

¹Katedra Agronomii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin, e-mail: anna.jaroszevska@zut.edu.pl

²Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, Żywienia Zwierząt i Żywności
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Judyma 10, 71-460 Szczecin

ANNA JAROSZEWSKA¹, WIOLETTA BIEL², MARLENA WITKOWSKA¹

**Wpływ rodzaju nawozu i poziomu nawożenia azotem
na zawartość wybranych składników odżywczych
w ziarnie dwóch odmian pszenicy jarej *Triticum
aestivum* ssp. *vulgare* L., uprawianej
w warunkach Niziny Szczecińskiej**

The influence of the type of fertilizer and the level of nitrogen fertilization
on the content of selected nutrients in the grain of two spring wheat *Triticum
aestivum* ssp. *vulgare* L., varieties, cultivated in the conditions
of the Szczecin Lowland

Streszczenie. Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu rodzaju nawozu i poziomu nawożenia azotem na zawartość wybranych składników odżywczych w ziarnie dwóch odmian pszenicy jarej *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L., uprawianej w warunkach Niziny Szczecińskiej. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2012–2014 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Lipniku (53°42'N, 14°97'S), należącej do Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Materiał badawczy stanowiło ziarno pszenicy jarej odmiany 'Bombona' i 'Parabola'. W ziarnie oznaczono zawartość podstawowych składników odżywczych oraz frakcje włókna. Badane cechy zależały istotnie przede wszystkim od odmian. Odmiana 'Bombona' zawierała istotnie więcej suchej masy, włókna, BAW oraz wszystkich badanych frakcji włókna, a odmiana 'Parabola' – popiołu i białka. Ziarno zebrane z poletek nawożonych 120 kg N·ha⁻¹ zawierało najwięcej suchej masy, popiołu i białka. Wraz ze zwiększaniem poziomu nawożenia azotem malała zawartość BAW. Rodzaj zastosowanych nawozów miał istotny wpływ jedynie na zawartość frakcji ADF.

Słowa kluczowe: pszenica jara, odmiany, nawożenie azotowe, poziom nawożenia, składniki odżywcze, frakcje włókna

WSTĘP

Produkcja roślinna zaspokaja potrzeby żywieniowe w zakresie podstawowych składników pokarmowych, w tym związków energetycznych oraz białka. Związki energetyczne w skali światowej pochodzą w 55% z produkcji zbożowej, w około 20%

z innych roślin uprawnych, a w 15–20% z produkcji zwierzęcej. Jednocześnie zboża są źródłem 50% białka, rośliny motylkowe – 5%, a nieco powyżej 20% – zwierzęta łącznie z rybami [Kowieska i in. 2010]. Najważniejszą grupę roślin uprawnych w Polsce stanowią zboża. Według szacunków Głównego Urzędu Statystycznego powierzchnia uprawy zbóż podstawowych z mieszankami zbożowymi w 2015 r. wynosiła 7,2 mln ha, z tego 2,4 mln ha stanowiła uprawa pszenicy [GUS 2016]. Pszenica jest podstawowym zbożem konsumpcyjnym i paszowym, dlatego należy uznać ją za roślinę o znaczeniu strategicznym dla polskiego rolnictwa [Świącicki i in. 2011].

Nawożenie azotem to jeden z najważniejszych czynników plonotwórczych, decydujący o wielkości i jakości plonu ziarna [Podolska i Sułek 2002, Kołodziejczyk i in. 2007]. Zwiększa rozkrzewienie produkcyjne roślin, a przez to obsadę kłosów na jednostce powierzchni, masę ziarna z rośliny i kłosa oraz zawartość białka w ziarnie [Jaśkiewicz 2014]. Wyniki wielu badań [Biskupski i in. 2006, Kołodziejczyk i in. 2007, Sułek i Podolska 2008] wskazują, że efektywność nawożenia azotem w uprawie pszenicy jarej zależy od reakcji poszczególnych odmian, czynników siedliskowych i agrotechnicznych, w tym terminu, dawki i sposobu aplikacji nawozów. Wraz ze wzrostem dawki nawożenia azotem następuje wzrost plonowania pszenicy i na ogół poprawiają się również cechy jakościowe ziarna [Cacak-Pietrzak i Sułek 2007]. Bardzo ważnym problemem w uprawie zbóż jest wyznaczenie optymalnego poziomu nawożenia azotem [Buczek i in. 2008], gdyż stosowanie dużych dawek sprzyja wyleganiu roślin oraz silniejszemu porażeniu przez choroby, co w efekcie zmniejsza plonowanie i pogarsza jakość zbieranego ziarna [Kołodziejczyk i in. 2007]. W literaturze istnieją sprzeczne poglądy dotyczące wielkości dawek azotu pozytywnie wpływających na plon i jakość ziarna pszenicy jarej, a rozbieżności w tych poglądach wynikają prawdopodobnie z genetycznego uwarunkowania odmian i rodów [Mazurek i Sułek 1995]. W badaniach Sułek i Podolskiej [2008] najkorzystniejsze wskaźniki jakości ziarna stwierdzono u pszenicy jarej nawożonej dawką 180 kg N·ha⁻¹ w trzech terminach. Fatyga i in. [1994] wykazali korzystny wpływ na plony dawki 120 kg N·ha⁻¹. Nawożenie na poziomie 90 kg N·ha⁻¹ zalecają Mazurek i in. [1995], a Noworolnik i Sułek [1999] dawkę 75 kg N·ha⁻¹. Dobór właściwej formy azotu powinien zapewnić roślinom jego dość stałe źródło, o szybkim, a jednocześnie długotrwałym działaniu.

W przeprowadzonych badaniach założono, że wartość odżywcza badanego ziarna pszenicy jarej jest zależna od czynników agrotechnicznych: odmiany, rodzaju (forma azotu) i poziomu aplikowanych nawozów azotowych.

Celem badań była ocena wpływu rodzaju nawozu i poziomu nawożenia azotem na zawartość wybranych składników odżywczych w ziarnie dwóch odmian pszenicy jarej *Triticum aestivum ssp. vulgare* L., uprawianej w warunkach Niziny Szczecińskiej.

MATERIAŁ I METODY

Trójczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2012–2014 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Lipniku (53°42'N, 14°97'S), Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Materiał badawczy stanowiło ziarno dwóch odmian pszenicy jarej uprawianej na glebie rdzawej typowej [Systematyka Gleb

Polski 2011], według IUSS Working Group WRB [2015] klasyfikowanej jako gleba brunatna wylugowana (Haplic Cambisol) o odczynie lekko kwaśnym (pH w 1 mol KCl – 6,5). Czynniki I – dwa rodzaje nawożenia: 1) Sulfammo 30 N PRO (forma azotu amonowa i amidowa, siarka, magnez i mezoalcal oraz kompleks N PRO zwiększający efektywność przemian azotu w roślinie; 2) saletra amonowa (forma azotu amonowa i saletrzana). Czynniki II – odmiany: 1) 'Bombona' 2) 'Parabola'. Czynniki III – cztery dawki nawożenia (0 – kontrola), 40, 80, 120 kg N·ha⁻¹). Badania przeprowadzono w układzie podbloków losowych, w czterech powtórzeniach. Nawożenie azotem (jednorazowo 40 kg N·ha⁻¹) stosowano przed siewem, w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia. Nawożenie fosforem i potasem, w zależności od zasobności gleby, przed siewem. Siew przeprowadzono w trzeciej dekadzie marca w ilości 450 nasion na m². Zbiór pszenicy wykonano kombajnem w pierwszej dekadzie sierpnia w kolejnych latach badań.

Podstawowy skład chemiczny oznaczono metodą standardową AOAC [2012]. W celu oznaczenia suchej masy próby suszono w temperaturze 105°C do uzyskania stałej wagi suszonej masy. Tłuszcz surowy oznaczono przy pomocy eteru dietylowego metodą Soxhleta, popiół surowy – poprzez spalenie w piecu muflowym w temperaturze 580°C przez 8 h, białko surowe (N × 6,25) określono metodą Kjeldahla przy użyciu zestawu do mineralizacji Büchi Scrubber B414 i zestawu destylacyjnego Büchi 324, włókno surowe (CF) oznaczono na aparacie Ankom 220 Fiber. Zawartość bezazotowych związków wyciągowych (BAW) obliczono wg schematu: BAW = sucha masa – (białko ogólne + tłuszcz surowy + popiół surowy + włókno surowe).

Frakcje włókna detergentowego: NDF (włókno neutralno detergentowe/ neutral detergent fibre), ADF (włókno kwaśno detergentowe/ acid detergent fibre), ADL (lignina/ acid detergent lignin) oznaczono z zastosowaniem metody Van Soest i in. [1991] na aparacie Ancom 220 Fiber Analyzer. Frakcję NDF oznaczono z zastosowaniem SLS (siarczany sodowo-laurylowego), ADF z zastosowaniem CTAB (bromku cetylotrójmetyle-amonowego), ADL poprzez rozkład otrzymanego ADF w 72-procentowym kwasie siarkowym. Hemicelulozę obliczono z różnicy pomiędzy NDF i ADF, a celulozę – z różnicy ADF i ADL.

Otrzymane wyniki dotyczące wartości odżywczej dwóch odmian ziarna pszenicy jarej zostały poddane trójczynnikowej analizie wariancji w układzie podbloków losowych, gdzie za powtórzenia przyjęto rezultaty z kolejnych lat badań. Istotność różnic przy NIR 0,05 oceniono testem Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość podstawowych składników odżywczych w badanym ziarnie pszenicy jarej przedstawiono w tabeli 1. Zawartość suchej masy oraz koncentrację popiołu, białka i BAW w ziarnie pszenicy jarej modyfikowała zarówno odmiana, jak i nawożenie zróżnicowanymi dawkami azotu. Nieznacznie więcej suchej masy (o 0,2%), ale statystycznie istotnie, stwierdzono w odmianie 'Bombona' niż 'Parabola' oraz w ziarnie zebranym z poletek nawożonych 120 kg N·ha⁻¹, w porównaniu z zawierającym najmniej suchej masy ziarnem pszenicy nawożonej 40 kg N·ha⁻¹.

Tabela 1. Wartość odżywcza ziarna pszenicy jarej ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), średnio dla 2012–2014
 Table 1. The nutritional value of grain of spring wheat ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.), mean for 2012–2014

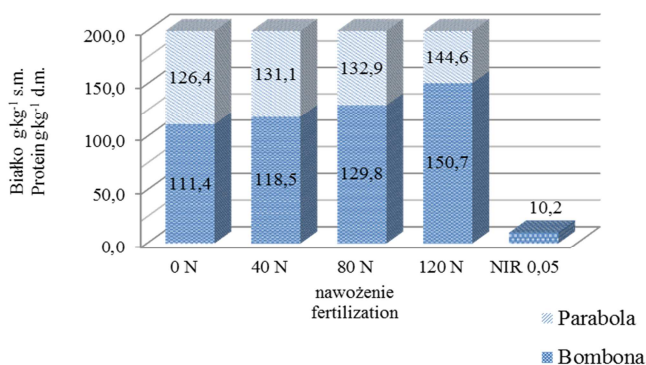
Czynnik Factor		Sucha masa Dry matter ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Popiół surowy Crude ash	Białko surowe Crude protein	Tłuszcz surowy Ether extract	Włókno surowe Crude fibre	BAW NFE
Rodzaj na- wozu Type of fertilizer (RN)	Sulfammo 30 N Pro	893,5	19,4	132,1	19,9	23,1	806,3
	saletra amonowa	893,4	19,5	129,3	19,8	23,4	807,9
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Odmiana Cultivar (O)	'Bombona'	894,3	19,2	127,6	19,8	23,9	810,1
	'Parabola'	892,7	19,6	133,8	19,9	22,6	804,1
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		0,6	0,3	5,1	r.n.	1,1	5,4
Poziom na- wożenia Level of fertilizer (PN)	0	893,6	19,4	118,9	20,3	23,2	818,7
	40	892,9	19,4	124,8	20,2	22,8	814,4
	80	894,4	19,1	131,3	19,5	23,1	806,7
	120	893,5	19,8	147,7	19,4	23,8	789,0
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		1,2	0,6	9,5	r.n.	r.n.	10,0
Średnio/ Mean		893,5	19,4	130,7	19,8	23,2	807,1

r.n. – różnica nieistotna/ n.s. – not significant difference, BAW – bezazotowe związki wyciągowe/
 NFE – nitrogen free extract

Zawartość popiołu jest miarą zawartości w ziarnie cennych dla zdrowia substancji mineralnych. Głównymi jego składnikami w ziarnie zbóż są: potas, fosfor, siarka i magnez, w mniejszych ilościach występuje sód, wapń i chlor, natomiast z mikroelementów: żelazo, cynk, mangan, miedź, selen, molibden, fluor, jod i kobalt. Odmianę 'Parabola' cechowała istotnie większa ilość popiołu (o 2,1%). Ziarno pszenicy uprawianej na poletkach nawożonych najwyższą dawką azotu ($120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) zawierało istotnie najwięcej popiołu, tj. o 3,7% więcej niż w charakteryzującym się jego najmniejszą ilością, ziarnie z poletek nawożonych $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Średnia zawartość popiołu ($19,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., tj. 1,94%) mieściła się w przedziale od 1,6 do 2,0%, cechującym polskie odmiany pszenicy [Gąsiorowski 2004].

Na zawartość białka oraz wartość wypiekową ziarna mają wpływ z jednej strony czynniki genetyczne, z drugiej natomiast czynniki środowiskowe i zabiegi agrotechniczne [Gąsiorowski 2004, Podolska 2004, Murawska i in. 2014]. Średnia zawartość białka w badanym ziarnie kształtowała się na poziomie $130,7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Murawska i in. [2014] uzyskali od 95 do $123 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. białka w ziarnie pszenicy, w zależności od odmiany. Na zależność pomiędzy ilością białka w ziarnie a odmianą zwraca również uwagę Kołodziejczyk i in. [2009]. W omawianych badaniach w ziarnie odmiany 'Parabola' było go więcej o 4,8% niż w odmianie 'Bombona'. Wraz ze zwiększaniem nawożenia azotem rosła zawartość białka w ziarnie [Podolska i in. 2005, Stankowski i Rutkowska 2006].

Najwięcej białka zawierało ziarno pszenicy nawożonej 120 kg N·ha⁻¹ (147,7 g·kg⁻¹ s.m.), wzrost o 24% w odniesieniu do kontroli (bez nawożenia). Obydwie badane odmiany reagowały wzrostem zawartości białka pod wpływem rosnącego poziomu nawożenia (rys. 1), co znajduje potwierdzenie w badaniach Podolskiej [2008] oraz Szmigiela i in. [2014]. Istotnie najwięcej białka stwierdzono w odmianie ‘Bombona’ (150,7 g·kg⁻¹ s.m.) zebranej z poletek nawożonych 120 kg N·ha⁻¹. W porównaniu z uprawą w warunkach kontrolnych zawierała go o 35% więcej, a w stosunku do odmiany ‘Parabola’ uprawianej w warunkach wysokiego nawożenia (120 kg N·ha⁻¹) o 4% więcej.



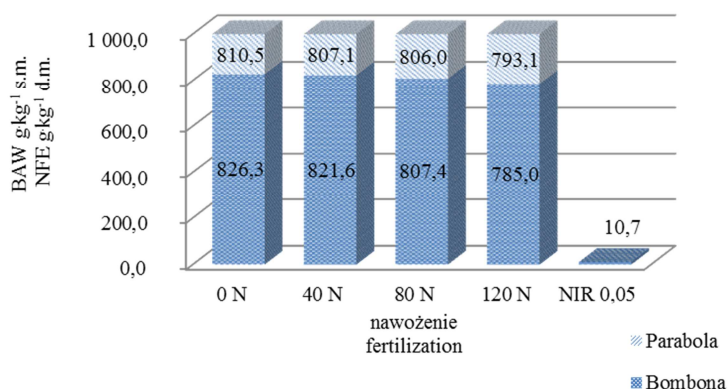
Rys. 1. Wpływ odmiany i poziomu nawożenia na zawartość białka surowego w ziarnie pszenicy jarej

Fig. 1. Influence of cultivar and level of fertilization on content crude protein in grain of spring wheat

Tłuszcz jest skoncentrowanym źródłem energii dla wszystkich tkanek i narządów, z wyjątkiem mózgu, nerek i krwinek czerwonych. W większym stopniu niż białko, węglowodany ogółem i włókno decyduje on o energii zawartej w surowcach roślinnych. Wyniki przeprowadzonych badań własnych nie odbiegają od cytowanych w literaturze [Biel i Maciorowski 2012, Kwiatkowski i Misztal-Majewska 2014], które wskazują, że zawartość tłuszczu w ziarnie pszenicy waha się od 13 do 23 g·kg⁻¹ s.m. Średnio badane ziarno pszenicy zawierało 19,8 g·kg⁻¹ s.m. tłuszczu. Badane czynniki nie wpływały istotnie na koncentrację tłuszczu w ziarnie pszenicy.

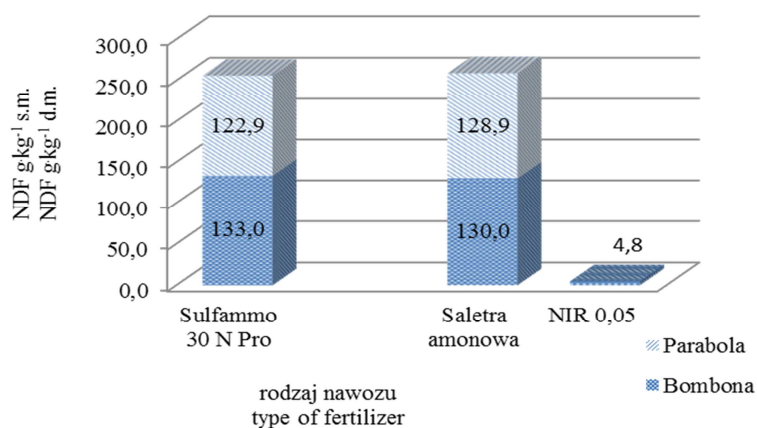
Właściwości dietetyczne ziarna determinuje w znacznej mierze zawartość włókna surowego. W skład jego frakcji wchodzi celuloza i ligniny oraz częściowo hemiceluloza, co powoduje, że wpływa ono głównie na perystaltykę jelit, a od jego ilości zależy szybkość przejścia pokarmu przez przewód pokarmowy [Śmiechowska i Jurasz 2014]. W badaniach przeprowadzonych przez Biel i Maciorowskiego [2012] pszenicę cechowała, w zależności od odmiany, zawartość włókna od 10 do 22 g·kg⁻¹ s.m. W badaniach własnych średnia zawartość włókna surowego kształtowała się na poziomie 23,2 g·kg⁻¹ s.m. Odmianę ‘Bombona’ wyróżniała istotnie większa ilość włókna w stosunku do odmiany ‘Parabola’ (o 5,7%).

Zawartość bezazotowych związków wyciągowych (BAW) zależała od odmiany. Odmiana ‘Bombona’ odznaczała się istotnie większą zawartością BAW w porównaniu z odmianą ‘Parabola’. Rosnące dawki nawożenia zmniejszały zawartość węglowodanów w ziarnie. Najwięcej BAW zawierało ziarno nienawożonej pszenicy, najmniej – pszenicy uprawianej na poletkach nawożonych najwyższą dawką azotu. Analiza statystyczna uzyskanych wyników pozwala stwierdzić, że na zawartość BAW w ziarnie pszenicy jarej istotny wpływ miało również współdziałanie czynników doświadczalnych: odmiany i dawki nawożenia (rys. 2). Reakcja badanych odmian nie była jednakowa. Spośród wszystkich kombinacji doświadczalnych istotnie najwięcej BAW zanotowano w odmianie ‘Bombona’ uprawianej w warunkach kontrolnych ($826,3 \text{ g kg}^{-1} \text{ s.m.}$). W ziarnie pszenicy jarej Kowieska i in. [2010] stwierdzili od $714,5$ do $733,5 \text{ g kg}^{-1} \text{ s.m.}$ BAW, w zależności od roku uprawy.



Rys. 2. Wpływ odmiany i poziomu nawożenia na zawartość BAW w ziarnie pszenicy jarej
Fig. 2. Influence of cultivar and level of fertilization on content NFE in grain of spring wheat

O jakości włókna w znacznym stopniu decydują jego frakcje. Zawartość NDF (włókno detergentowe neutralne), ADF (włókno kwaśno-detergentowe), ADL (lignina) oraz celulozy (CEL) zależała istotnie przede wszystkim od odmiany (tab. 2). Analogicznie jak w przypadku włókna największą ilość frakcji NDF, ADF, ADL odnotowano w ziarnie odmiany ‘Bombona’, kolejno o 4,4%, 6,1% i 6,0%. Interakcja zastosowanych czynników agrotechnicznych: rodzaju nawożenia i odmiany istotnie wpłynęła na ilość frakcji NDF w badanym ziarnie (rys. 3). Więcej badanej frakcji zawierało ziarno odmiany ‘Bombona’ nawożonej Sulfammo 30 N Pro ($133,02 \text{ g kg}^{-1} \text{ s.m.}$). ‘Bombona’ nawożona saletrą amonową zawierała jej o 2,3% mniej. Natomiast ‘Parabola’ nawożona Sulfammo 30 N Pro o 8% mniej. Zbliżone do powyżej omawianych, wyniki zawartości NDF w ziarnie orkiszu otrzymali Biel i in. [2010]. Nawożenie Sulfammo 30 N Pro istotnie zmniejszyło zawartość frakcji ADF w ziarnie pszenicy (o 2,6%) w porównaniu z nawożeniem saletrą amonową. Największa dawka minimalnie, ale statystycznie istotnie zwiększyła zawartość frakcji ADF w ziarnie pszenicy (o 1,6%), co nie znajduje potwierdzenia w badaniach cytowanych powyżej autorów [Biel i in. 2010].



Rys. 3. Wpływ odmiany i rodzaju nawozu na zawartość NDF w ziarnie pszenicy jarej
Fig. 3. Influence of cultivar and type of fertilizer on content NDF in grain of spring wheat

Tabela 2. Frakcje włókna ziarna pszenicy jarej (g·kg⁻¹ s.m.), średnio dla 2012–2014
Table 2. Fiber fractions of grain of spring wheat (g·kg⁻¹ d.m.), mean for 2012–2014

Czynnik/ Factor		NDF	ADF	ADL	HCEL	CEL
Rodzaj nawozu Type of fertilizer (RN)	Sulfammo 30 N Pro	127,9	36,9	10,1	92,1	26,7
	saletra amonowa	129,5	37,9	10,5	91,6	27,4
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		r.n.	0,8	r.n.	r.n.	r.n.
Odmiana Cultivar	'Bombona'	131,5	38,5	10,6	93,0	27,9
	'Parabola'	125,9	36,3	10,0	90,6	26,3
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		3,4	0,8	0,5	r.n.	0,7
Poziom nawożenia Level of fertilizer (PN)	0	124,8	37,1	10,6	88,4	26,6
	40	130,2	37,6	10,1	92,9	27,5
	80	128,8	37,2	10,2	92,0	26,9
	120	130,9	37,7	10,3	93,9	27,4
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio/ Mean		128,7	37,4	10,3	91,8	27,1

r.n. – różnica nieistotna/ n.s. – not significant difference, NDF – włókno detergentowe neutralne/ neutral detergent fibre, ADF – włókno kwaśno-detergentowe/ acid detergent fibre, ADL – ligniny/ acid detergent lignin, HCEL – hemiceluloza/ hemicellulose, CEL – celuloza/ cellulose

Celuloza w ziarnie znajduje się głównie we frakcji otrąb rozdrobnionego ziarna, a w minimalnych ilościach w warstwie aleuronowej i w bielmie. Jej zawartość w ziarnie pszenicy wynosi od 1,8 do 3,4% [Kączkowski 2004]. W badanym ziarnie pszenicy średnia zawartość celulozy wynosiła 27,1 g·kg⁻¹ s.m. Odmiana 'Bombona' zawierała jej istotnie więcej (o 6%) niż odmiana 'Parabola'.

Tabela 3. Frakcje włókna ziarna pszenicy jarej ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), średnie z lat 2012–2014
 Table 3. Fiber fractions of grain of spring wheat ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.), mean for 2012–2014

Czynnik/ Factor		NDF	ADF	ADL	HCEL	CEL
Rodzaj nawozu Type of fertilizer (RN)	Sulfammo 30 N Pro	127,9	36,9	10,1	92,1	26,7
	saletra amonowa	129,5	37,9	10,5	91,6	27,4
Odmiana Cultivar	'Bombona'	131,5	38,5	10,6	93,0	27,9
	'Parabola'	125,9	36,3	10,0	90,6	26,3
Poziom nawożenia Level of fertilizer (PN)	0	124,8	37,1	10,6	88,4	26,6
	40	130,2	37,6	10,1	92,9	27,5
	80	128,8	37,2	10,2	92,0	26,9
	120	130,9	37,7	10,3	93,9	27,4
Średnio/ Mean		128,7	37,4	10,3	91,8	27,1
NIR _{0,05} dla LSD _{0,05} for	RN	r.n.	0,8	r.n.	r.n.	r.n.
	O	3,4	0,8	0,5	r.n.	0,7
	PN	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna/ n.s. – not significant difference, NDF – włókno detergentowe neutralne/ neutral detergent fibre, ADF – włókno kwaśne detergentowe/ acid detergent fibre, ADL – acid detergent lignin, HCEL – hemiceluloza/ hemicellulose, CEL – celuloza/ cellulose

Rodzaj nawozów azotowych, odmiany oraz dawka nawozu nie wpłynęły istotnie na zawartość hemicelulozy (HCEL) w ziarnie badanej pszenicy (tab. 3). Średnio w pszenicy jarej stwierdzono $91,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. hemicelulozy. Podobne wyniki badań otrzymali Kowieska i in. [2010].

WNIOSKI

1. Wartość odżywcza badanego ziarna pszenicy jarej zależała przede wszystkim od odmiany. Odmianę 'Bombona' cechowała istotnie większa zawartość suchej masy, włókna, BAW oraz wszystkich badanych frakcji włókna. Odmiana 'Parabola' zawierała więcej popiołu i białka.

2. Zawartość suchej masy, popiołu i białka była istotnie zależna od poziomu nawożenia azotem i była największa w ziarnie pszenicy jarej uprawianej na poletkach nawożonych dawką $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem, istotnie malała zawartość BAW w badanym ziarnie.

3. Zastosowane rodzaje nawozów azotowych istotnie różnicowały jedynie zawartość włókna kwaśno-detergentowego (ADF).

4. Współdziałanie odmiany i zastosowanych w doświadczeniu zróżnicowanych dawek azotu istotnie modyfikowało zawartość białka i BAW w badanym ziarnie. Rodzaj nawozu i odmiany różnicowały zawartość frakcji NDF.

PIŚMIENNICTWO

- AOAC, 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International. 19th ed., Gaithersburg.
- Biel W., Hury G., Maciorowski R., Kotlarz A., Jaskowska I., 2010. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na skład chemiczny ziarna dwóch odmian orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.). Acta Sci. Pol., Zootechnica 9 (4), 5–14.
- Biel W., Maciorowski R., 2012. Ocena wartości odżywczej ziarna wybranych odmian pszenicy. Żywn. Nauka Technol. Jakość 2 (81), 45–55.
- Biskupski A., Kaus A., Włodek S., Pabin J., 2006. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie oraz wybrane wskaźniki architektury łanu kilku odmian pszenicy jarej. Pam. Puł. 142, 31–41.
- Buczek J., Kryńska B., Tobiasz-Salach R., 2008. Reakcja pszenicy ozimej na doglebowe i dolistne stosowanie azotu. Annales UMCS, sec. E, Agricultura 63 (4), 48–57.
- Cacak-Pietrzak G., Sułek A., 2007. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej. Biul. IHAR 245, 47–55.
- Fatyga J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M., 1994. Wysokość i jakość plonu pszenicy jarej pod wpływem różnych dawek azotu. Zesz. Nauk. AR Wroc. 254 (62), 113–128.
- Gąsiorowski H., 2004. Składniki mineralne. W: Pszenica. Chemia i technologia. PWRiL, Poznań, 204–208.
- IUSS Working Group WRB, 2015. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, World Soil Resources Reports 106. FAO, Rome.
- Jaśkiewicz B., 2014. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i zawartość białka w ziarnie odmian pszenżyta ozimego. Fragm. Agron. 31 (1), 25–31.
- Kączkowski J., 2004. Skład chemiczny ziarna pszenicy. W: Pszenica. Chemia i technologia, PWRiL, Poznań, 151–173.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Oleksy A., 2007. Wpływ intensywności uprawy na plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej. Acta Sci. Pol., Agricultura 6 (4), 5–14.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Oleksy A., 2009. Wpływ intensywności uprawy na zawartość białka oraz wybrane cechy fizyczne ziarna pszenicy jarej. Fragm. Agron. 26 (4), 55–64.
- Kowieska A., Jaskowska I., Lipiński P., 2010. Zawartość frakcji węglowodanowych i aminokwasów w ziarnie pszenicy wyprodukowanym w dwóch następujących po sobie latach. Acta Sci. Pol., Zootechnica 9 (4), 135–146.
- Kwiatkowski C.A., Misztal-Majewska B., 2014. Wpływ międzyplonów ścierniskowych oraz sposobu uprawy roli na jakość ziarna pszenicy jarej w krótkotrwałej monokulturze. Annales UMCS, sec. E, Agricultura 69 (2), 1–10.
- Mazurek J., Sułek A., 1995. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i strukturę plonu nowych odmian pszenicy jarej. Biul. IHAR 194, 95–98.
- 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.
- Noworolnik K., Sułek A., 1999. Reakcja pszenicy jarej i jej mieszanek z jęczmieniem na nawożenie azotem. Pam. Puł. 118, 285–291.
- Podolska G., 2004. Efektywność agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. Biul. IHAR 231, 55–64.
- Podolska G., Krasowicz S., Sułek A., 2005. Ocena ekonomiczna i jakościowa technologii uprawy pszenicy ozimej przy równym poziomie nawożenia azotem. Pam. Puł. 139, 175–188.
- Podolska G., Sułek A., 2002. Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. Pam. Puł. 130 (I), 709–718.

- Podolska G., 2008. Wpływ dawki i sposobu nawożenia azotem na plon i wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura*. 7 (1), 57–65.
- GUS, 2016. Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2015. Warszawa.
- Stankowski S., Rutkowska A., 2006. Kształtowanie się cech jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej w zależności od dawki i terminu nawożenia azotem. *Acta. Sci. Pol., Agricultura* 5 (1), 53–61.
- Sulek A., Podolska G., 2008. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra w zależności od dawki i terminu stosowania azotu. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7 (1), 103–110.
- Systematyka gleb Polski, 2011. *Rocz. Glebozn.* 62 (3), 1–193.
- Szmigiel A., Oleksy A., Kołodziejczyk M., 2014. Effect of nitrogen fertilization on quality and quantity in spring wheat. *EJPAU* 17 (2), <http://www.ejpau.media.pl/volume17/issue2/art-01.html>.
- Śmiechowska M., Jurasz M., 2014 Zawartość włókna surowego w wybranych produktach zbożowych. *Probl. Hig. Epidemiol.* 95 (2), 429–432.
- Święcicki W.K., Surma M., Koziara W., Skrzypczak G., Szukała J., Bartkowiak-Broda I., Zimny J., Banaszak Z., Marciniak K., 2011. Nowoczesne technologie w produkcji roślinnej – przyjazne dla człowieka i środowiska. *Pol. J. Agron.* 7, 102–112.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.

Summary. The aim of the studies was to evaluate the influence of the type of fertilizer and the level of nitrogen fertilization on the content of selected nutrients in the grain of two spring wheat *Triticum aestivum ssp. vulgare* L., varieties cultivated under the conditions of the the Szczecin Lowland. The field experiment was conducted in 2012–2014 at the Agricultural Experimental Station Lipnik (53°42'N, 14°97'S), West Pomeranian University of Technology in Szczecin. The research material was the grain of spring wheat varieties 'Bombona' and 'Parabola'. The properties assessed in the samples included the content of nutrients and fibre fractions. The tested properties significantly depend primarily on the varieties. 'Bombona' varieties contained significantly more dry matter, fiber, BAW and fiber fractions and cultivar 'Parabola' contained more ash and protein. Seed harvested from plots fertilized with 120 kg N·ha⁻¹ contained the highest content of dry matter ash, and proteins. With the increase of nitrogen fertilization the content of BAW decreased. The type of the applied fertilizers had a significant effect only on the fraction of ADF.

Key words: spring wheat, varieties, nitrogen fertilization, level of fertilization, nutrients, fiber fractions