



Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy  
Instytut Badawczy, ul. Czarторыskich 8, 24-100 Puławy, Polska  
\* e-mail: mrozewicz@iung.pulawy.pl

MARCIN RÓŻEWICZ , JERZY GRABIŃSKI , MARTA WYZIŃSKA 

## Wpływ metody strip-till na plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od odmiany i zakresu uprawy poźniwej Część II. Jakość ziarna

---

Effect of the strip-till method on the yield and quality of winter wheat grain  
depending on the cultivar and scope of post-harvest cultivation.  
Part II. Grain quality

**Streszczenie.** Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu uprawy pasowej na jakość ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zakresu uprawy roli stosowanej w okresie poźniwym. Czynnikiem pierwszym był sposób uprawy roli: płużny – orka siewna średnio głęboka + uprawa pasowa połączona z siewem pszenicy (UO); uproszczony – zruszenie ścierni agregatem talerzowym + uprawa pasowa połączona z siewem pszenicy (UU); zerowy – uprawa pasowa zmulczowanej ścierni połączona z siewem pszenicy (UZ). Czynnikiem drugim były 3 odmiany pszenicy ozimej: Formacja, Metronom i Desamo. Doświadczenie założono metodą split-block, w 4 powtórzeniach. Reakcja odmian na stosowane metody uprawy roli była na ogół podobna – różnice istotne stwierdzono tylko w przypadku liczby opadania. Zakres zabiegów uprawowych poprzedzających siew pszenicy metodą strip-till nie miał istotnego wpływu na badane cechy jakościowe poza masą tysiąca ziaren oraz wskaźnikiem sedymentacji. Istotnie większą wartość MTZ uzyskano w przypadku zastosowania metody strip-till po orce. Natomiast istotnie większą wartość wskaźnika sedymentacji – po zastosowaniu metody strip-till bez uprzedniej uprawy poźniwej.

**Słowa kluczowe:** uprawa pasowa, uprawa poźniwna, pszenica ozima, odmiany, jakość ziarna

---

Różewicz M., Grabiński J., Wyzńska M., 2023. Wpływ metody strip-till na plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od odmiany i zakresu uprawy poźniwej. Część II. Jakość ziarna. *Agron. Sci* 78(1), 29–40.

## WSTĘP

Światowy areal uprawy i skala produkcji ziarna pszenicy, szacowana w 2022 r. na 779 mln ton, plasuje pszenicę na drugim miejscu pod względem skali produkcji wśród zbóż [Wheat Production Volume Worldwide 2021]. Duża skala produkcji światowej powodowana jest szerokim wykorzystaniem spożywczym ziarna oraz zdolnością do dostosowywania się pszenicy do różnych warunków klimatycznych i glebowych. Szerokie rozpowszechnienie uprawy pszenicy sprawia, że jest ona zbożem będącym podstawą wyżywienia 2,5 miliarda ludzi w 89 krajach świata [wheat.org]. W Unii Europejskiej udział pszenicy w strukturze produkcji ziarna zbóż wynosi blisko 46%. Jest to gatunek ważny również w Polsce, bowiem zajmuje pierwsze miejsce pod względem udziału w strukturze zasiewów (28%). Duży areal i wyższa cena uzyskiwana za ziarno konsumpcyjne sprawiają, że dla dużej liczby gospodarstw sprzedaż ziarna pszenicy jest jednym z najważniejszych źródeł dochodu. W przypadku pszenicy konsumpcyjnej bardzo ważnym wyznacznikiem wyższego dochodu jest nie tylko plon ziarna, ale także jego jakość określona wymogami przemysłu młynarskiego i piekarskiego. Dotychczasowe badania wskazują, że jednym z najważniejszych czynników, mających duży wpływ na jakość ziarna, o których zdecydować może rolnik, jest wybór odmiany [Murawska i in. 2014, Knapowski i in. 2015]. W katalogu Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych wpisane są obecnie 133 odmiany, ale we Wspólnotowym Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA) jest ich znacznie więcej i każda z nich może być przedmiotem wyboru producenta. Wykorzystanie potencjału produkcyjnego danej odmiany jest możliwe w odpowiednich dla niej warunkach klimatyczno-glebowych, a ponadto w warunkach właściwej dla niej agrotechniki. Jak wynika z licznych badań, praktycznie wszystkie elementy agrotechniki mogą mieć mniejszy lub większy wpływ na plon i jego jakość. Sposób uprawy roli jest jednym z nich, co potwierdzają wyniki badań [Małecka i Blecharczyk 2004, Biel i in. 2016].

W związku z polityką Unii Europejskiej promującą rozwiązania agrotechniczne zmierzające do zmniejszenia wpływu stosowanych zabiegów uprawowych na środowisko, a także ograniczającą emisję dwutlenku węgla do atmosfery, ten element agrotechniki nabrał szczególnego znaczenia. Ograniczenia intensywności uprawy mogą być jednak w określonych warunkach przyczyną pewnych niekorzystnych zmian dla uprawianych roślin. Sposobem uprawy, który łączy w sobie zalety głębokiego spulchniania roli w miejscu wzrostu korzeni roślin i braku jakiegokolwiek mechanicznego oddziaływania narzędzi w międzyrzędziach, jest uprawa pasowa (ang. strip-till). Najczęściej jest stosowana w agrotechnice roślin wysiewanych w rzędach o szerokiej rozstawie, takich jak kukurydza czy okopowe [Zimny i in. 2015]. Aktualnie konstrukcja niektórych nowoczesnych agregatów umożliwia wykorzystanie tej technologii również w uprawie zbóż. Ilość opublikowanych prac, w których obiektem badań była uprawa pasowa zbóż, a w szczególności ich jakość, jest niewielka.

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu uprawy pasowej na jakość ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zakresu uprawy roli stosowanej w okresie późniejszym. Założono, że zastosowana uprawa późniejsza oraz odmiana będą miały istotny wpływ na cechy jakościowe ziarna.

## MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w trzech sezonach wegetacyjnych (2018/2019, 2019/2020, 2020/2021) w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Kępa – Osiny, należącym do Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach, na glebie określonej jako czarna ziemia właściwa, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego. Przedplonem były zboża, z których rozdrobniona przez kombajn słoma pozostała na powierzchni w formie mulczu.

Czynnikami pierwszymi były różne sposoby uprawy roli:

1. Płużna – orka siewna średnio głęboka, uprawa pasowa połączona z siewem pszenicy (UO),
2. Uproszczona – zruszenie ścierni agregatem talerzowym, uprawa pasowa połączona z siewem pszenicy (UU),
3. Zerowa – uprawa pasowa zmulczowanej ścierni połączona z siewem pszenicy (UZ).

Siew pszenicy wykonywano agregatem do uprawy pasowej Mzuri Pro-Til 3T.

Czynnikami drugim były odmiany pszenicy ozimej:

1. Formacja,
2. Metronom,
3. Desamo.

Badane odmiany różniły się potencjałem plonowania oraz odpornością na poszczególne choroby. Każda z odmian pochodziła z innej hodowli: Formacja (Poznańska Hodowla Roślin), Metronom (Hodowla Top Farms), Desamo (DANKO Hodowla Roślin).

Doświadczenie założono w układzie split-block z odbiciem lustrzanym, w 4 powtórzeniach. Wielkość pojedynczego poletka badawczego wynosiła 225 m<sup>2</sup> (9 × 25 m). Gleba charakteryzowała się lekko kwaśnym pH, wysoką zasobnością w fosfor, potas i magnez. Nawożenie fosforowo-potasowe stosowano przedsięwzięcie w dawkach zależnych od poziomu zasobności. Nawożenie azotem podzielone zostało na 3 dawki:

I dawka – 70 kg N na hektar w fazie krzewienia,

II dawka – 50 kg N na hektar w fazie strzelania w źdźbło,

III dawka – 40 kg N w fazie kłoszenia.

W celu określenia wartości technologicznej ziarna, po zbiorze pobrano reprezentatywne próbki ziarna, w których określono: masę 1000 ziaren (według normy PN-68/R-74017) i gęstość ziarna w stanie zsypanym (wykorzystując gęstościomierz wyposażony w cylinder 1000 ml – PN-EN ISO 7971-3) oraz dokonano oznaczeń cech jakościowych mąki, takich jak ilość glutenu mokrego (PN-A-74042), indeks glutenu (IG), liczba opadania i wskaźnik sedymentacji Zelleny'ego (PN-EN ISO 5529). Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica ver. 13.1 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA), wykorzystując do tego test Tukeya przy  $p \leq 0,05$ .

## WYNIKI I DYSKUSJA

Ziarno na cele konsumpcyjne musi wyróżniać się odpowiednią jakością, którą określają parametry jakościowe ziarna i mąki. Na ogół wyróżnia się parametry fizyczne ziarna (np. masa 1000 ziaren) oraz jakościowe (np. liczba opadania, wartość wskaźnika sedymentacji Zelleny'ego, zawartość glutenu, indeks glutenu). W badaniach własnych ocena dotyczyła właściwości fizycznych i jakościowych ziarna. Wyrównana masa i wielkość ziarniaków

pszenicy jest ważna z punktu widzenia optymalnego i efektywnego procesu przemiału. W przeprowadzonych badaniach własnych stwierdzono, że zarówno sposób uprawy jak i odmiana miały istotny wpływ na masę tysiąca ziaren (MTZ). Największą wartość tej cechy ziarna stwierdzono w warunkach uprawy płużnej (UO), a najmniejszą w przypadku, gdy uprawę pasową połączono z siewem wykonanym w niczym niezruszonej ściernie (UZ) (tab. 1).

Tabela 1. Masa tysiąca ziaren (g) pszenicy ozimej w zależności od odmiany oraz systemu uprawy  
Table 1. Thousand grain weight (g) of winter wheat depending on cultivar and cultivation system

System uprawy Cultivation system	Odmiana/Cultivar			Średnia dla systemu uprawy Mean for cultivation system
	Formacja	Metronom	Desamo	
Płużna/Plough	39,1 <sup>b</sup>	42,2 <sup>a</sup>	36,5 <sup>c</sup>	39,2 <sup>A</sup>
Uproszczona/Simplified	38,2 <sup>bc</sup>	42,3 <sup>a</sup>	33,4 <sup>d</sup>	37,9 <sup>B</sup>
Zerowa/Zero	36,6 <sup>c</sup>	40,1 <sup>b</sup>	31,6 <sup>d</sup>	36,1 <sup>C</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	37,9 <sup>B</sup>	41,5 <sup>A</sup>	33,8 <sup>C</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Większą masę ziarna oraz jego dorodność w systemie płużnej uprawy względem systemu bezuprawowego stwierdzili też inni autorzy [Gawęda i Haliniarz 2021, Yousefian i in. 2021], ale należy zaznaczyć, że nie stosowali oni do siewu agregatu do uprawy pasowej. Wpływ czynnika genetycznego na omawianą cechę jakości był również istotny. Największą masę 1000 ziaren stwierdzono u odmiany Metronom, a najniższą u odmiany Desamo. Reakcja odmian na sposób uprawy nie była jednakowa. W przypadku odmiany Formacja i Metronom masa 1000 ziaren w obiektach UO i UU była podobna i dopiero całkowita rezygnacja z uprawy późniejszej była powodem istotnego zmniejszenia wartości tej cechy. U odmiany Desamo w obiekcie z uprawą uproszczoną (UU) masa 1000 ziaren była istotnie mniejsza niż w obiekcie UO, w którym zastosowano orkę (UO), a w obiekcie UZ stwierdzono dalszy istotny spadek wartości tej cechy. Ogólnie znana jest duża zmienność w zakresie masy tysiąca ziaren w latach. Badania własne również to udowodniły, chociaż należy zauważyć, że różnice pomiędzy latami w zakresie tej cechy były stosunkowo niewielkie (tab. 2).

Tabela 2. Masa tysiąca ziaren (g) pszenicy ozimej w zależności od odmiany oraz lat  
Table 2. Thousand grain weight (g) of winter wheat depending on cultivar and years

Rok Year	Odmiana/Cultivar			Średnia dla lat Mean for years
	Formacja	Metronom	Desamo	
2019	38,5 <sup>cd</sup>	40,1 <sup>bc</sup>	35,0 <sup>e</sup>	37,9 <sup>A</sup>
2020	38,6 <sup>cd</sup>	41,2 <sup>ab</sup>	33,2 <sup>e</sup>	37,8 <sup>A</sup>
2021	37,3 <sup>d</sup>	43,3 <sup>a</sup>	33,4 <sup>e</sup>	38,0 <sup>A</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	37,9 <sup>B</sup>	41,5 <sup>A</sup>	33,8 <sup>C</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Ważnym wskaźnikiem jakości ziarna, który określa jego dorodność, jest gęstość w stanie zsypanym. Cecha ta, określająca jego wartość przemiałową, nie zależała istotnie od sposobu uprawy roli, choć należy podkreślić, że tendencja do większej wartości tej cechy w obiekcie UO była wyraźna u każdej z odmian. Z prac innych autorów wynika, że intensywność uprawy nie zawsze wpływa tak samo na omawianą cechę. Większa wartość gęstości ziarna w uprawie orkowej niż w warunkach uprawy uproszczonej potwierdzona została przez Woźniaka i Gosa [2014], natomiast Jaskulska i in. [2013] oraz Taner i in. [2015] nie wykazali wpływu systemu uprawy (orkowego, uproszczonego i bezorkowego) na tę cechę ziarna. Wpływ odmiany na gęstość ziarna był wyraźnie silniejszy. Odmiana Formacja charakteryzowała się większą wartością gęstości ziarna w stanie zsypanym o 4% w stosunku do odmiany Metronom oraz o 9% w stosunku do odmiany Desamo, przy czym należy dodać, że były to różnice istotne (tab. 3). Na duże różnice między odmianami w zakresie gęstości ziarna wskazywało wielu autorów [Stępniewska i Abramczyk 2013, Stępniewska i Słowik 2016, Noworól 2018]. Bobryk-Mamczarz i in. [2022] wskazywali na wpływ zmiennych w latach warunków pogodowych na tę cechę, co potwierdziły również badania prezentowane w tej pracy (tab. 4). Odmiana Formacja charakteryzowała się większą stabilnością tej cechy w latach w stosunku do pozostałych odmian.

Tabela 3. Gęstość ziarna w stanie zsypanym ( $\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ ) w zależności od odmiany i systemu uprawy  
Table 3. Bulk density of grain ( $\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ ) depending on cultivar and cultivation system

System uprawy Cultivation system	Odmiana/Cultivar			Średnia dla systemu uprawy Mean for cultivation system
	Formacja	Metronom	Desamo	
Płużna/Plough	77,3 <sup>a</sup>	74,8 <sup>ba</sup>	70,9 <sup>bc</sup>	74,3 <sup>A</sup>
Uproszczona/Simplified	76,0 <sup>a</sup>	71,7 <sup>bc</sup>	68,6 <sup>c</sup>	72,1 <sup>A</sup>
Zerowa/Zero	74,9 <sup>ab</sup>	71,6 <sup>bc</sup>	68,9 <sup>c</sup>	71,9 <sup>A</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	76,0 <sup>A</sup>	72,7 <sup>B</sup>	69,5 <sup>C</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Tabela 4. Gęstość ziarna w stanie zsypanym ( $\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ ) w zależności od odmiany i lat  
Table 4. Bulk density of grain ( $\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ ) depending on cultivar and years

Rok Year	Odmiana/Cultivar			Średnia dla lat/ Mean for years
	Formacja	Metronom	Desamo	
2019	75,8 <sup>bc</sup>	70,9 <sup>d</sup>	70,1 <sup>de</sup>	72,3 <sup>B</sup>
2020	73,5 <sup>cd</sup>	66,7 <sup>ef</sup>	65,2 <sup>f</sup>	68,5 <sup>C</sup>
2021	78,8 <sup>ab</sup>	80,8 <sup>a</sup>	73,1 <sup>cd</sup>	77,6 <sup>A</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	76,0 <sup>A</sup>	72,7 <sup>B</sup>	69,5 <sup>C</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Analiza wariancji wykazała, że sposób uprawy roli nie miał wpływu na ilość glutenu całkowitego (tab. 5). Stwierdzono jedynie statystycznie nieistotną tendencję do nieco większej ilości glutenu w ziarnie z obiektu, w którym uprawę pasową połączoną

z siewem wykonano w nieuprawioną ścierr (UZ). Są to zatem wyniki zgodne z tym, co uzyskał w badaniach Šíp i in. [2013] czy Woźniak i Rachoń [2020]. W badaniach innych autorów znaczenie uprawy roli w kształtowaniu ilości glutenu było zróżnicowane. Na przykład Amato i in. [2004] wykazali większą ilość glutenu w ziarnie pochodzącym z obiektów z intensywniejszą uprawą (płużną), a Konavko i Ruža [2017] zależność odwrotną, tzn. większą ilość glutenu w ziarnie pszenicy pochodzącej z obiektów z mniej intensywną uprawą. Stosunkowo duże różnice w zakresie ilości glutenu dotyczyły odmian. Odmiana Desamo charakteryzowała się zdecydowanie największą ilością glutenu. Średnio o 5% mniej zawierała go odmiana Metronom i o 14% mniej Formacja. Wśród różnych autorów zajmujących się problematyką jakości ziarna pszenicy panuje zgodność co do tego, że ilość glutenu jest cechą odmianową [Šimić i in. 2006, Amiri i in. 2018, Desheva i Deshev 2022]. Bardzo szerokie badania z tego zakresu na 762 odmianach, potwierdzające również wymienioną zależność, przeprowadzili Pengpeng i in. [2022]. Nie mniej ważną rolę niż odmiana w kształtowaniu ilości glutenu odgrywają zmienne w latach warunki pogody. Potwierdzają to badania własne. Niezależnie od sposobu uprawy i odmiany średnio największą ilość glutenu stwierdzono w roku 2020, a w dwu pozostałych latach – 2019 i 2021 – odpowiednio o 6,3% i 3,0% mniej (tab. 6). Istotnie większa ilość glutenu w roku 2020 wynikać mogła z większej niż w pozostałych latach sumy opadów w maju oraz czerwcu, która przekroczyła średnią dla wielolecia. Istotną rolę lat w kształtowaniu ilości glutenu podkreślali też inni autorzy [W eber 2013, Buczek 2020]. Związane jest to z zależnością od warunków pogodowych efektywnością wykorzystania azotu do syntezy białka w ziarnie [Johansson i in. 2004, Liu i Shi 2013, Gagliardi i in. 2020].

Tabela 5. Ilość glutenu (%) w zależności od odmiany i systemu uprawy  
Table 5. Amount of gluten (%) depending on cultivar and cultivation system

System uprawy Cultivation system	Odmiana/Cultivar			Średnia dla systemu uprawy Mean for cultivation system
	Formacja	Metronom	Desamo	
Płużna/Plough	30,7 <sup>c</sup>	33,9 <sup>b</sup>	36,5 <sup>ab</sup>	33,7 <sup>A</sup>
Uproszczona/Simplified	30,5 <sup>c</sup>	34,3 <sup>b</sup>	35,6 <sup>a</sup>	33,6 <sup>A</sup>
Zerowa/Zero	31,6 <sup>c</sup>	34,5 <sup>ab</sup>	35,7 <sup>ab</sup>	34,0 <sup>A</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	30,9 <sup>C</sup>	34,2 <sup>B</sup>	35,9 <sup>A</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy/ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Tabela 6. Ilość glutenu (%) w zależności od odmiany i lat  
Table 6. Amount of gluten (%) depending on cultivar and years

Rok/ Year	Formacja	Metronom	Desamo	Średnia dla lat/ Mean for years
2019	28,8 <sup>f</sup>	31,7 <sup>de</sup>	31,2 <sup>e</sup>	30,5 <sup>C</sup>
2020	33,4 <sup>cd</sup>	36,6 <sup>b</sup>	40,5 <sup>a</sup>	36,8 <sup>A</sup>
2021	30,7 <sup>ef</sup>	34,5 <sup>bc</sup>	36,2 <sup>b</sup>	33,7 <sup>B</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	30,9 <sup>C</sup>	34,2 <sup>B</sup>	35,9 <sup>A</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Sposób uprawy roli nie różnicował indeksu glutenu (tab. 7). Natomiast badania Gawędy i Haliniarz [2021] wykazały, że intensywność uprawy roli może znacząco modyfikować tę cechę. Autorzy ci stwierdzili większe wartości indeksu glutenu w warunkach uprawy zerowej w stosunku do orkowej. Odmienną zależność – wyższy indeks glutenu w systemie orkowym niż w systemach bezorkowych – stwierdzili Buczek i in. [2021]. W badaniach własnych wykazano duży wpływ czynnika genetycznego na indeks glutenu. Zdecydowanie największą wartością (średnio 81%) omawianej cechy charakteryzowała się odmiana Formacja. U dwóch pozostałych odmian indeks glutenu był podobny i wynosił 55–59%. Na to, że indeks glutenu jest cechą odmianową, zwracało uwagę bardzo wielu autorów, w tym Śekularac i in. [2018]. Należy również zauważyć, że bardzo duże różnice w wielkości omawianego parametru były pomiędzy latami. Najmniejszą wartość indeksu glutenu stwierdzono w roku 2020, natomiast w pozostałych latach wartość tej cechy nie różniła się istotnie (tab. 8). Na ogół w literaturze panuje pewna zgodność na temat dużego wpływu zmiennych w latach warunków pogodowych, przy czym jest ona tłumaczona stresem suszy, której wystąpienie wpływa na obniżenie wartości tej cechy [Mahdavi i in. 2022].

Tabela 7. Indeks glutenu (%) w zależności od odmiany i systemu uprawy  
Table 7. Gluten index (%) depending on cultivar and cultivation system

System uprawy Cultivation system	Formacja	Metronom	Desamo	Średnia dla systemu uprawy Mean for cultivation system
Płużna/Plough	81 <sup>a</sup>	61 <sup>b</sup>	56 <sup>b</sup>	66 <sup>A</sup>
Uproszczona/Simplified	84 <sup>a</sup>	59 <sup>bc</sup>	55 <sup>bc</sup>	66 <sup>A</sup>
Zerowa/Zero	79 <sup>a</sup>	57 <sup>bc</sup>	54 <sup>c</sup>	63 <sup>A</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	81 <sup>A</sup>	59 <sup>B</sup>	55 <sup>C</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Tabela 8. Indeks glutenu (%) w zależności od odmiany i lat  
Table 8. Gluten index (%) depending on cultivar and years

Rok Year	Formacja	Metronom	Desamo	Średnia dla lat Mean for years
2019	78 <sup>a</sup>	63 <sup>b</sup>	62 <sup>b</sup>	68 <sup>A</sup>
2020	83 <sup>a</sup>	55 <sup>c</sup>	48 <sup>d</sup>	62 <sup>B</sup>
2021	81 <sup>a</sup>	59 <sup>bc</sup>	55 <sup>c</sup>	66 <sup>A</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	81 <sup>a</sup>	59 <sup>b</sup>	55 <sup>c</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Wskaźnik sedymentacji odnosi się zarówno do jakości, jak i ilości białka w ziarnie, a zatem ma wpływ na jakość uzyskiwanego pieczywa, a w szczególności na jego strukturę [Knapowski i in. 2010]. Pożądana jest jak największa jego wartość. Wysoki wskaźnik

sedymencji należy łączyć z wysoką zawartością białek glutelinowych, a zwłaszcza najbardziej istotnej dla wartości wypiekowej gluteliny [Murawska i in. 2014].

W badaniach własnych wykazano wpływ sposobu uprawy roli oraz odmiany, a także lat na wartość wskaźnika sedymencji (tab. 9). Jego największą wartość stwierdzono w obiekcie UZ, w którym uprawa pasowa wraz z siewem nasion wykonana została bezpośrednio w ściern. Istotnie mniejsze wartości tego parametru stwierdzono w obiekcie z uprawą uproszczoną (UU) oraz w obiekcie z uprawą orkową (UO), odpowiednio o 8% i 13%. Podobny wpływ różnicowania sposobu uprawy na wskaźnik sedymencji stwierdzili Bilalis i in. [2011] oraz Woźniak i Rachoń [2020]. W badaniach Šíp i in. [2013] natomiast wskaźnik sedymencji był wyższy przy zastosowaniu płużnego systemu uprawy niż w przypadku uprawy bezpłużnej.

Rola odmiany w kształtowaniu wskaźnika sedymencji była stosunkowo niewielka. Należy jednak zauważyć większe wartości tej cechy u odmiany Metronom. Na duży wpływ odmiany na wielkość wskaźnika sedymencji wskazywało wielu autorów: Li i in. [2009] oraz Murawska i in. [2014], Zečević i in. [2009, 2013] czy Woźniak i Rachoń [2020]. Ponadto w badaniach własnych stwierdzono duże zróżnicowanie w zakresie wartości wskaźnika sedymencji w latach (tab. 10). Najwyższy odnotowano w roku 2020, natomiast w pozostałych latach istotnie niższy. Tatar i in. [2020] uważają, że wielkość wskaźnika sedymencji jest warunkowana wystąpieniem suszy w fazie nalewania ziarna. W przytoczonych badaniach wskaźnik sedymencji był w warunkach niedoboru opadów wyraźnie niższy.

Tabela 9. Wskaźnik sedymencyjny (cm<sup>3</sup>) w zależności od odmiany i systemu uprawy  
Table 9. Sedimentation index (cm<sup>3</sup>) depending on cultivar and cultivation system

System uprawy Cultivation system	Formacja	Metronom	Desamo	Średnia dla systemu uprawy Mean for cultivation system
Płużna/Plough	43 <sup>ef</sup>	55 <sup>bc</sup>	39 <sup>f</sup>	46 <sup>C</sup>
Uproszczona/Simplified	47 <sup>de</sup>	59 <sup>ab</sup>	42 <sup>ef</sup>	49 <sup>B</sup>
Zerowa/Zero	51 <sup>cd</sup>	64 <sup>a</sup>	44 <sup>def</sup>	53 <sup>A</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	47 <sup>B</sup>	59 <sup>A</sup>	42 <sup>C</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy/ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Tabela 10. Wskaźnik sedymencyjny (cm<sup>3</sup>) w zależności od odmiany i lat  
Table 10. Sedimentation index (cm<sup>3</sup>) depending on cultivar and years

Rok Year	Formacja	Metronom	Desamo	Średnia dla lat Mean for years
2019	33 <sup>f</sup>	55 <sup>bc</sup>	35 <sup>ef</sup>	39 <sup>C</sup>
2020	61 <sup>b</sup>	70 <sup>a</sup>	50 <sup>c</sup>	60 <sup>A</sup>
2021	46 <sup>cd</sup>	61 <sup>b</sup>	41 <sup>de</sup>	49 <sup>B</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	47 <sup>B</sup>	59 <sup>A</sup>	42 <sup>C</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.



Liczba opadania uznawana jest za ważny wyróżnik wartości technologicznej ziarna, który określa aktywność alfa-amylazy. Minimalna wartość liczby opadania według norm dla pszenicy (PN-EN ISO 3093) wynosi 250. W badaniach własnych badane ziarno w każdym roku, niezależnie od obiektu, spełniało ten wymóg. Weber [2013] oraz Buczek i in. [2021] stwierdzili, że płuzna uprawa sprzyja większej liczbie opadania w porównaniu z uprawą uproszczoną.

Tabela 11. Liczba opadania (s) w zależności od odmiany i systemu uprawy  
Table 11. Falling number (s) depending on cultivar and cultivation system

System uprawy Cultivation system	Formacja	Metronom	Desamo	Średnia dla systemu uprawy Mean for cultivation system
Płużna/Plough	352 <sup>cd</sup>	316 <sup>de</sup>	407 <sup>ab</sup>	358 <sup>A</sup>
Uproszczona/Simplified	367 <sup>bc</sup>	307 <sup>e</sup>	409 <sup>a</sup>	361 <sup>A</sup>
Zerowa/Zero	377 <sup>abc</sup>	342 <sup>cde</sup>	404 <sup>ab</sup>	374 <sup>A</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	365 <sup>B</sup>	321 <sup>C</sup>	404 <sup>A</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Tabela 12. Liczba opadania (s) w zależności od odmiany i lat  
Table 12. Falling number (s) depending on cultivar and years

Rok Year	Formacja	Metronom	Desamo	Średnia dla lat Mean for years
2019	361 <sup>bc</sup>	358 <sup>bc</sup>	397 <sup>ab</sup>	371 <sup>A</sup>
2020	378 <sup>ab</sup>	283 <sup>d</sup>	416 <sup>a</sup>	363 <sup>A</sup>
2021	358 <sup>bc</sup>	325 <sup>c</sup>	406 <sup>a</sup>	358 <sup>A</sup>
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	365 <sup>B</sup>	321 <sup>C</sup>	404 <sup>A</sup>	–

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Średnio najwyższą liczbą opadania charakteryzowała się odmiana Desamo (niezależnie od obiektu ponad 400), ale w przypadku dwóch pozostałych odmian wartości tej cechy, również były wysokie i w każdym obiekcie przekraczały 300. Podobnie dużą rolę odmiany w kształtowaniu liczby opadania wykazali Knapowski i in. [2015] oraz Amiri i in. [2018]. Literatura wskazuje jednak, że największy wpływ na wartość tej cechy mają warunki pogodowe. Brak intensywnych opadów w czasie poprzedzającym żniwa sprzyja wysokiej wartości liczby opadania [Dojczew 2010].

## WNIOSKI

1. Zakres zabiegów uprawowych poprzedzających siew pszenicy metodą strip-till miał istotny wpływ na masę 1000 ziaren. Większą wartością tej cechy charakteryzowało się ziarno uzyskiwane z obiektu, w którym uprawę pasową pszenicy zastosowano po orce.

2. Największą wartość wskaźnika sedymentacji stwierdzono w obiekcie z najmniejszą intensywnością uprawy roli – uprawa pasowa wykonana bezpośrednio w ścierni. Pozostałe parametry jakości (ilość glutenu, indeks glutenu, liczba opadania) nie zależały od zastosowanych metod uprawy roli.

3. Reakcja odmian na stosowane metody uprawy roli była na ogół podobna. Różnice istotne w tym względzie stwierdzono tylko w przypadku liczby opadania – istotnie wyższą liczbę opadania w warunkach uprawy zerowej u odmiany Metronom.

## PIŚMIENNICTWO

- Amato G., Di Miceli G., Frenda A. S., Giambalvo D., Stringi L., 2004. Wheat yield and grain quality as affected by tillage, sowing time and nitrogen fertilization under rainfed Mediterranean conditions. *Options Méditerran. Serie A* 60, 151–5.
- Amiri R., Sasani S., Jalali-Honarmand S., Rasaei A., Seifolahpour B., Bahraminejad S., 2018. Genetic diversity of bread wheat genotypes in Iran for some nutritional value and baking quality traits. *Physiol. Mol. Biol. Plants* 24(1), 147–157. <https://doi.org/10.1007/s12298-017-0481-4>
- Biel W., Hury G., Jaroszewska A., Sadkiewicz J., Stankowski S., 2016. The effect of tillage system and nitrogen fertilization on nutritional value of winter spelt wheat cultivars. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 330(40)4, 23–32.
- Bilalis D., Karkanis A., Patsiali S., Agriogianni M., Konstantas A., Triantafyllidis V., 2011. Performance of wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) under conservation tillage practices in organic agriculture. *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 39(2), 28–33. <https://doi.org/10.15835/nbha3926228>
- Bobryk-Mamczarz A., Rachoń L., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Szydłowska-Tutaj M., Lewko P., Woźniak A., 2022. Plonowanie i jakość wybranych gatunków i odmian pszenicy makaronowej. Cz. II. Wartość technologiczna ziarna. *Agron. Sci.* 77(1), 65–78, <https://doi.org/10.24326/as.2022.1.6>
- Buczek J., 2020. Quality and productivity of hybrid wheat depending on the tillage practices. *Plant, Soil Environ.* 66(8), 415–420. <https://doi.org/10.17221/266/2020-PSE>
- Buczek J., Migut D., Jańczak-Pieniążek M., 2021. Effect of soil tillage practice on photosynthesis, grain yield and quality of hybrid winter wheat. *Agriculture* 11(6), 479. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060479>
- Desheva G., Deshev M., 2022. Correlation and Regression Relationships between Main Grain Quality Characteristics in Bread Winter Wheat. *Agric. Conspec.* 87(2), 135–143. <https://hrcak.srce.hr/file/404518>
- Dojczew D., 2010. Wpływ czasu porastania ziarniaków na wartość technologiczną mąki pszennej. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* 1, 31–35.
- Gagliardi A., Carucci F., Masci S., Flagella Z., Gatta G., Giuliani M. M., 2020. Effects of genotype, growing season and nitrogen level on gluten protein assembly of durum wheat grown under mediterranean conditions. *Agronomy* 10(5), 755. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050755>

- Gawęda D., Haliniarz M., 2021. Grain yield and quality of winter wheat depending on previous crop and tillage system. *Agriculture* 11(2), 133. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020133>
- Jaskulska I., Jaskulski D., Kotwica K., Wasilewski P., Galezewski L., 2013. Effect of tillage simplifications on yield and grain quality of winter wheat after different previous crops. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 12(3), 37–44.
- Johansson E., Prieto-Linde M. L., Svensson G., 2004. Influence of nitrogen application rate and timing on grain protein composition and gluten strength in Swedish wheat cultivars. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 167(3), 345–350. <https://doi.org/10.1002/jpln.200320332>
- Knapowski T., Ralcewicz M., Spychaj-Fabisiak E., Łożek O., 2010. Ocena jakości ziarna pszenicy ozimej uprawianej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Fragm. Agron.*, 27(1), 73–80. [https://pta.up.poznan.pl/pdf/2010/FA%2027\(1\)%202010%20Knapowski.pdf](https://pta.up.poznan.pl/pdf/2010/FA%2027(1)%202010%20Knapowski.pdf)
- Knapowski T., Kozera W., Murawska B., Wszelaczyńska E., Pobereźny J., Mozolewski W., Keutgen A.J., 2015. Ocena parametrów technologicznych wybranych odmian pszenicy ozimej pod względem wypiekowym. *Inż. Ap. Chem.* 5, 255–256.
- Konavko A., Ruža A., 2017. Influence of tillage and crop rotation on winter wheat grain quality. In: *Proceedings of the Scientific and Practical Conference „Harmonious Agriculture”*, 50–54.
- Li Y., Huang C., Sui X., Fan Q., Li G., Chu X., 2009. Genetic variation of wheat glutenin subunits between landraces and varieties and their contributions to wheat quality improvement in China. *Euphytica* 169(2), 159–168. <https://doi.org/10.1007/s10681-009-9905-8>
- Liu D., Shi Y., 2013. Effects of different nitrogen fertilizer on quality and yield in winter wheat. *Adv. J. Food Sci. Technol.* 5(5), 646–649. <https://doi.org/10.19026/AJFST.5.3141>
- Mahdavi S., Arzani A., Maibody S. M., Kadivar M., 2022. Grain and flour quality of wheat genotypes grown under heat stress. *Saudi J. Biol. Sci.* 29(10), 103417. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103417>
- Małecka I., Blecharczyk A., 2004. Wpływ systemów uprawy roli na jakość ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 135, 181–187.
- Murawska B., Spychaj-Fabisiak E., Keutgen A., Wszelaczyńska E., Pobereźny J., 2014. Cechy technologiczne badanych odmian ziarna pszenicy ozimej uprawianych w warunkach Polski i Wielkiej Brytanii. *Inż. Ap. Chem.* 53(2), 96–98.
- Noworól M., 2018. Reakcja odmian pszenicy ozimej na poziom intensywności technologii produkcji. Praca doktorska, UR Rzeszów.
- Pengpeng L., Wei S., Hongjun X.U., Fengjuan C., Xinnian H., Yingbin N., Dezhen K., Bo Z., Peiyuan M.U., 2022. Effects of genotype and environment on protein qualities of winter wheat in Xinjiang. *Xinjiang Agricultural Sciences* 59(1), 45–54.
- Šekularac A., Torbica A., Živančev D., Tomić J., Knežević D., 2018. The influence of wheat genotype and environmental factors on gluten index and the possibility of its use as bread quality predictor. *Genetika* 50(1), 85–93. <https://doi.org/10.2298/GENSR1801085S>
- Šimić G., Horvat D., Jurković Z., Drezner G., Novoselović D., Dvojković K., 2006. The genotype effect on the ratio of wet gluten content to total wheat grain protein. *J. Cent. Eur. Agric.* 7(1), 13–18.
- Šíp V., Vavera R., Chrpová J., Kusá H., Růžek P., 2013. Winter wheat yield and quality related to tillage practice, input level and environmental conditions. *Soil Tillage Res.* 132, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.still.2013.05.002>
- Stępniewska S., Słowik E., 2016. Ocena wartości technologicznej wybranych odmian pszenicy ozimej i jarej. *Acta Agrophys.* 23(2), 275–286.
- Stępniewska S., Abramczyk D., 2013. Zależność między wyróżnikami jakościowymi ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej. *Post. Nauki Technol. Przem. Rol. Spoż.* 1(68), 65–78.
- Taner A., Arisoy R. Z., Kaya Y., Gültekin I., Partigöç F., 2015. The effects of various tillage systems on grain yield, quality parameters and energy indices in winter wheat production under the rainfed conditions. *Fresenius Environ. Bull.* 24, 1463–1473.

- Tatar O., Cakalogullari U., Tonk F. A., Istipliler D., Karakoc R., 2020. Effect of drought stress on yield and quality traits of common wheat during grain filling stage. *Turk. J. Field Crops* 25(2), 236–244. <https://doi.org/10.17557/tjfc.834392>
- Weber R., 2013. Influence of tillage system and stubble height on grain properties of selected winter wheat cultivars. *Nauka Przyr. Technol.* 7(1), 18–23.
- Wheat Production Volume Worldwide 2011/2012–2020/21. Statista, <https://www.statista.com/statistics/267268/production-of-wheat-worldwide-since-1990/> [dostęp: 13.08. 2022].
- Woźniak A., Gos M., 2014. Yield and quality of spring wheat and soil properties as affected by tillage system. *Plant, Soil Environ.* 60(4), 141–145. DOI:10.17221/7330-PSE
- Woźniak A., Rachoń L., 2020. Effect of tillage systems on the yield and quality of winter wheat grain and soil properties. *Agriculture* 10(9), 405. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090405>
- Yousefian M., Shahbazi F., Hamidian K., 2021. Crop yield and physicochemical properties of wheat grains as affected by tillage systems. *Sustainability* 13(9), 4781. <https://doi.org/10.3390/su13094781>
- Zečević V., Boskovic J., Knezevic D., Micanovic D., Milenkovic S., 2013. Influence of cultivar and growing season on quality properties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Afr. J. Agric. Res.* 8(21), 2545–2550.
- Zečević V., Knežević D., Bošković J., Madić M., 2009. Effect of genotype and environment on wheat quality. *Genetika* 41(3), 247–253. <https://doi.org/10.2298/GENSR0903247Z>
- Zimny L., Zych A., Waclawowicz R., 2015. Systemy uprawy buraka cukrowego w Polsce w badaniach ankietowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 581, 135–145.

**Źródło finansowania:** Projekt wewnętrzny IUNG-PIB.

**Summary.** The aim of this study was to determine the effect of strip-tillage on grain quality of selected winter wheat cultivars depending on the extent of tillage applied in the post-harvest period. The first factor was the tillage method: ploughing – medium deep ploughing + strip-tillage combined with wheat sowing (UO); simplified – mulched stubble with disc aggregate + strip-tillage combined with wheat sowing (UU); zero-tillage – strip-tillage of mulched stubble combined with wheat sowing (UZ). The second factor were 3 cultivars: Formacja, Metronom and Desamo. The experiment was set up using the split-block method, in 4 replications. The response of the cultivars to the tillage methods used was generally similar-significant differences were found only for the falling number. The range of tillage treatments preceding wheat sowing with the strip-till method, did not have a significant effect on the quality traits studied, except for thousand grain weight and sedimentation index. A significantly higher value of TGW was obtained when the strip-till method was applied after ploughing, while a significantly higher value of sedimentation index was obtained when the strip-till method was applied on stubble that had not been tilled.

**Keywords:** strip-till, post-harvest tillage, winter wheat, cultivars, grain quality

Otrzymano/Received: 07.11.2022  
Zaakceptowano/Accepted: 23.03.2023