakcję warunków w poszczególnych latach zarówno z rodzajem mieszanki jak i technologią uprawy.

Istotnie najwyższy plon ziarna (tab. 3) uzyskano w 2006 roku, istotnie niższy w 2005 roku a istotnie najniższy w 2007 roku. W sezonie wegetacyjnym 2005/2006, pomimo niższej sumy opadów, rozkład ich był zdecydowanie najkorzystniejszy. Również niskie temperatury w okresie zimy nie pozwoliły na odpływ wody pozimowej w okresie kiedy rośliny nie rozpoczęły wegetacji.

Tabela 3. Plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) w zależności od rodzaju mieszanki (M) w latach 2005–2007 (L)
Table 3. Grain yield ($t \cdot ha^{-1}$) according to mixtures species composition (M) in 2005–2007 (L)

| Obiekt <i>Treatments</i> | Rok – Year | | | Średnio <i>Means</i> |
|-----------------------------|------------|------|------|-------------------------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | |
| A1 | 4,33 | 7,45 | 2,95 | 4,91 |
| A2 | 5,08 | 7,00 | 2,92 | 5,00 |
| A3 | 3,62 | 7,43 | 3,87 | 4,97 |
| A4 | 4,44 | 6,99 | 2,84 | 4,76 |
| A5 | 3,46 | 5,84 | 3,90 | 4,40 |
| A6 | 3,65 | 6,70 | 3,77 | 4,70 |
| A7 | 3,73 | 6,33 | 3,71 | 4,59 |
| A8 | 4,14 | 5,58 | 3,31 | 4,34 |
| A9 | 3,50 | 6,70 | 3,32 | 4,51 |
| A10 | 3,94 | 5,78 | 3,83 | 4,52 |
| Średnio <i>Means</i> | 3,99 | 6,58 | 3,44 | – |

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: L – 0,27; M – 0,65; LxM – 1,18

Wykazano, że pszenżyto uprawiane w siewie czystym (A2), plonowało istotnie wyżej niż 3-gatunkowa mieszanka z 50% udziałem pszenicy (A8). Wynika to z faktu, iż pszenica nie sprostała konkurencji, szczególnie żyta, a mały udział zarówno żyta jak i pszenżyta w ilości wysiewu nie pozwolił na zrekompensowanie zaistniałych strat. W badaniach Oleksego i Szmigła [2005] wszystkie mieszanki pszenicy i pszenżyta przewyższały poziomem plonowania pszenicę uprawianą w siewie czystym.

W siewach czystych, mieszankach 2-gatunkowych i 3-gatunkowych, w pierwszych dwóch latach badań plon ziarna wykazywał istotne różnice. W pierwszym roku pszenżyto w siewie czystym plonowało istotnie wyżej niż żyto w siewie czystym, 2-gatunkowe mieszanki pszenicy z żytem i pszenżyta z żytem oraz 3-gatunkowe mieszanki o równym udziale wszystkich komponentów w ilości wysiewu i z 50%-owym udziałem pszenżyta. W drugim roku mieszanki trzech gatunków zbóż zarówno z 50% udziałem pszenicy jak i 50%-owym udziałem żyta plonowały istotnie niżej niż zboża uprawiane w siewach czystych oraz mieszanka pszenicy i pszenżyta. Wykazano również, że mieszanka pszenicy i żyta plonowała istotnie niżej niż te dwa gatunki uprawiane w siewie czystym. W trzecim roku plon zarówno dla siewów czystych, jak i mieszanych 2- i 3-gatunkowych nie różnił się istotnie. Obserwowano natomiast, że siewy mieszane dawały na ogół o kilka $dt \cdot ha^{-1}$ ziarna więcej. Potwierdza to celowość uprawy mie-

szanek zbożowych, zwłaszcza w latach o mniej korzystnych warunkach. Również w innych badaniach [Michalski 1994, Wanic i in. 2000] w takich latach mieszanki plonowały wyżej niż rośliny uprawiane w siewach czystych, stąd twierdzenie, że przy uprawie mieszanek nie należy spodziewać się znaczącego wzrostu plonów, a bardziej istotna jest stabilność plonowania.

Rodzaj zastosowanej technologii miał istotny wpływ na plon ziarna. Przy zastosowaniu technologii intensywnej (tab. 4) plon był istotnie wyższy niż przy technologii standardowej. Zarówno przy technologii standardowej jak i intensywnej, najwyższy plon uzyskano w 2006 roku niższy w 2005 roku i najniższy w 2007 roku. W 2006 roku różnica między plonem ziarna przy zastosowanych technologiach była istotna, natomiast w 2005 i 2007 roku plon ziarna przy technologii standardowej i intensywnej nie różnił się istotnie. Potwierdza to brak wpływu poziomu intensywności technologii produkcji w skrajnych warunkach pogodowych (2007 rok). Niektóre elementy agrotechniki zamiast zwiększyć plon mogły go ograniczyć.

Tabela 4. Plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) w zależności od przyjętej technologii uprawy (T) w latach 2005–2007 (L)

Table 4. Grain yield ($t \cdot ha^{-1}$) according to cultivation system (T) in 2005–2007 (L)

| Technologia <i>Technology</i> | Rok – Year | | | Średnio <i>Mean</i> |
|------------------------------------|------------|------|------|------------------------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | |
| Standardowa <i>Conventional</i> | 3,82 | 6,05 | 3,33 | 4,40 |
| Intensywna <i>Intensive</i> | 4,15 | 7,11 | 3,56 | 4,94 |

$NIR_{0,05} - LSD_{0,05}: T - 0,18; L \times T - 0,38$

Znalezienie najwłaściwszych proporcji pomiędzy poszczególnymi gatunkami zbóż ozimych w uprawie mieszanej jest nadal aktualne ze względu na brak jednoznacznej odpowiedzi w przeprowadzonych badaniach. Zarówno pszenica jak i pszenżyto okazały się zbyt mało konkurencyjne w stosunku do żyta, które dominowało w łanie. Stąd niezmiernie ważnym staje się dobór odpowiednich odmian poszczególnych gatunków, zarówno pod względem morfologicznym i rozwojowym jak i komplementarności w stosunku do stresów abiotycznych i biotycznych [Gacek i in. 2007, Rudnicki 1994]. Noworolnik [2008] podkreśla, że przewaga jednego gatunku, w zależności od warunków siedliskowych może wpływać zarówno dodatnio jak i ujemnie. Nie do końca poznane są też oddziaływania allelopatyczne pomiędzy poszczególnymi gatunkami [Vilch-Meller 1992].

Potencjalnymi korzyściami wynikającymi z uprawy zbóż w mieszankach oprócz wspomnianych są również: wyższa odporność na wyleganie, większa zdrowotność związana z mniejszą podatnością na porażenie przez choroby i szkodniki oraz większa konkurencyjność w stosunku do chwastów zachęcają do dalszych badań w tym kierunku [Kuś i Filipiak 2000, Parylak i in. 2006, Rudnicki 1999, Teich 1994, Sulewska i Michalski 2007].

WNIOSKI

1. Mieszanki plonowały na bardzo zbliżonym poziomie do zbóż uprawianych w siewach czystych, jedynie mieszanka 3-gatunkowa z 50% udziałem pszenicy plonowała istotnie niżej.

2. Bardzo duże rozbieżności między wynikami uzyskanymi w poszczególnych latach, potwierdzają decydujący wpływ warunków pogodowych na plonowanie mieszanek. O ile w korzystnych warunkach mieszanki plonowały niżej, to w sezonie w którym uzyskano najniższy średni plon okazało się, że to siewy mieszane dawały najwyższy plon.
3. Uzyskane wyniki nie dają jednoznacznej odpowiedzi na pytanie co do najlepszego doboru komponentów. Mieszanka z równym udziałem pszenicy i pszenżyta, która w dwóch pierwszych latach plonowała najwyżej wśród pozostałych najmniej korzystnie wypadła w trzecim roku badań.

PIŚMIENNICTWO

- Bac S., Koźmiński C., Rojek M. 1998. Agrometeorologia. PWN Warszawa: ss. 250.
- Gacek E., Czembor H. J., Nadziak J. 1997. Zastosowanie mieszanin odmian do poprawy zdrowotności oraz wysokości plonowania pszenicy ozimej. Biul. IHAR 201: 81–93.
- Kuś J., Filipiak K. 2000. Regionalne zróżnicowanie uprawy jarych mieszanek zbożowych. Roczn. AR Poznań 325, Rol. 58: 59–66.
- Michalski T. 1994. Agrotechniczne aspekty uprawy mieszanek w świetle literatury. Mat. Konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”. AR Poznań, 2 grudnia 1994: 65–74.
- Noworolnik K. 2008. Wpływ terminu siewu i udziału komponentów w mieszankach jęczmienia z pszenicą na strukturę plonu i zawartość białka w ziarnie. *Fragm. Agron.* 25(1): 270–277.
- Noworolnik K., Leszczyńska D., Brzóska F. 2008. Uprawa i wykorzystanie jarych mieszanek zbożowych na paszę. IUNG-PIB. Instrukcja upowszechnieniowa, 144: ss. 56.
- Oleksy A., Szmigiel A. 2005. Wielkość i struktura plonu mieszanek pszenżyta z pszenicą ozimą w zależności od udziału komponentów. Biul. IHAR 236: 65–74.
- Parylak D., Zawieja J., Jędruszczak M., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Dąbkowska T., Snarska K. 2006. Wykorzystanie zasiewów mieszanych, właściwości odmian lub zjawiska allelopatii w ograniczeniu zachwaszczenia. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 46(1): 33–44.
- Rudnicki F. 1994. Biologiczne aspekty uprawy zbóż w mieszankach. Mat. Konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”. AR Poznań, 2 grudnia 1994: 7–15.
- Rudnicki F. 1999. Środowiskowe uwarunkowania uprawy mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych. Mat. Konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy zbóż w mieszankach”. AR Poznań, 2-3 grudnia 1999: 28–38.
- Sulewska H., Michalski T. 2007. Dynamika zmian w powierzchni zasiewów i plonowaniu mieszanek zbożowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 516: 217–227.
- Teich A. H. 1994. Disease control in wheat using ecological principles. *Genet. Pol.* 35 B:127–135.
- Trętowski J., Wójcik A.R. 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. Wyd. WSRP Siedlce: ss. 538.
- Vilch-Meller V.V. 1992. Mixed cropping of cereals of suppress plant diseases and omit pesticides applications. *Biol. Agric. Hort. Int. J.* 8(4): 299–308.
- Wanic M., Nowicki J., Kurowski T.P. 2000. Regeneracja stanowisk w płodozmianach zbożowych przez stosowanie siewów mieszanych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 470: 137–143.

SZ. CZARNOCKI, A. NIEMIRKA, J. STARCZEWSKI

RESPONSE OF WINTER CEREALS GROWN IN MIXED TWO AND THREE-COMPONENT**Summary**

The research was conducted from 2004 to 2007 at the Zawady Agricultural Experimental Station belonging to the Siedlce University of Natural Sciences and Humanities. The field experiment was established in a split-plot system with four replications as a two-factor experiment. A two-staged random distribution of the factor levels was applied and 20 combinations were created. In the second row of sub-blocks there were winter cereals (wheat, triticale, rye) located, in pure and mixed sowing of cereals in diverse percentage composition. The mixtures yielded at a very similar level to the cereals of pure sowing, only a mixture of 3-species with a 50% share of wheat yielded significantly lower. However, there were no statistically significant differences in grain yield between the different mixtures. It is still possible to find the most appropriate balance between the different species of winter cereals in mixed cultivation because of the lack of the unequivocal answer in this research. Both wheat and triticale proved to be weak competitors to rye, which dominated too strongly in the cornfield.