

PLONOWANIE I JAKOŚĆ ZIARNA PSZENICY TWARDEJ (*TRITICUM DURUM* DESF.) W ZALEŻNOŚCI OD JEJ UDZIAŁU W ZMIANOWANIU

Andrzej Woźniak, Michał Staniszewski

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza
ul Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: andrzej.wozniak@ar.lublin.pl

Streszczenie. Ścisłe doświadczenie polowe z różnym udziałem pszenicy twardej w zmianowaniu prowadzono w gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk w latach 2003-2005. Eksperyment założono metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach, na glebie zaliczanej do kompleksu żyt-niego bardzo dobrego. Celem badań była ocena plonowania i jakości technologicznej ziarna pszenicy twardej pochodzącego ze zmianowań o różnicowanym jej udziale w strukturze zasiewów: A (25% pszenicy), B (50% pszenicy), C (75% pszenicy) oraz D (100% pszenicy). Wykazano, że pszenica twarda (linia LGR 896/23) w zmianowaniu D (100% pszenicy) plonowała o ponad 24% niżej niż w zmianowaniach A (25% pszenicy) i B (50% pszenicy) oraz o 19,8% w stosunku do zmianowania C (75% pszenicy). Zróżnicowany udział pszenicy w zmianowaniu wpływał także na wyróżniki jakości ziarna. Ziarno pochodzące ze zmianowania A (25% pszenicy) odznaczało się większą zawartością białka i glutenu mokrego oraz wyższą wartością wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego, w stosunku do ziarna z pozostałych zmianowań.

Słowa kluczowe: pszenica twarda, plon, jakość technologiczna ziarna, zmianowanie.

WSTĘP

W przemyśle makaronowym za najlepszy surowiec uważa się semolinę uzyskaną z przemiału ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). W porównaniu z pszenicą zwyczajną charakteryzuje się ona wyższą zawartością białka ogółem i glutenu mokrego, jaśniejszą i cieńszą okrywą, a także większą szklistością i zawartością barwników (Ciołek i Makarska 2004, Makowska i Obuchowski 2004, Rachoń 1997, Rachoń i Kulpa 2004).

W warunkach agroklimatycznych Polski pszenica twarda plonuje niżej niż pszenica zwyczajna, mimo to wysoka cena ziarna skłania do podjęcia prac hodowlanych i agrotechnicznych nad uprawą tego gatunku (Rachoń i in. 2002,

Szwed-Urbaś i Segit 2004). Przemawia za tym również jakość ziarna, która jest odpowiednia dla przemysłu makaronowego i porównywalna z odmianami importowanymi (Rachoń 1997).

Plon i jakość technologiczna ziarna pszenicy zależą od właściwości genetycznych, elementów siedliska oraz stosowanych zabiegów agrotechnicznych (Borkowska i in. 2002, Szwed-Urbaś i Segit 2004, Woźniak 2003, Woźniak 2005). Z czynników agrotechnicznych szczególną rolę przypisuje się nawożeniu azotem, które bezpośrednio wpływa na ilość białka i glutenu mokrego w ziarnie oraz wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (Borkowska i in. 2002, Ciołek i Makarska 2004, Rachoń i in. 2002, Woźniak 2006). Z badań Gontarza (2006) oraz Woźniaka (2003, 2005) wynika, że na wartość wyróżników jakości ziarna pszenicy duży wpływ ma również przedplon, a także udział pszenicy w strukturze płodozmianu.

Celem prowadzonych badań była ocena wpływu zróżnicowanego udziału pszenicy twardej (linii LGR 896/23 wyselekcjonowanej w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie) w zmianowaniu na plon ziarna i jego jakość technologiczną.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2003-2005, w ścisłym doświadczeniu polowym prowadzonym w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk, badano wpływ udziału pszenicy twardej w zmianowaniu na plon i jakość technologiczną ziarna. Gleba pod doświadczeniem była rędziną mieszaną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczoną do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Doświadczenie prowadzono metodą losowanych bloków, w 4 powtórzeniach, o powierzchni poletek do zbioru 10 m².

Czynnikami doświadczenia były zmianowania z różnym udziałem pszenicy twardej:

- A – 25% pszenicy twardej (ziemniak – owies siewny – groch siewny – pszenica),
- B – 50% pszenicy twardej (ziemniak – pszenica – groch siewny – pszenica),
- C – 75% pszenicy twardej (ziemniak – pszenica – pszenica – pszenica)
- D – 100% pszenicy twardej (monokultura).

Uprawa roli pod pszenicę twardą była typowa dla systemu płuznego. Siew pszenicy twardej (linia LGR 896/23) przeprowadzono w każdym roku w pierwszej dekadzie kwietnia, gęstość siewu wynosiła 450 nasion na 1 m². Nawozy fosforowe (34,0 kg P·ha⁻¹) i potasowe (83,0 kg K·ha⁻¹) stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej.

Nawożenie azotem pszenicy twardej wynosiło 140 kg·ha⁻¹ i przeprowadzono je w trzech terminach: przed siewem (60 kg·ha⁻¹), w fazie strzelania w źdźbło (40 kg·ha⁻¹) oraz w fazie kłoszenia (40 kg·ha⁻¹). Zabiegi pielęgnacyjne polegały na chemicznym niszczeniu chwastów oraz chemicznej ochronie przed chorobami, szkodnikami i wy-

leganiem. Do niszczenia chwastów użyto herbicydów Puma Super 069 EW i Aminopielik M 450 ($1+3 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) w fazie krzewienia pszenicy. Do ochrony przed wyleganiem zastosowano na początku strzelania w źdźbło Cycocel 460 SL w ilości $1,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Przeciw chorobom podsuszkowym wykorzystano Alert 375 SC – $1,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, zaś przeciw chorobom liści i kłosa, w fazie kłoszenia Tilt CB 37,5 WP – $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Oceniano cechy wynikowe: plon ziarna i elementy jego struktury, wyróżniki jakości: zawartość białka ogółem i glutenu mokrego (%), wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml), wyrównanie ziarna (%), gęstość ziarna ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$), liczbę opadania (s) oraz zawartość popiołu całkowitego (%). Oznaczenie zawartości białka, glutenu oraz wskaźnik sedymentacji wykonano metodą NIR (bliskiej podczerwieni) na urządzeniu Inframatic 8100, gęstość ziarna zgodnie z normą PN-73R-74007, wyrównanie ziarna BN-69/9131-02, liczbę opadania PN-ISO3093, natomiast popiół całkowity PN-76R-64795. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, metodą analizy wariancji, a stwierdzone różnice szacowano testem Tukeya na poziomi istotności $p = 0,05$.

Przebieg warunków agroklimatycznych w latach badań przedstawiono w tabeli 1. Z analizy danych wynika, że niedobory opadów dla pszenicy jarej wystąpiły w kwietniu i czerwcu 2003 r. oraz w kwietniu, maju i czerwcu 2004 r. Z kolei nadmiar opadów wystąpił w maju 2003 r. i 2005 r. oraz w lipcu 2004 r. W zakresie średnich temperatur powietrza w okresie od siewu do zbioru pszenicy wyższe wartości średnio o $0,9^{\circ}\text{C}$ wystąpiły w 2003 r. w stosunku do 2004 r. i o $1,1^{\circ}\text{C}$ w porównaniu z 2005 r.

Tabela 1. Przebieg warunków agroklimatycznych w latach 2003-2005 w GD Uhrusk
Table 1. Agroclimatic conditions in 2003-2005 at Uhrusk Experimental Station

Lata – Years	Miesiące – Months					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
Opady – Rainfall (mm)						
2003	25,0	32,6	95,6	35,0	71,8	58,8
2004	33,9	38,1	38,0	49,9	90,5	48,5
2005	23,4	44,6	99,8	70,6	57,6	126,8
Średnio z 45 lat Mean from 45 years	25,4	39,1	57,2	65,9	73,6	71,1
Temperatura – Temperature ($^{\circ}\text{C}$)						
2003	1,5	6,8	16,0	17,4	20,1	18,5
2004	2,8	7,9	11,9	15,8	18,1	18,3
2005	-1,0	8,7	13,1	15,8	19,9	17,0
Średnio z 45 lat Mean from 45 years	1,1	7,4	13,0	16,4	17,9	17,2

WYNIKI

Plon ziarna pszenicy twardej istotnie zależał od jej udziału w zmianowaniu (tab. 2). W zmianowaniach A, B i C plon ziarna zawierał się w przedziale od 3,73 do 3,95 t·ha⁻¹ i był istotnie wyższy o 19,8-4,3% niż w zmianowaniu D. Przyczyną tej obniżki była istotnie mniejsza niż w pozostałych zmianowaniach obsada kłosów o 63-60 szt·m⁻², mniejsza liczba i masa ziaren z kłosa odpowiednio o 11,9-8,7% i 11,7-14,3% oraz niższa o 3,8% masa 1000 ziaren (tab. 2).

Tabela 2. Plon ziarna i elementy struktury plonu pszenicy twardej w zależności od zmianowania (średnio z lat 2003-2005)

Table 2. Yield of grain and elements of yield structure of durum wheat depending on crop rotations (mean from 2003-2005)

Zmianowanie – udział pszenicy Crop rotation of wheat (%)	Plon ziarna Yield of grain (t·ha ⁻¹)	Liczba kłosów szt·m ⁻² Number of heads (unit·m ⁻²)	Liczba ziaren w kłosie Number of grains in head	Masa ziarna z kłosa Mass of grain per head (g)	MTZ WTG (g)
A – 25	3,95 a*	452 a	29,9 a	1,03 a	44,7 a
B – 50	3,94 a	392 b	27,6 b	1,05 a	44,2 ab
C – 75	3,73 a	355 b	28,2 a	1,02 a	43,7 ab
D – 100	2,99 b	292 c	24,3 c	0,90 b	43,0 b
Średnio Mean	3,65	373	27,5	1,00	43,9

*Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05) – Means followed by same letters are not significant at p = 0.05.

Zróznicowany udział pszenicy twardej w zmianowaniu wpływał również na wyróżniki jakości ziarna (tab. 3). Najwięcej białka ogółem stwierdzono w ziarnie zebranym w zmianowaniu A – średnio 15,0%, natomiast istotnie mniej o 0,9-1,0% w zmianowaniach C i D. Analogicznie kształtowała się zawartość glutenu mokrego w ziarnie. W zmianowaniu A wynosiła ona 35,9% i była istotnie wyższa o 2,1-3,7% niż w pozostałych zmianowaniach.

Wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego wynosiła w zmianowaniu A 58,3 ml i była istotnie większa odpowiednio o 9,4; 20,6 i 30,2% niż w zmianowaniach B, C i D. Również wyrównanie ziarna zależało od udziału pszenicy w zmianowaniu. Gorszym wyrównaniem cechowało się ziarno pochodzące ze zmianowania D niż z pozostałych obiektów (tab. 3).

Gęstość ziarna pszenicy twardej wynosiła od 75,8 do 77,1 kg·hl⁻¹, lecz cecha ta kształtowała się niezależnie od udziału pszenicy w zmianowaniu (tab. 4). Podobnie liczba opadania nie zależała od udziału pszenicy w zmianowaniu i wahała

się od 324 do 337 s. Zawartość popiołu całkowitego była istotnie mniejsza w ziarnie pochodzącym ze zmianowania C, w porównaniu z ziarnem uzyskanym z pozostałych zmianowań.

Tabela 3. Wyróżniki jakości ziarna pszenicy twardej w zależności od zmianowania (średnio z lat 2003-2005)

Table 3. Quality of grains of durum wheat depending on crop rotations (mean from 2003-2005)

Zmianowanie – udział pszenicy Crop rotation of wheat (%)	Białko ogółem Total protein (%)	Gluten mokry Wet gluten (%)	Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego Sedimentation value (ml)	Wyrównanie ziarna Grain uniformity (%)
A – 25	15,0 a*	35,9 a	58,3 a	85,2 a
B – 50	14,4 ab	33,8 b	52,8 b	83,9 a
C – 75	14,1 b	32,7 b	46,3 c	83,2 a
D – 100	14,0 b	32,2 b	40,7 d	79,8 b
Średnio Mean	14,4	33,6	49,5	83,0

*Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05) – Means followed by same letters are not significant at p = 0.05.

Tabela 4. Gęstość i wyrównanie ziarna oraz zawartość popiołu całkowitego w ziarnie pszenicy twardej (średnio z lat 2003-2005)

Table 4. Test weight, falling number and ash content of durum wheat depending on crop rotations (mean from 2003-2005)

Zmianowanie – udział pszenicy Crop rotation of wheat (%)	Gęstość ziarna Test weight (kg·hl ⁻¹)	Liczba opadania Falling number (s)	Popiół całkowity Total ash (%)
A – 25	76,9 a*	324 a	1,76 b
B – 50	77,1 a	337 a	1,76 b
C – 75	75,8 a	328 a	1,69 a
D – 100	76,2 a	326 a	1,75 b
Średnio Mean	76,5	329	1,74

*Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05) – Means followed by same letters are not significant at p = 0.05.

PODSUMOWANIE I DYSKUSJA

Reakcja różnych gatunków zbóż na ich udział w zmianowaniu była już przedmiotem wielu publikacji i rozpraw naukowych. Znacznie mniej informacji dotyczy pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.), ponieważ gatunek ten nie jest uprawiany w kraju i nie ma zarejestrowanych jego odmian. Niemniej prowadzone w kraju badania nad hodowlą i agrotechniką tej rośliny wskazują na możliwość uzyskania wysokich plonów ziarna o parametrach technologicznych odpowiednich dla przemysłu makaronowego (Gontarz 2006, Rachoń 1997, Szwed-Urbaś i Segit 2004, Woźniak 2006).

Pszenica twarda najwyżej plonowała w zmianowaniach z 25, 50 i 75% udziałem tego zboża w strukturze zasiewów. Istotnie niższe plony o 19,8–24,3% stwierdzono dopiero w zmianowaniu ze 100% udziałem tej rośliny. Również w badaniach prowadzonych przez Gontarza (2006) pszenica twarda wysiewana 3-krotnie po sobie plonowała niżej o 20,4–23,6% niżej niż po grochu i ziemniaku. Przyczyną obniżki plonu był spadek liczby kłosów (szt. \cdot m⁻²), liczby ziaren w kłosie oraz masy ziarna z kłosa. Jak podaje Woźniak i in. (2005) i Gontarz (2006) powodem spadku plonu może być także mniejsza powierzchnia liściowa (LAI) wytworzona przez pszenicę, gdyż jak wykazano cechy te są dodatnio skorelowane.

Rosnący udział pszenicy twardej w zmianowaniu sukcesywnie obniżał wartość niektórych wyróżników technologicznych ziarna. W zmianowaniu D istotnemu zmniejszeniu uległa zawartość białka i glutenu mokrego w ziarnie, wartość wskaźnika sedymentacji oraz wyrównanie ziarna, w stosunku do zmianowania A. Cechami, które zależały od zmianowania były gęstość ziarna i liczba opadania. W badaniach Gontarza (2006) kilkakrotny wysiew pszenicy twardej po sobie istotnie obniżał wyrównanie i gęstość ziarna oraz wartość wskaźnika sedymentacji, w stosunku do przedplonów niezbożowych. Z literatury przedmiotu (Borkowska i in. 2002, Ciołek i Makarska 2004, Rachoń i in. 2002, Woźniak i in. 2005) wynika, że na jakość ziarna wpływa również nawożenie azotem i chemiczna ochrona roślin. Wysokie dawki azotu w przypadku niektórych odmian zwiększają zawartość glutenu i poprawiają jego jakość, natomiast u innych przeciwnie – obniżają. Uważa się, że jest to wynikiem związków między odmianami a warunkami agroklimatycznymi i agrotechnicznymi, które wpływają na cechy fizyczne ziarna i różnicują jego skład chemiczny.

WNIOSKI

1. Plon ziarna pszenicy twardej (linii LGR 896/23) zależał od jej udziału w zmianowaniu. Istotnie niżej o 19,8–24,3% plonowała pszenica twarda w zmianowaniu D niż w pozostałych zmianowaniach z 25–75% udziałem w strukturze zasiewów.

2. Zróżnicowany udział pszenicy twardej w zmianowaniu wpływał na wyróżniki jakości ziarna. Największą zawartość białka ogółem i glutenu mokrego oraz wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego stwierdzono w ziarnie pochodzącym ze zmianowania A, w odniesieniu do zmianowań B, C i D. Istotnie mniejszą zawartość popiołu całkowitego stwierdzono w ziarnie zebranym w zmianowaniu C, w stosunku do pozostałych obiektów.

PIŚMIENNICTWO

- Borkowska H., Grundas S., Styk B., 2002. Wysokość i jakość plonów niektórych odmian pszenicy jarej w zależności od nawożenia azotowego. *Ann. UMCS, E*, 57, 99-103.
- Ciołek A. Makarska E., 2004. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i ochrony chemicznej na wybrane parametry jakościowe ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Annales UMCS, E*, 59, 777-784.
- Gontarz D., 2006. Plonowanie i jakość technologiczna ziarna pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od przedplonu i poziomu agrotechniki. Praca doktorska. AR Lublin.
- Makowska A. Obuchowski W., 2004. Współczesne metody immunochemiczne umożliwiające określenie gatunku pszenicy *Triticum aestivum* i *Triticum durum*. *Pam. Puł.* 135, 171-179.
- Rachoń L., 1997. Plonowanie i jakość niektórych odmian pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Biul. IHAR*, 204, 141-144.
- Rachoń L., Szwed-Urbaś K., Segit Z., 2002. Plonowanie nowych linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu nawożenia azotem i ochrony roślin. *Annales UMCS, E*, 57, 71-76.
- Rachoń L., Kulpa D., 2004. Ocena przydatności ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) do produkcji pieczywa. *Annales UMCS, E*, 59, 995-1000.
- Szwed-Urbaś K., Segit, Z., 2004. Charakterystyka wybranych cech ilościowych u mieszańców pszenicy twardej. *Annales UMCS, E*, 59, 101-113.
- Woźniak A., 2003. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna. *Biul. IHAR*, 228, 41-50.
- Woźniak A., 2005. Wpływ przedplonów na plon i jakość technologiczną ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Annales UMCS, E*, 60, 103-112.
- Woźniak A., 2006. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu agrotechniki. *Acta Agrophysica*, 8 (3), 755-763.
- Woźniak A., Gontarz D., Staniszewski M., 2005. Wpływ zmianowania na plonowanie i wartość wskaźnika LAI pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Biul. IHAR*, 237/238, 13-21.

YIELD AND GRAIN QUALITY OF HARD WHEAT
(*TRITICUM DURUM* DESF.) DEPENDING ON CROP ROTATION

Andrzej Woźniak, Michał Staniszewski

Department of Soil and Plant Cultivation, Agricultural University
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: andrzej.wozniak@ar.lublin.pl

Abstract. An experiment with crop rotation systems for hard wheat (*Triticum durum* Desf.) was conducted at the Agricultural Experimental Station of Uhrusk in the years 2003-2005. It was set up in the split-plots design with four repetitions, on plots of 10 m². The grey-brown rendzina soil, formed from light loam, weak sandy, was classified into the very good rye-type soil utility complex. The experiment concerned four crop rotations with varying proportions of hard wheat (25, 50, 75, 100%). The grain yield of hard wheat was affected by weather conditions in the years of the studies and by the rotation system. Hard wheat cultivation in monoculture decreased the grain yield by 19.8-24.3% in relation to the crop rotations with 25-75% of wheat. Cultivation of hard wheat in monoculture decreased the content of total protein in grain, wet gluten, sedimentation value and grain uniformity in relation to the crop rotations with 25-75% of wheat.

Key words: hard wheat, yield, quality of grains, crop rotation