

SYSTEMY UPRAWY ROLI ORAZ MIĘDZYPLONY JAKO CZYNNIKI
KSZTAŁTUJĄCE CECHY FIZYCZNE I CHEMICZNE W ZIARNIE
PSZENICY JAREJ ODMIANY ZEBRA

Piotr Kraska

Katedra Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: piotr.kraska@up.lublin.pl

Streszczenie. W latach 2006-2008 przeprowadzono badania dotyczące wpływu systemów uprawy roli oraz międzyplonów na właściwości fizyczne ziarna pszenicy jarej określone aparatem SKCS (Single Kernel Characterization System). Jednocześnie oceniono zawartość popiołu, włókna i tłuszczu w ziarnie. W obiektach uprawy płużnej masa i średnica zastępcza ziarniaków oceniane komputerowym systemem charakterystyki pojedynczych ziarniaków (SKCS) były istotnie większe niż w konserwujących wariantach uprawy roli. Indeks twardości był większy w obiektach uprawy konserwującej w porównaniu z płużną. Największą wilgotność oraz zawartość popiołu i włókna w ziarnie pszenicy jarej stwierdzono w obiektach konserwującego wariantu uprawy roli z wiosennym talerzowaniem międzyplonów. Zawartość tłuszczu w ziarnie w obiektach uprawy konserwującej bez mulczu była największa. Masa oraz średnica zastępcza ziarna w obiektach z życią westerwoldzką była istotnie mniejsza niż w obiektach z międzyplonami ścierniskowymi facelii błękitnej i gorczycy białej. Natomiast wilgotność ziarna na poletkach z życią westerwoldzką była większa w odniesieniu do pozostałych obiektów z międzyplonami. Największą zawartość popiołu w ziarnie stwierdzono w obiekcie kontrolnym oraz z życią westerwoldzką. Zawartość włókna w ziarnie pszenicy jarej w obiektach z gorczycą białą była największa, a z koniczyną czerwoną najmniejsza. W obiektach z międzyplonami ścierniskowymi facelii błękitnej i gorczycy białej zawartość tłuszczu w ziarnie pszenicy była największa, natomiast na poletkach z koniczyną czerwoną najmniejsza.

Słowa kluczowe: pszenica jara, SKCS, skład chemiczny, system uprawy, międzyplony

WSTĘP

Postęp w naukach rolniczych wiąże się nie tylko z wielkością uzyskiwanego plonu, ale również z zachowaniem trwałości równowagi środowiska przyrodniczego człowieka. Pozyskiwanie i przetwarzanie surowców pochodzenia roślinnego musi ponadto uwzględniać wymogi jakościowe (Grundas 2002bcd). Według

prawidłowych zasad żywienia człowieka, produkty zbożowe stanowią podstawę piramidy żywieniowej i powinny znajdować się w codziennej diecie w największej ilości (Mościcki i Wójtowicz 2009). Istotny wpływ na kształtowanie cech ilościowych i jakościowych ziarna pszenicy wywiera agrotechnika oraz warunki pogodowe (Borkowska i in. 2003). Pszenica jest jedną z najważniejszych roślin zbożowych dostarczających surowca dla przemysłu młynarskiego. W roku 2009 w Polsce uprawiano 2346 tys. ha pszenicy co stanowi 27,3% powierzchni obsiewanej zbożami (Rocznik Statystyczny 2010). Badania cech użytkowych ziarna pszenicy obejmują między innymi zagadnienia dotyczące charakterystyki pojedynczego ziarniaka. Takie badania zmierzają do określenia zmienności cech fizycznych pojedynczych ziarniaków pszenicy w obrębie surowca przeznaczonego dla przetwórstwa lub w obrębie materiału reprodukcyjnego przeznaczonego dla prac hodowlanych (Grundas 2002a, 2004).

Współczesny przemysł zbożowy potrzebuje ziarna o wysokiej wartości technologicznej. Na uzyskanie odpowiednich parametrów surowca znacząco wpływa między innymi ujednoczenie ziarna, czyli maksymalne wyrównanie jego długości, szerokości i grubości (Geodecki i Grundas 2003).

Celem badań było określenie wpływu uprawy płużnej oraz dwóch wariantów uprawy konserwującej w obecności różnych międzyplonów na właściwości fizyczne ziarna pszenicy jarej oceniane komputerowym systemem charakterystyki pojedynczych ziarniaków (SKCS). Określono również w jaki sposób wymienione czynniki wpływają na zawartość popiołu, włókna i tłuszczu w ziarnie.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2006-2008, wykorzystując doświadczenie założone w 2005 roku w Gospodarstwie Doświadczalnym Bezek (N: 51° 19', E: 23° 25') należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Pole doświadczalne było położone na średnio ciężkiej rędzinie mieszanej, wytworzonej z opoki kredowej o składzie granulometrycznym gliny średniej pylastej. Gleba ta miała odczyn zasadowy (pH 7,35), wysoką zawartość P – 117,8 i K – 242,4 oraz bardzo niską magnezu – 19,0 (podane w mg·kg⁻¹ gleby), zawartość węgla organicznego 2,47% oraz należała do klasy bonitacyjnej IIIb i kompleksu pszennego wadliwego.

Suma opadów od kwietnia do sierpnia w roku 2006 była większa niż suma wieloletnia, jednak tylko ze względu przez wysokie opady jakie wystąpiły w sierpniu. W roku 2008 w omawianym okresie suma opadów była zbliżona do normy wieloletniej, natomiast w roku 2007 wyraźnie od niej większa. Średnie temperatury powietrza we wszystkich latach badań były większe od średniej wieloletniej (tab. 1). W celu pełniejszej analizy warunków pogodowych obliczono za Radomskim (1987) wskaźnik hydrotermiczny Sielianiowa (K):

$$K = \frac{P}{0,1\sum t} \quad (1)$$

gdzie: P – suma opadów miesiąca, $\sum t$ – suma temperatur miesiąca.

Tabela 1. Opady i temperatury powietrza w miesiącach IV-VIII w latach 2006-2008 w zestawieniu ze średnimi wieloletnimi (1974-2003) wg Stacji Meteorologicznej w Bezku

Table 1. Rainfalls and air temperatures in the months IV-VIII of the years 2006-2008 as compared to the long-term mean figures (1974-2003), according to the Meteorological Station at Bezek

Lata – Years	Miesiące – Months					Suma Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	
Opady – Rainfalls (mm)						
2006	25,1	56,7	23,2	26,2	240,9	372,1
2007	12,9	93,6	87,5	130,7	79,9	404,6
2008	47,9	74,2	38,4	93,9	60,9	315,3
Średnie z lat 1974-2003 Mean for 1974-2003	40,1	53,0	77,6	80,3	61,6	312,6
Tempetratura – Temperature (°C)						Średnia Mean
2006	8,9	13,5	16,7	21,7	18,1	15,8
2007	8,3	15,3	18,6	19,4	18,9	16,1
2008	9,1	12,7	17,4	18,3	19,3	15,4
Średnie z lat 1974-2003 Mean for 1974-2003	7,6	13,6	16,2	17,9	17,5	14,6

Wartości wskaźnika hydrotermicznego Sielianiowa wskazują, że w roku 2006 w miesiącach czerwiec i lipiec wystąpił znaczący niedobór wody, natomiast w sierpniu bardzo intensywne opady deszczu. W latach 2007-2008 nie stwierdzono tak dużych niedoborów opadów (tab. 2).

Schemat statycznego, dwuczynnikowego doświadczenia założonego metodą split-plot w czterech powtórzeniach uwzględniał:

1. systemy uprawy roli: płużny (A) oraz dwa warianty uprawy konserwującej – z jesiennym (B) lub wiosennym (C) talerzowaniem międzyplonów,
2. regenerację stanowiska w monokulturze pszenicy jarej w postaci wsiewek międzyplonowych oraz międzyplonów ścierniskowych.

Tabela 2. Wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (K)
Table 2. Value of Sielianinov hydrothermic coefficient (K)

Lata – Years	Miesiące – Months				
	IV	V	VI	VII	VIII
2006	*0,94	1,35	**0,46	**0,39	4,30
2007	*0,52	1,98	1,57	2,17	1,36
2008	1,76	1,88	*0,74	1,65	1,02
Średnie z lat 1974-2003 Mean for 1974-2003	1,76	1,26	1,60	1,45	1,14

*K<1.0 = posucha – dry spell, ** K<0.5 = susza – drought.

Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 30 m². Przedplonem dla pszenicy jarej była pszenica ozima uprawiana na tym polu od 3 lat. W roku 2005 wysiano pszenicę jarą oraz wszystkie międzyplony zarówno wsiewki międzyplonowe jak i międzyplony ścierniskowe oraz zastosowano systemy uprawy roli zgodnie z założeniami metodyki, traktując ten rok jako przedwstępny.

Klasyczna uprawa roli przygotowująca pole pod pszenicę jarą rozpoczynała się podorywką i bronowaniem po zbiorze przedplonu. Przed zimą wykonano orkę na średnią głębokość. Wiosną wykonano bronowanie, przed siewem kultywatorowanie z bronowaniem. Nawozy azotowe 60 kg·ha⁻¹ N w formie saletry amonowej, fosforowe w ilości 30,5 kg·ha⁻¹ P w formie superfosfatu potrójnego oraz potasowe w ilości 74,7 kg·ha⁻¹ K w formie 60% soli potasowej wysiewano wiosną. Drugą dawkę azotu w ilości 40 kg·ha⁻¹ wnoszono na początku strzelania w źdźbło (30-33 fazy rozwojowe – BBCH – **B**iologische **B**undesanstalt, **B**undessortenamt and **C**hemical industry). Pszenicę jarą odmiany 'Zebra' (grupa technologiczna – E) wysiewano w liczbie 5 mln ziaren na ha w rozstawie rzędów 10 cm. Ziarno było zaprawione zaprawą Panoctine 350 SL (350 g·l⁻¹ guazatyna w postaci octanu). Koniczynę czerwoną – *Trifolium pratense* L. odmiany 'Dajana' – 20 kg·ha⁻¹ i życicę wielokwiatową westerwoldzką – *Lolium multiflorum* Lam. var. *westerwoldicum* Wittm. odmiany 'Mowester' – 20 kg·ha⁻¹ wysiewano w terminie siewu pszenicy jarej. Natomiast facelię błękitną – *Phacelia tanacetifolia* Benth. odmiany 'Stala' – 20 kg·ha⁻¹ oraz gorczycę białą – *Sinapis alba* L. odmiany 'Borowska' 20 kg·ha⁻¹ wysiewano po zbiorze pszenicy jarej i po wykonaniu uprawek poźniwnych w drugiej dekadzie sierpnia. Obiekt kontrolny stanowiły poletka bez wsiewek międzyplonowych i międzyplonów ścierniskowych.

W obiektach z uprawą konserwującą (B i C) po zbiorze przedplonu na poletkach bez wsiewek koniczyny czerwonej i życicy westerwoldzkiej wykonywano

gruberowanie na głębokość 18-20 cm oraz bronowanie. Następnie wysiewano facelię oraz gorczycę analogicznie jak w wariancie z uprawą płużną. W jednym przypadku międzyplony talerzowano przed zimą (B) w drugim sposobie pozostawiano je jako mulcz na zimę i dopiero wiosną wykonywano talerzowanie (C). W obiektach z jesiennym talerzowaniem międzyplonów (B) wiosenna uprawa roli była taka sama jak w uprawie płużnej. Na poletkach zaś z drugim wariantem uprawy konserwującej (C) po wykonaniu talerzowania pole bronowano, po czym zabieg bronowania powtarzano przed siewem pszenicy jarej.

Program ochrony ładu pszenicy jarej uwzględniał: Chwastox Extra 300 SL $3,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($300 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ MCPA) – (23-29 BBCH), Alert 375 SC $1 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($125 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ flusilazol i $250 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ karbendazym) – (26-29 BBCH).

Na próbach zbiorczych z kombinacji w trzech powtórzeniach określano charakterystykę pojedynczych ziarniaków aparatem SKCS (Single Kernel Characterization System) – model 4100 firmy Perten Instruments (masa ziarniaka – mg, średnica zastępcza ziarniaka – mm, indeks twardości, wilgotność ziarniaka %). Oznaczenia wykonano w Instytucie Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie. Oznaczono także w ziarnie zawartość popiołu surowego metodą wagową (wg PN-ISO 2171:1994), włókna surowego metodą wagową (wg aplikacji ASN 3428) oraz zawartość tłuszczu surowego metodą Soxhleta (PN-A-74039:1964). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Średnie porównano za pomocą najmniejszych istotnych różnic na podstawie testu Tukeya ($p = 0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza danych z systemu charakterystyki pojedynczego ziarniaka wskazuje, że w obiektach uprawy płużnej uzyskano istotnie większą masę ($33,57 \text{ mg}$) i średnicę zastępczą ziarniaka ($2,57 \text{ mm}$) w porównaniu do obydwu konserwujących wariantów uprawy roli – odpowiednio B- $32,53 \text{ mg}$ i $2,53 \text{ mm}$ oraz C- $32,95 \text{ mg}$ i $2,54 \text{ mm}$ (tab. 3 i 4). Wskazuje to jednoznacznie na fakt uzyskania dorodniejszego ziarna pszenicy jarej na poletkach uprawianych płużnie.

Masa i średnica zastępcza ziarniaków w obiektach z facelią błękitną ($33,53 \text{ mg}$, $2,58 \text{ mm}$) i gorczycą białą ($33,30 \text{ mg}$, $2,56 \text{ mm}$) była istotnie większa niż na poletkach z życią westerwoldzką ($32,59 \text{ mg}$, $2,52 \text{ mm}$). Jednocześnie w obiekcie z facelią błękitną większa niż na poletkach kontrolnych bez międzyplonów ($32,62 \text{ mg}$, $2,53 \text{ mm}$) (tab. 3 i 4). Największą masę oraz średnicę zastępczą ziarniaków stwierdzono w roku 2006 ($34,16 \text{ mg}$, $2,61 \text{ mm}$), istotnie mniejszą w roku 2008 ($32,77 \text{ mg}$, $2,54 \text{ mm}$), zaś najmniejszą w roku 2007 ($32,13 \text{ mg}$, $2,50 \text{ mm}$) (tab. 3 i 4). W roku 2007 w obydwu konserwujących wariantach uprawy roli masa

i średnica ziarniaków były istotnie mniejsze niż w pozostałych latach badań. W płuźnym systemie uprawy roli w roku 2008 były istotnie mniejsze niż w pierwszych dwu latach badań (tab. 3 i 4). Grundas (2002a) stwierdził, że parametr średnicy zastępczej ziarniaków określany na aparacie SKCS może być niedokładny z uwagi na skomplikowany kształt ziarniaka. W celu dokładniejszego oszacowania wielkości ziarniaków zaleca zastosowanie metody rentgenowskiej.

Tabela 3. Masa ziarniaka pszenicy jarej (mg)

Table 3. Weight of spring wheat kernel (mg)

Czynnik doświadczenia Experiment factor	System uprawy – Tillage system			Średnia Mean	
	*A	B	C		
Obiekt kontrolny Control	32,87	32,65	32,34	32,62	
Koniczyna czerwona Red clover	33,27	32,56	33,35	33,06	
Międzyplon Catch crop	Facelia błękitna Tansy phacelia	34,26	32,77	33,56	33,53
	Gorczyca biała White mustard	33,98	32,82	33,09	33,30
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	33,46	31,88	32,42	32,59
Lata Years	2006	34,04	33,64	34,78	34,16
	2007	34,03	30,87	31,49	32,13
	2008	32,62	33,09	32,60	32,77
Średnia – Mean		33,57	32,53	32,95	–
NIR – LSD (p = 0,05)		System uprawy – Tillage system 0,457 Międzyplon – Catch crop 0,691 Lata – Years 0,457 System uprawy x lata – Tillage system x years 1,060			

*A– Uprawa płuźna – Plough tillage,

B – Uprawa konserwująca z jesiennym talerzowaniem międzyplonów – Conservation tillage with autumn catch crops disking

C – Uprawa konserwująca z wiosennym talerzowaniem międzyplonów – Conservation tillage with spring catch crops disking.

Tabela 4. Średnica zastępcza ziarniaka pszenicy jarej (mm)**Table 4.** Equivalent diameter of spring wheat kernel (mm)

Czynnik doświadczenia Experiment factor		System uprawy – Tillage system			Średnia Mean
		*A	B	C	
Międzyplon Catch crop	Obiekt kontrolny Control	2,55	2,53	2,51	2,53
	Koniczyna czerwona Red clover	2,56	2,54	2,56	2,55
	Facelia błękitna Tansy phacelia	2,62	2,54	2,58	2,58
	Gorzycza biała White mustard	2,58	2,55	2,55	2,56
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	2,56	2,48	2,52	2,52
Lata Years	2006	2,60	2,60	2,63	2,61
	2007	2,59	2,43	2,47	2,50
	2008	2,52	2,56	2,53	2,54
Średnia – Mean		2,57	2,53	2,54	–
NIR – LSD (p = 0,05)		System uprawy – Tillage system 0,022 Międzyplon – Catch crop 0,033 Lata – Years 0,022 System uprawy x lata – Tillage system x years 0,050			

* Objasnienia takie jak w tabeli 3 – Explanations as in Table 3.

Indeks twardości był większy w obiektach uprawy konserwującej (B-65,43 oraz C-65,46) w porównaniu z uprawą płużną (64,28). Najmniejszy indeks twardości stwierdzono w roku 2006 (55,18), istotnie większy w roku 2008 (64,57), zaś największy w roku 2007 (75,41). W płużnym systemie uprawy roli w obiektach z życią westerwoldzką (63,54) indeks twardości ziarna pszenicy jarej był istotnie mniejszy niż w konserwującym wariantcie uprawy roli z jesienną inkorporacją międzyplonów (66,32) (tab. 5). Indeks twardości we wszystkich obiektach z międzyplonami oraz obiekcie kontrolnym w roku 2007 był największy, istotnie mniejszy w roku 2008, natomiast najmniejszy w roku 2006. Grundas (2004) podaje, że twardość ziarniaka oznaczana w analizatorze SKCS jako indeks twardości jest jednostką bez miana i nie posiada jednoznacznej interpretacji fizycznej. Jednak jest to cecha w wysokim stopniu skorelowana z twardością rozumianą jako odporność ziarniaka na działanie mechanicznych obciążeń statycznych.

Tabela 5. Indeks twardości ziarna pszenicy jarej
Table 5. Hardness index of spring wheat grain

Czynnik doświadczenia Experiment factor	System uprawy – Tillage system			Średnia Mean
	*A	B	C	
Obiekt kontrolny Control	65,40	64,83	66,11	65,45
Koniczyna czerwona Red clover	65,30	65,45	65,60	65,45
Międzyplon Catch crop				
Facelia błękitna Tansy phacelia	63,75	65,09	65,93	64,92
Gorczyca biała White mustard	63,38	65,48	64,75	64,54
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	63,54	66,32	64,89	64,92
Średnia – Mean	64,28	65,43	65,46	–
NIR – LSD (p = 0,05)	System uprawy – Tillage system 0,674 System uprawy x międzyplon Tillage system x catch crop 2,216			
	2006	2007	2008	
Obiekt kontrolny Control	55,83	75,78	64,73	65,45
Koniczyna czerwona Red clover	55,92	74,86	65,59	65,45
Międzyplon Catch crop				
Facelia błękitna Tansy phacelia	54,86	75,44	64,47	64,92
Gorczyca biała White mustard	54,88	74,31	64,42	64,54
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	54,41	76,68	63,66	64,92
Średnia – Mean	55,18	75,41	64,57	–
NIR – LSD (p = 0,05)	Lata – Years 0,674 Międzyplon x lata – Catch crop x years 2,216			

* Objaśnienia takie jak w tabeli 3. Explanations as in Table 3.

Wilgotność ziarniaków była istotnie większa w konserwującym wariacie uprawy z wiosennym talerzowaniem międzyplonów (13,24%) w porównaniu do ziarna uzyskanego z obiektów uprawy płuznej (13,09%) i konserwującej uprawy z jesienną inkorporacją międzyplonów (13,05%) (tab. 6). W obiektach z facelią błękitną (12,98%), koniczyną czerwoną (13,04%) oraz gorczycą białą (13,06%) stwierdzono istotnie mniejszą wilgotność ziarniaków niż w obiektach kontrolnym (13,28%) i z życią westerwoldzką (13,28). W roku 2006 wilgotność ziarniaków określona w systemie SKCS była najmniejsza (12,18%), istotnie większa w roku 2008 (12,54%) oraz największa w roku 2007 (14,66%). Warto zwrócić uwagę na fakt, że wartość tego parametru układała się podobnie jak wielkość sumy opadów w miesiącu lipcu. W tym okresie suma opadów w roku 2007 była prawie pięciokrotnie większa niż w 2006 oraz wyraźnie większa niż w roku 2008 (tab. 1).

W obiekcie kontrolnym uprawianym płuznie stwierdzono istotnie mniejszą wilgotność ziarniaków niż w obiekcie z koniczyną czerwoną. Natomiast w konserwującym wariacie uprawy roli z jesiennym talerzowaniem międzyplonów w obiektach kontrolnym i z życią westerwoldzką wilgotność ziarna była istotnie większa niż w pozostałych obiektach z międzyplonami. W obiektach uprawy konserwującej z wiosenną inkorporacją międzyplonów na poletkach z życią westerwoldzką wilgotność ziarniaków była istotnie większa niż w obiektach z koniczyną czerwoną, facelią błękitną i gorczycą białą. Jednocześnie wilgotność ziarna w obiekcie kontrolnym była istotnie większa niż w obiektach z koniczyną czerwoną i facelią błękitną (tab. 6). Największą wilgotność ziarna we wszystkich ocenianych systemach uprawy roli stwierdzono w roku 2007, w którym suma opadów i poziom zachwaszczenia były największe. W roku 2007 wszystkie oceniane międzyplony łącznie z obiektem kontrolnym zwiększały wilgotność ziarna w porównaniu z pozostałymi latami badań (tab. 6).

Geodecki (1999) oraz Grundas (2002a) podają, że po osiągnięciu przez ziarniak krytycznego poziomu wilgotności wynoszącego, według badań autorów, 13-14%, jest on narażony na działanie naturalnych czynników o charakterze destrukcyjnym. Wilgotność ziarniaków stwierdzona na aparacie SKCS we wszystkich ocenianych systemach uprawy roli przekroczyła poziom 13%. Podobne wyniki uzyskano w odniesieniu do obiektów z międzyplonami poza poletkami z facelią błękitną. Oceniając wilgotność ziarna w latach badań, jedynie w roku 2007 charakteryzującym się największą sumą opadów w okresie wegetacji oraz największym zachwaszczeniem łąnu, wilgotność ziarniaków przekroczyła poziom krytyczny. Wyniki pomiarów przeprowadzonych na aparacie SKCS przez Geodeckiego i in. (2003) dowodzą, że ziarno odmian pszenicy ozimej w porównaniu z ziarnem odmian pszenicy jarej charakteryzuje się mniejszą twardością technologiczną, co znajduje swoje potwierdzenie w większej ich skłonności do powstawania uszkodzeń wewnętrznych, identyfikowanych rentgenograficznie. Jedno-

Tabela 6. Wilgotność ziarna pszenicy jarej (%)**Table 6.** Moisture of spring wheat grain (%)

Czynnik doświadczenia Experiment factor		System uprawy – Tillage system			Średnia Mean
		*A	B	C	
Międzyplon Catch crop	Obiekt kontrolny Control	12,93	13,53	13,38	13,28
	Koniczyna czerwona Red clover	13,26	12,79	13,08	13,04
	Facelia błękitna Tansy phacelia	13,08	12,75	13,09	12,98
	Gorzycza biała White mustard	13,13	12,83	13,20	13,06
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	13,06	13,35	13,43	13,28
Lata Years	2006	11,94	12,01	12,61	12,18
	2007	14,68	14,63	14,65	14,66
	2008	12,66	12,51	12,45	12,54
Średnia Mean		13,09	13,05	13,24	–
NIR – LSD (p = 0,05)		System uprawy Tillage system 0,066 Międzyplon Catch crop 0,100 Lata Years 0,066 System uprawy x międzyplon Tillage system x catch crop 0,218 System uprawy x lata Tillage system x years 0,154			
		2006	2007	2008	
Międzyplon Catch crop	Obiekt kontrolny Control	12,45	14,82	12,58	13,28
	Koniczyna czerwona Red clover	11,95	14,62	12,56	13,04
	Facelia błękitna Tansy phacelia	11,77	14,57	12,59	12,98
	Gorzycza biała White mustard	12,22	14,42	12,53	13,06
	Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	12,53	14,85	12,45	13,28
Średnio – Mean		12,18	14,66	12,54	–
NIR – LSD (p = 0,05)		Lata x międzyplon – Catch crop x years 0,218			

* objaśnienia takie jak w tabeli 3 – Explanations as in Table 3.

cześnie Miś i in. (2000) oraz Geodecki i in. (2003) stwierdzili, że w warunkach agroklimatycznych Polski główną przyczyną powstawania wewnętrznych uszkodzeń endospermu ziarna pszenicy w okresie przedzbiorowym jest intensywny wzrost jego wilgotności, wpływający na zmianę jego twardości i grubości. Sprzyja to powstawaniu strat ilościowych i jakościowych ziarna w trakcie zbioru kombajnowego.

Zawartość popiołu w ziarnie pszenicy jarej w obiektach uprawy konserwującej z wiosennym talerzowaniem międzyplonów (1,60% s.m.) była istotnie większa niż w pozostałych obiektach uprawowych (A – 1,54% s.m., B – 1,55% s.m.). W obiekcie kontrolnym (1,62% s.m.) oraz z życicą westerwoldzką (1,61% s.m.) stwierdzono największą zawartość popiołu w ziarnie, istotnie mniejszą w obiektach z facelią błękitną (1,52% s.m.) i koniczyną czerwoną (1,50% s.m.). Jednocześnie na poletkach z gorczycą białą (1,58% s.m.) większą jego zawartość niż w obiektach z koniczyną czerwoną i facelią błękitną (tab. 7). Woźniak (2009) w ziarnie pszenicy jarej uprawianej bezorkowo stwierdził większą zawartość popiołu w porównaniu z uprawianą płuznie. Największą zawartość popiołu w ziarnie pszenicy jarej stwierdzono w roku 2007 (2,13% s.m.), istotnie mniejszą w roku 2008 (1,54% s.m.), zaś najmniejszą w pierwszym roku badań (1,02% s.m.) (tab. 7). Także Rothkaehl (2009) porównując zawartość popiołu w ziarnie pszenicy jarych na przestrzeni lat 2006-2008, stwierdziła największą jego zawartość w roku 2007. W badaniach Rothkaehl (2007, 2008, 2009) średnia zawartość popiołu w ziarnie jarych odmian pszenicy w roku 2006 wynosiła 1,76% s.m. przy zakresie wyników od 1,40 do 2,04% s.m., w roku 2007 1,87% s.m. (od 1,61 do 2,16% s.m.), natomiast w roku 2008 1,63% s.m. (od 1,42 do 1,96% s.m.).

W płuznym systemie uprawy roli najmniejszą zawartość popiołu w ziarnie stwierdzono w obiekcie z koniczyną czerwoną. W konserwującym wariantcie uprawy roli z jesiennym talerzowaniem międzyplonów najmniejszą zawartość popiołu w ziarnie określono także w obiektach z koniczyną czerwoną oraz na poletkach z wsiewką życicy westerwoldzkiej. W konserwującym wariantcie uprawy z wiosenną inkorporacją masy międzyplonów stwierdzono natomiast sytuację odwrotną – zawartość popiołu w ziarnie w obiektach z wsiewkami koniczyny czerwonej oraz życicy westerwoldzkiej była największa (tab. 7).

W roku 2007 we wszystkich ocenianych systemach uprawy roli zawartość popiołu w ziarnie pszenicy jarej była największa, w roku 2008 istotnie mniejsza, natomiast najmniejsza w roku 2006 (tab. 7). Tendziagolska i Parylak (2004) po wprowadzeniu do gleby masy międzyplonu gorczycy białej nie stwierdziły jednoznacznych zmian zawartości popiołu w ziarnie pszenicy ozimego. Parylak (1999) uzyskała natomiast zmniejszenie udziału popiołu w ziarnie pszenicy ozimego pod wpływem przyoranego międzyplonu rzepaku. Cacak-Pietrzak i in. (1999) uzyskali średnio w ziarnie psze-

nicy jarej zawartość popiołu na poziomie 1,91%. W tych badaniach jedynie w roku 2007 uzyskano większą jego zawartość (tab. 7).

Tabela 7. Zawartość popiołu surowego w ziarnie pszenicy jarej (% s.m.)

Table 7. Crude ash content in grain of spring wheat (% d.m.)

Czynnik doświadczenia Experiment factor	System uprawy – Tillage system			Średnia Mean
	*A	B	C	
Obiekt kontrolny Control	1,66	1,60	1,60	1,62
Koniczyna czerwona Red clover	1,40	1,42	1,67	1,50
Międzyplon Catch crop				
Facelia błękitna Tansy phacelia	1,48	1,58	1,52	1,52
Gorzycza biała White mustard	1,48	1,69	1,56	1,58
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	1,67	1,48	1,67	1,61
Lata Years				
2006	0,87	1,15	1,03	1,02
2007	2,20	1,99	2,21	2,13
2008	1,54	1,52	1,57	1,54
Średnia – Mean	1,54	1,55	1,60	–
NIR – LSD (p = 0,05)	System uprawy Tillage system 0,021 Międzyplon Catch crop 0,032 Lata Years 0,021 System uprawy x międzyplon Tillage system x catch crop 0,071 System uprawy x lata Tillage system x years 0,050			

* Objaśnienia takie jak w tabeli 3 – Explanations as in Table 3.

Największą zawartość włókna w ziarnie stwierdzono w obiekcie uprawy konserwującej z wiosennym talerzowaniem międzyplonów (5,47%), istotnie mniejszą w obiektach uprawy płużnej (4,73%), najmniejszą zaś w obiekcie uprawy konserwującej z jesiennym talerzowaniem międzyplonów (4,39%) (tab. 8). W obiekcie z gorzyczą białą (5,15%) stwierdzono istotnie większą zawartość włókna w ziarnie w porównaniu do pozostałych obiektów z międzyplonami. Istotnie mniejszą zawartość włókna w ziarnie stwierdzono kolejno w obiektach z życicą

westerwoldzką (5,00%), facelią błękitną (4,88%), obiekcie kontrolnym (4,76%) i najmniejszą w obiekcie z koniczyną czerwoną (4,53%). Największą zawartość włókna w ziarnie pszenicy jarej stwierdzono w roku 2007 (5,43%), istotnie mniejszą w roku 2008 (5,33%), zaś najmniejszą w roku 2006 (3,82%) (tab. 8). W płużnym systemie uprawy roli największą zawartość włókna stwierdzono w ziarnie uzyskanym w obiekcie z gorczycą białą, w konserwującym wariacie uprawy z jesiennym talerzowaniem międzyplonów w obiekcie z koniczyną czerwoną, natomiast w wariantach z wiosennym talerzowaniem w obiekcie z życicą westerwoldzką. W pierwszym roku badań zawartość włókna w ziarnie pszenicy jarej we wszystkich ocenianych obiektach uprawowych była istotnie mniejsza niż w kolejnych latach badań (tab. 8).

Tabela 8. Zawartość włókna surowego w ziarnie pszenicy jarej (%)

Table 8. Crude fibre content in grain of spring wheat (%)

Czynnik doświadczenia Experiment factor	System uprawy – Tillage system			Średnia Mean
	*A	B	C	
Obiekt kontrolny Control	4,55	4,31	5,42	4,76
Koniczyna czerwona Red clover	4,49	4,66	4,43	4,53
Międzyplon Catch crop				
Facelia błękitna Tansy phacelia	4,79	4,57	5,29	4,88
Gorczyca biała White mustard	5,16	4,22	6,07	5,15
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	4,64	4,19	6,15	5,00
Lata Years				
2006	3,47	3,36	4,64	3,82
2007	5,23	4,81	6,27	5,43
2008	5,48	5,00	5,51	5,33
Średnia – Mean	4,73	4,39	5,47	–
NIR – LSD (p = 0,05)	System uprawy – Tillage system 0,009 Międzyplon – Catch crop 0,014 Lata – Years 0,009 System uprawy x międzyplon Tillage system x catch crop 0,030 System uprawy x lata – Tillage system x years 0,021			

* Objaśnienia takie jak w tabeli 3 – Explanations as in Table 3.

Najmniejszą zawartość tłuszczu w ziarnie stwierdzono w obiektach uprawy płużnej (1,72%), istotnie większą w obiektach uprawy konserwującej z wiosenną inkorporacją międzyplonów (1,75%), największą natomiast w obiekcie uprawy konserwującej z jesiennym talerzowaniem międzyplonów (1,81%). W obiektach z międzyplonami ścierniskowymi facelii błękitnej (1,80%) i gorczycy białej (1,80%) oraz z wsiewką międzyplonową życicy westerwoldzkiej (1,78%) określono największą zawartość tłuszczu w ziarnie, istotnie mniejszą w obiekcie kontrolnym (1,75%), natomiast najmniejszą na poletkach z koniczyną czerwoną (1,67%). Największą zawartość tłuszczu w ziarnie pszenicy jarej stwierdzono w roku 2006 (1,89%), istotnie mniejszą w roku 2008 (1,79%), zaś najmniejszą w roku 2007 (1,60%) (tab. 9).

Tabela 9. Zawartość tłuszczu surowego w ziarnie pszenicy jarej (%)

Table 9. Crude fat content in grain of spring wheat (%)

Czynnik doświadczenia Experiment factor	System uprawy – Tillage system			Średnia Mean
	*A	B	C	
Obiekt kontrolny Control	1,71	1,83	1,71	1,75
Koniczyna czerwona Red clover	1,57	1,67	1,76	1,67
Międzyplon Catch crop				
Facelia błękitna Tansy phacelia	1,69	1,92	1,79	1,80
Gorzycyca biała White mustard	1,80	1,84	1,75	1,80
Życica westerwoldzka Westerwolds ryegrass	1,80	1,81	1,74	1,78
Lata Years				
2006	1,82	1,97	1,87	1,89
2007	1,68	1,65	1,48	1,60
2008	1,65	1,83	1,90	1,79
Średnia – Mean	1,72	1,81	1,75	–
NIR – LSD (p = 0,05)	System uprawy Tillage system 0,009 Międzyplon Catch crop 0,014 Lata Years 0,009 System uprawy x międzyplon Tillage system x catch crop 0,030 System uprawy x lata Tillage system x years 0,021			

* Objasnienia takie jak w tabeli 3 – Explanations as in Table 3.

W płużnym systemie uprawy roli w obiektach z życią westerwoldzką i gorczycą białą zawartość tłuszczu w ziarnie była istotnie większa niż w pozostałych obiektach. Najmniejszą zawartość tłuszczu w tym systemie uprawy stwierdzono w obiekcie z koniczyną czerwoną. Podobnie w konserwującym wariacie uprawy z jesienną inkorporacją międzyplonów w obiekcie z koniczyną czerwoną zawartość tłuszczu w ziarnie była istotnie mniejsza niż w pozostałych obiektach. Jednocześnie największą zawartość tłuszczu w tym wariacie uprawowym stwierdzono w ziarnie zebranych z poletek z facelią błękitną. Podobna sytuacja wystąpiła w konserwującym wariacie uprawy z wiosennym talerzowaniem międzyplonów w którym w obiekcie z facelią błękitną zawartość tłuszczu w ziarnie była istotnie większa niż w pozostałych obiektach. Jednak w tym systemie uprawy w obiekcie z koniczyną czerwoną zawartość tłuszczu w ziarnie była większa niż w obiekcie kontrolnym, czego nie stwierdzono w pozostałych wariantach uprawy roli. Najmniejszą zawartość tłuszczu w obydwu konserwujących wariantach uprawy roli stwierdzono w roku 2007 w porównaniu do pozostałych lat obserwacji. W obiektach uprawy płużnej najmniejszą zawartość tłuszczu w ziarnie określono w roku 2008 (tab. 9). W badaniach Wesołowskiego i in. (2005) zawartość tłuszczu surowego, włókna i popiołu surowego w ziarnie pszenicy jarej tylko w niewielkim stopniu zależała od zastosowanego poziomu agrotechniki.

WNIOSKI

1. Średnie wartości masy i średnicy zastępczej pojedynczych ziarniaków w obiektach uprawy płużnej (33,57 mg, 2,57 mm) były istotnie większe niż w konserwujących wariantach uprawy roli (B-32,53 mg, 2,53 mm; C-32,95 mg, 2,54 mm). Średnia wartość indeksu twardości była natomiast większa w obiektach uprawy konserwującej (B-65,43; C-65,46) w porównaniu z płużną (64,28).

2. Średnia wilgotność ziarniaków określona aparatem SKCS była istotnie większa w konserwującym wariacie uprawy z wiosennym talerzowaniem międzyplonów (13,24%) w porównaniu do ziarna uzyskanego z obiektów uprawy płużnej (13,09%) i konserwującej z jesienną inkorporacją międzyplonów (13,05%).

3. Masa oraz średnica zastępcza ziarna w obiektach z życią westerwoldzką (32,59 mg, 2,52 mm) były istotnie mniejsze niż w obiektach z międzyplonami ścierniskowymi facelii błękitnej (33,53 mg, 2,58 mm) i gorczycy białej (33,30 mg, 2,56 mm). Wilgotność ziarna na poletkach z życią westerwoldzką (13,28%) była natomiast większa w porównaniu z pozostałymi obiektami na których wysiewano międzyplony.

4. Zawartość popiołu oraz włókna w ziarnie pszenicy jarej w obiektach uprawy konserwującej z wiosennym talerzowaniem międzyplonów (1,60% s.m.; 5,47%) była istotnie większa niż w uprawie płużnej (1,54% s.m.; 4,73%) i kon-

serwującej z jesienną inkorporacją międzyplonów (1,55% s.m.; 4,39%). Największą natomiast zawartość tłuszczu w ziarnie stwierdzono w obiektach uprawy konserwującej bez mulczu (1,81%).

5. Największą zawartość popiołu w ziarnie pszenicy jarej stwierdzono w obiekcie kontrolnym (1,62% s.m.) oraz z życią westerwoldzką (1,61% s.m.), istotnie mniejszą w obiektach z facelią błękitną (1,52% s.m.) i koniczyną czerwoną (1,50% s.m.). Największą zawartość włókna w ziarnie stwierdzono w obiektach z gorczycą białą (5,15%), najmniejszą natomiast z koniczyną czerwoną (4,53%). Zawartość tłuszczu w ziarnie w obiektach z międzyplonami ścierniskowymi facelii błękitnej (1,80%) i gorzycy białej (1,80%) była największa, zaś na poletkach z koniczyną czerwoną (1,67%) najmniejsza.

6. Oceniane cechy fizyczne ziarniaków pszenicy jarej oraz zawartość popiołu, włókna i tłuszczu zmieniały się pod wpływem warunków pogodowych występujących w kolejnych latach obserwacji.

PIŚMIENNICTWO

- Borkowska H., Grundas S., Styk B., 2003. Zmiany wybranych cech jakościowych ziarna kilku odmian pszenicy pod wpływem zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Acta Agrophysica*, 2(4), 717-723.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., 1999. Cechy fizyko-chemiczne ziarna wybranych krajowych odmian pszenicy. *Pam. Puł.*, 118, 35-43.
- Geodecki M., 1999. Uszkodzenia wewnętrzne ziarna pszenicy powstające w okresie przedzbiorowym. Praca doktorska. Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie.
- Geodecki M., Grundas S., 2003. Charakterystyka cech geometrycznych pojedynczych ziarniaków pszenicy ozimej i jarej. *Acta Agrophysica*, 2(3), 531-538.
- Geodecki M., Grundas S., Sosnowski S., 2003. Uszkodzenia mechaniczne ziarna pszenicy w okresie przedzbiornym jako przyczyna strat plonu. *Acta Agrophysica*, 2(1), 51-60.
- Grundas S., 2002a. Monitoring jednorodności ziarna zbóż – propozycje rozwiązań aparaturowych dla celów hodowlanych i przemysłowych. *Biuletyn Informacyjny Instytutu Agrofizyki w Lublinie*, 7, 2-4.
- Grundas S., 2002b. Characteristics of single kernel in wheat head by X-ray and SKCS methods. ICC Conference 2002 on Novel Raw Materials, Technologies and Products – New Challenge for the Quality Control. Budapest/Hungary, May 26-29, CD Rom, 220-234.
- Grundas S., 2002c. Grain structure of wheat and wheat-based products. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, Academic Press, 6137-6146.
- Grundas S., 2002d. Wheat/The Crop. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, Academic Press, 6130-6137.
- Grundas S., 2004. Charakterystyka właściwości fizycznych ziarniaków w kłosach pszenicy zwyczajnej *Triticum aestivum* L. *Acta Agrophysica, Rozprawy i Monografie*, 2, 7-64.
- Miś A., Grundas S., Geodecki M., 2000. Changes in hardness and thickness of wheat grain as result of its moistening. *Int. Agrophysics*, 14, 203-206.

- Mościcki L., Wójtowicz A., 2009. Produkty pełnoziarniste. Część 1. Produkty zbożowe i substancje odżywcze. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 3-6.
- Parylak D., 1999. Wpływ wilgotności gleby i obecności międzyplonu na plon i jakość ziarna pszenicy ozimego w monokulturze. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo*, 74, 141-147.
- Radomski Cz., 1987. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, 2010. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Rothkaehl J. 2007. Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów 2006 roku. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1, 4-9.
- Rothkaehl J. 2008. Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów 2007 roku. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1, 2-7.
- Rothkaehl J., 2009. Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów 2008 roku. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1, 2-5.
- Tendziagolska E., Parylak D., 2004. Zabiegi regeneracyjne w monokulturze pszenicy ozimego a jakość ziarna. *Pam. Puł.*, 135, 317-324.
- Wesołowski M., Boniek Z., Buła M., Juszcak D., 2005. Wpływ gęstości wysiewu i poziomu agrotechniki na plon i jakość ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.*, 139, 311-318.
- Woźniak A., 2009. Jakość ziarna pszenicy jarej odmiany Koks w różnych systemach uprawy roli. *Acta Agrophysica*, 14(1), 233-241.

TILLAGE SYSTEMS AND CATCH CROPS AS FACTORS CREATING PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SPRING WHEAT GRAIN CULTIVAR ZEBRA

Piotr Kraska

Department of Agricultural Ecology, University of Life Sciences
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Poland
e-mail: piotr.kraska@up.lublin.pl

Abstract. In the period 2006-2008, a study was conducted on the effect of tillage systems and catch crops on the physical properties of spring wheat grain determined using the SKCS instrument. At the same time, the content of ash, fibre and fat in the grain was estimated. In the plough tillage treatments, kernel weight and equivalent diameter estimated using the Single Kernel Characterization System (SKCS) were significantly higher than in the conservation tillage treatments. The hardness index was higher in the conservation tillage treatments compared to plough tillage. The highest moisture, ash and fibre content in the spring wheat grain were found in the conservation tillage treatments with spring disking of the catch crops. On the other hand, the highest grain fat content was found in the conservation tillage treatments without mulch. Kernel weight and equivalent diameter were significantly lower in the treatment with Westerwolds ryegrass than in the treatments with the stubble crops of lacy phacelia and white mustard. Whereas, the grain moisture content was higher in the plots with Westerwolds ryegrass relative to the other catch-cropped treatments. The highest ash content was found in the control treatment and in that with Westerwolds ryegrass. The highest fibre content in the grain was found in the treatments with white mustard, the lowest one in those with red clover. The fat content in the grain from the treatments with lacy phacelia and white mustard was the highest, whereas in the plots with red clover it was the lowest.

Key words: spring wheat, SKCS, chemical composition, tillage system, catch crop