

Zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego w zależności od wybranych elementów agrotechniki

¹Bogusława Jaśkiewicz, ²Monika Jasińska

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

¹Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Polska

²Rolniczy Zakład Doświadczalny Kępa, ul. Sieroszewskiego 40/1, 24-100 Puławy, Polska

Abstrakt. Pszenżyto jest powszechnie znane jako cenne zboże paszowe o wysokiej wartości żywieniowej. Może również zyskać na znaczeniu jako wartościowe zboże konsumpcyjne, dostarczające cennych frakcji białka i składników mineralnych. Celem badań było określenie wpływu intensywności produkcji na zawartość makroelementów w ziarnie trzech odmian pszenżyta ozimego w warunkach 75% udziału zbóż w strukturze zasiewów oraz monokultury zbożowej. Przeprowadzone badania dowodzą, że skład chemiczny ziarna jest cechą silnie uwarunkowaną genetycznie, ale zależy również od udziału zbóż w zmianowaniu, technologii produkcji oraz warunków pogodowych. Najwięcej azotu i sodu zawierało ziarno odmiany Alekto, wapnia Fredro, a fosforu na tym samym poziomie – Alekto i Cerber. Przy 75% udziale zbóż w strukturze zasiewów stwierdzono wyższą zawartość azotu, fosforu, potasu i wapnia, zaś w warunkach technologii intensywnej – azotu i wapnia. Najwyższą zawartość fosforu i magnezu stwierdzono w 2013 roku, o największych opadach w okresie wegetacyjnym. W 2015 roku, z najmniejszą sumą opadów, odnotowano największą zawartość azotu i sodu. Wybór odpowiedniej odmiany, zastosowanie technologii intensywnej czy ograniczenie udziału zbóż w zmianowaniu pozwalają na poprawę składu chemicznego ziarna pszenżyta, a tym samym jego wartości paszowej i konsumpcyjnej.

słowa kluczowe: makroelementy, odmiany, pszenżyto ozime, technologia produkcji, zmianowanie

WSTĘP

Pszenżyto jest zbożem o dużym znaczeniu gospodarczym. Według FAO (2019) na świecie w roku 2017 zebrano 15,6 mln t ziarna pszenżyta. Ziarno to charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą i przeznaczane jest przede wszystkim na paszę (Coffey, Gerrits, 2009; Djekic i in.,

2011; Jaśkiewicz, Szczepanek, 2016). Wzrasta zainteresowanie wykorzystaniem ziarna pszenżyta do celów konsumpcyjnych, do produkcji mąki i wypieku chleba (Tohver i in., 2005). Zarówno niedobór, jak i nadmiar makroskładników w ziarnie pszenżyta może powodować obniżenie wartości biologicznej paszy i być przyczyną niekorzystnych zmian w metabolizmie zwierząt (Brzóska, Śliwiński, 2011; Fridrich, Podlaszewska, 2015). Wzrost areалу uprawy oraz wprowadzenie nowych odmian pszenżyta w Polsce uzasadnia potrzebę prowadzenia badań nad przydatnością przetwórczą ich ziarna. Plonowanie i jakość ziarna pszenżyta determinowane są w dużym stopniu czynnikami siedliskowymi, agrotechnicznymi i genetycznymi (Jaśkiewicz i in., 2018; Jaśkiewicz, Szczepanek, 2016, 2018; Kozak i in., 2007). Zwiększenie intensywności produkcji niekorzystnie wpływa na środowisko, dlatego alternatywą jest technologia integrowana. Ponadto należy dostosować technologię produkcji do wzrastającego udziału zbóż w strukturze zasiewów (Jaśkiewicz, 2015).

Celem badań było określenie wpływu intensywności produkcji na zawartość makroelementów w ziarnie trzech odmian pszenżyta ozimego, w warunkach 75% udziału zbóż w strukturze zasiewów oraz monokultury zbożowej.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2012/2013, 2014/2015, 2015/2016 w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Osinach, na glebie zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa i IIIb. Gleba o odczynie obojętnym (pH KCl 6,5) zawierała 1,81 mg K·kg⁻¹ i 17,3 mg P·kg⁻¹. Doświadczenie dwuczynnikowe założono metodą split-plot, na poletkach o powierzchni 45 m², w czterech powtórzeniach. Siewu dokonywano 25 września. Ilość wysianych nasion wynosiła 3,5 miliona na 1 ha. Pszenżyto uprawiano w prowadzonym od ponad dwudziestu lat doświadczeniu polowym w monokulturze zbożowej (po pszenicy ozimej) i w płodo-

Autor do kontaktu:

Bogusława Jaśkiewicz
e-mail: kos@iung.pulawy.pl
tel.: +48 81 4786 813

zmianie z 75% udziałem zbóż w zmianowaniu (po rzepaku). Jednocześnie w ramach każdego zmianowania badano dwie technologie produkcji - integrowaną i intensywną. Czynnikiem drugiego rzędu były odmiany pszenżyta ozimego: Alekto (forma krótkosłoma), Cerber i Fredro (o tradycyjnej długości słomy).

Zastosowane technologie różniły się między innymi poziomem nawożenia mineralnego i intensywnością chemicznej ochrony roślin przed chwastami, chorobami i szkodnikami (tab. 1). W integrowanej technologii produkcji dawki nawozów potasowych i fosforowych były wyznaczone w oparciu o zawartość tych składników w glebie. Dawkę azotu wyznaczono na podstawie przewidywanego plonu i warunków glebowych, uwzględniając rodzaj przedplonu i jego nawożenie. Wielkość pierwszej części dawki (ruszenie vegetacji) uściślono na podstawie testu azotu mineralnego (N_{min}), który jest bezpośrednim wskaźnikiem ilości azotu glebowego dostępnego dla roślin. Wielkość drugiej części dawki (faza strzelania w źdźbło) korygowano na podstawie oceny stanu odżywienia roślin za pomocą testów roślinnych, oznaczając zawartość azotu ogólnego w liściach. W obiektach z technologią integrowaną ochronę przeciwko chwastom, chorobom i szkodnikom prowadzono zgodnie z metodyką zalecaną przez IOR (Korbas, Mrówczyński, 2011). Zabiegi ochronne przeciwko agrofagom stosowano po przekroczeniu przez nie progów ekonomicznej szkodliwości. W technologii intensywnej stosowano herbicydy w fazie BBCH 20-27 oraz BBCH 31, w fazie BBCH 31 stosowano fungicyd przeciw chorobom podsuszkowym, w BBCH 45 – przeciw mączniakowi prawdziwemu i septoriozie liści, a w fazie BBCH 71 zwalczano fuzariozę kłosa, skrzypionkę eliminowano przy użyciu insektycydu w fazie BBCH 45. Retardant stosowano w fazie rozwojowej BBCH 32, w technologii integrowanej w zmniejszonej dawce. W fazie dojrzałości pełnej (BBCH 89) z każdego poletka pobrano próby ziarna.

Analizy chemiczne zawartości makroelementów (N, P, K, Mg, Ca i Na) w próbach ziarna wykonano w Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych IUNG-PIB w Puławach. Zawartość azotu i fosforu oznaczono metodą analizy przepływowej, zgodnie z normą PB 33.1-wyd. II-05.03.2014. Zawartość potasu, magnezu, wapnia i sodu oznaczano metodą FAES, zgodnie z normą PB 32.1-wyd. II-08.03.2014.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie w programie Statistica, metodą analizy wariancji ANOVA, a istotność różnic oceniono testem Tukeya dla $\alpha \leq 0,05$.

W 2012 roku występowały korzystne warunki dla wzrostu i rozwoju roślin (tab. 2). W październiku stwierdzono dwukrotnie wyższe opady w stosunku do wielolecia. Wyjątkowo suchym miesiącem był lipiec w 2013 i 2015 roku. Sezony wegetacyjne 2012/2013 i 2015/2016 odznaczały się podobną sumą opadów (605 mm i 585 mm). Mniejszą ilość opadów (383 mm), odbiegającą od średniej wieloletniej o 25%, stwierdzono w sezonie wegetacyjnym 2014/2015.

Tabela 1. Nawozy mineralne i środki ochrony roślin zastosowane w pszenżycie ozimym
Table 1. Mineral fertilizers and plant protection products used in winter triticale.

Wyszczególnienie Specification	Technologia produkcji Production technology	
	integrowana integrated	intensywna intensive
Nawożenie mineralne; Mineral fertilization [kg·ha ⁻¹]		
N (saeletra amonowa; ammonium sulphate)	100	150
P (superfosfat; superphosphate)	30	35
K (sól potasowa; potassium salt)	60	77
Środki ochrony roślin (liczba zabiegów) Plant protection products (number of treatments)		
Herbicydy; Herbicides	1	3
Fungicydy; Fungicides	1	3
Insektycydy; Insecticides	-	1
Retardanty; Retardants	1	1

Tabela 2. Charakterystyka warunków pogodowych (wg Stacji Meteorologicznej w Osinach)
Table 2. Characteristics of weather conditions (Meteorological Station in Osiny).

Miesiące Months	2012/2013	2014/2015	2015/2016	Wielolecie Multiplicity (1981–2010)
				Średnia temperatura; Average temperature [°C]
IX	15,0	15,1	15,3	13,3
X	8,3	10,1	7,3	8,0
XI	5,5	4,9	5,2	2,8
XII	-3,3	0,6	4,0	-1,3
I	-3,4	1,2	-3,3	-3,3
II	-0,6	1,0	3,7	-2,3
III	-1,6	4,1	4,3	1,6
IV	8,8	8,6	9,6	7,8
V	15,5	13,9	15,6	13,5
VI	18,9	17,9	19,8	16,8
VII	18,7	20,4	20,1	18,5
Suma opadów; Rainfalls [mm]				
IX	21,1	12,2	118,0	51,0
X	81,0	22,1	27,0	43,0
XI	29,2	21,2	38,0	39,1
XII	31,1	36,1	27,0	37,2
I	61,3	43,0	33,0	31,3
II	40,6	5,0	64,5	30,2
III	49,8	21,0	53,0	30,4
IV	46,3	28,0	38,4	40,3
V	103,3	108,0	72,2	57,1
VI	94,2	32,2	27,9	70,0
VII	48,0	55,4	86,6	84,3

W latach 2012/2013 średnia temperatura powietrza była zbliżona do wielolecia, natomiast dwa pozostałe sezony wegetacyjne charakteryzowały się temperaturami wyższymi. Najkorzystniejszy układ temperatur i opadów zanotowano w roku 2016.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość makroskładników w ziarnie pszenżyta ozimego zależała od udziału zbóż w zmianowaniu, technologii produkcji, odmiany oraz od warunków hydrotermicznych w latach badań.

Średnia zawartość azotu w ziarnie pszenżyta w 2016 roku była większa, o 15 i 18%, niż w odpowiednio 2015 i 2013 roku. (tab. 3). Sezon wegetacyjny 2015/2016 charakteryzował się wyższą sumą opadów i średnią temperaturą powietrza w porównaniu do wielolecia.

Koncentracja sodu w ziarnie pszenżyta była ponad dwukrotnie niższa w roku 2015 i o 27% mniejsza w roku 2013 w porównaniu do roku 2016 (tab. 4). Zawartość sodu była dodatnio skorelowana ze średnią miesięczną temperaturą powietrza od kwietnia do czerwca i sumą opadów w marcu i kwietniu zaś ujemną zależność stwierdzono w maju i lipcu z sumą miesięczną opadów (tab. 5). Analiza korelacji wykazała ujemną zależność zawartości azotu w ziarnie z sumą miesięcznych opadów (maj, czerwiec, lipiec) i dodatnią ze średnią miesięczną temperaturą powietrza (marzec, kwiecień, czerwiec, lipiec). Odmienne zależności w odniesieniu do sumy opadów odnotowano w czerwcu i lipcu w przypadku zawartości fosforu i magnezu w ziarnie. Koncentracja tych składników w ziarnie była największa w roku 2013, który charakteryzował się w czerwcu dużo wyższymi opadami w porównaniu do wielolecia. Na podobne zależności wskazuje Bielski (2015). Uważa on, że dobre zaopatrzenie roślin w wodę sprzyja gromadzeniu fosforu w częściach nadziemnych.

Warunki hydrotermiczne w roku 2016 nie sprzyjały gromadzeniu magnezu w ziarnie pszenżyta (tab. 4). W stosunku do roku 2013 jego zawartość zmniejszyła się o 7%. Stwierdzono dodatnią, ale nie zawsze istotną zależność korelacyjną zawartości fosforu i magnezu w ziarnie z ilością opadów w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego (tab. 5). Warunki pogodowe w sezonie wegetacyjnym 2014/2015 korzystnie wpływały na zawartość potasu i wapnia w ziarnie (tab. 3, 4). Średnia temperatura powietrza w kwietniu, maju i czerwcu była na poziomie wielolecia, natomiast marzec i lipiec były nieco cieplejsze (tab. 2). W sezonie wegetacyjnym 2014/2015 odnotowano

Tabela 3. Zawartość N, P i K w ziarnie pszenżyta [g·kg⁻¹ s.m.]

Table 3. N, P and K concentrations in triticale grain [g kg⁻¹ of d.m.].

Wyszczególnienie Specification	2013 ¹	2015	2016	Średnio Mean
Azot; Nitrogen				
² 75%	19,8a	20,5a	23,5a	21,3a
100%	18,6b	19,0b	22,0b	19,8b
³ Integrowana; Integrated	18,6b	19,1b	21,8b	19,8b
Intensywna; Intensive	19,8a	20,4a	23,7a	21,3a
⁴ Cerber	19,0a	19,4b	22,0b	20,1b
Fredro	19,1a	19,2b	22,4b	20,2b
Alekto	19,6a	20,6a	23,8a	21,3a
Średnio; Mean	19,2b	19,7b	22,7a	20,6
Współczynnik zmienności Variation coefficient [%]	9,7			
Fosfor; Phosphorus				
² 75%	3,65a	3,10a	3,08a	3,27a
100%	3,59b	3,03b	2,71b	3,11b
³ Integrowana; Integrated	3,61a	3,09a	2,88a	3,19a
Intensywna; Intensive	3,63a	3,05a	2,92a	3,20a
⁴ Cerber	3,76a	3,25a	2,97a	3,33a
Fredro	3,48c	2,80b	2,75b	3,01b
Alekto	3,62b	3,16a	2,95a	3,24a
Średnio; Mean	3,62a	3,07b	2,89c	3,19
Współczynnik zmienności Variation coefficient [%]	11,3			
Potas; Potassium				
² 75%	5,20a	5,87a	5,14a	5,40a
100%	5,02b	5,67b	4,98b	5,22b
³ Integrowana; Integrated	5,09a	5,77a	5,09a	5,32a
Intensywna; Intensive	5,13a	5,76a	5,03a	5,31a
⁴ Cerber	5,29a	5,80b	5,10b	5,40b
Fredro	4,76b	5,51c	4,89c	5,05c
Alekto	5,28a	6,00a	5,23a	5,50a
Średnio; Mean	5,11b	5,77a	5,06b	5,32
Współczynnik zmienności Variation coefficient [%]	8,7			

¹ rok zbioru; year of harvest

² udział zbóż w strukturze zasiewów; percentage of cereals in sowing structure,

³ technologia produkcji; production technology,

⁴ odmiany; cultivar

a, b, c – wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie; values signed with different letters are significantly different ($P < 0.05$)

mniejszą ilość opadów o 25% w porównaniu do wielolecia. Zawartość potasu w ziarnie pszenżyta ozimego w roku zbioru 2015 była wyższa o 14 i 13%, natomiast wapnia o 22% i 75% odpowiednio w stosunku do 2016 i 2013 roku (tab. 3).

W zmianowaniu o mniejszym udziale zbóż w strukturze zasiewów rośliny pszenżyta mają lepsze warunki wzrostu i rozwoju z powodu mniejszej ilości agrofagów i korzystniejszych warunków fizykochemicznych gleby (Smagacz, Kuś, 2010).

W badaniach własnych, w każdym analizowanym roku zbioru, przy 75% udziale zbóż w strukturze zasiewów stwierdzono większą zawartość azotu, fosforu i potasu w ziarnie, w porównaniu do monokultury zbożowej (tab. 3). Jednak w przypadku niektórych

składników mineralnych wpływ tego czynnika zależał od roku zbioru. Zawartość magnezu była podobna przy 75 i 100% udziale zbóż w strukturze zasiewów w latach 2013 i 2016, a wapnia i sodu w roku 2015.

Stosowane w analizowanym doświadczeniu technologie produkcji nie różnicowały istotnie zawartości fosforu, potasu, magnezu i sodu (tab. 3, 4). Zawartość azotu i wapnia w ziarnie pszenżyta wzrastała istotnie w technologii intensywnej (tab. 3, 4). W badaniach Bielskiego (2015) również nie potwierdzono istotnego wpływu intensywności produkcji na zawartość fosforu, potasu i magnezu w ziarnie. Zawartość azotu i wapnia w ziarnie pszenżyta odmiany Gniewko zmieniała się istotnie pod wpływem intensywności produkcji. Podobnie jak we wcześniejszych badaniach własnych (Jaśkiewicz, Szczepanek, 2016) pszenżyto uprawiane w technologii intensywnej zawierało więcej azotu w ziarnie w porównaniu do technologii integrowanej. W badaniach Lewandowskiego i Kautera (2003) z zastosowaniem zróżnicowanego nawożenia azotem nie stwierdzono kierunkowych zmian w zawartości potasu w ziarnie badanych zbóż, co zgodne jest z wynikami badań własnych.

Stwierdzono wpływ czynnika genetycznego (odmianowego) na skład chemiczny ziarna pszenżyta. Najwyższą zawartość azotu stwierdzono w ziarnie odmiany Alekto (21,3 g·kg⁻¹), natomiast u pozostałych odmian była ona podobna (tab. 3). Odmiany Cerber i Alekto charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością fosforu niż odmiana Fredro. Knapowski i in. (2010) badając odmianę Kargo, odnotowali nieco wyższą zawartość fosforu w ziarnie, na poziomie 4,15 g·kg⁻¹. W badaniach własnych w porównaniu do badań Knapowskiego

Tabela 4. Zawartość Mg, Ca i Na w ziarnie pszenżyta [g·kg⁻¹ s.m.]Table 4. Mg, Ca and Na concentrations in triticale grain [g kg⁻¹ of d.m.].

Wyszczególnienie Specification	2013 ¹	2015	2016	Średnio Mean
Magnez; Magnesium				
² 75%	1,21a	1,20a	1,13a	1,18a
100%	1,19a	1,10b	1,11a	1,13a
³ Integrowana; Integrated	1,20a	1,14a	1,11a	1,15a
Intensywna; Intensive	1,20a	1,16a	1,13a	1,16a
⁴ Cerber	1,20a	1,17a	1,15a	1,17a
Fredro	1,20a	1,09a	1,06a	1,12a
Alekto	1,21a	1,19a	1,16a	1,19a
Mean	1,20a	1,15ab	1,12b	1,16
Współczynnik zmienności Variation coefficient [%]	7,4			
Wapń; Calcium				
² 75%	0,448a	0,758a	0,622a	0,609a
100%	0,411b	0,744a	0,609b	0,588b
³ Integrowana; Integrated	0,428a	0,730b	0,608b	0,589b
Intensywna; Intensive	0,431a	0,772a	0,622a	0,608a
⁴ Cerber	0,412c	0,740b	0,573c	0,575c
Fredro	0,454a	0,764a	0,673a	0,630a
Alekto	0,425b	0,748b	0,600b	0,591b
Średnio; Mean	0,430c	0,751a	0,615b	0,599
Współczynnik zmienności Variation coefficient [%]	24,2			
Sód; Sodium				
² 75%	0,062a	0,039a	0,083a	0,061a
100%	0,046b	0,022a	0,065b	0,066a
³ Integrowana; Integrated	0,055a	0,033a	0,072a	0,053a
Intensywna; Intensive	0,053a	0,028a	0,076a	0,052a
⁴ Cerber	0,055a	0,028a	0,073b	0,052ab
Fredro	0,051a	0,026a	0,064c	0,047b
Alekto	0,054a	0,035a	0,084a	0,059a
Średnio; Mean	0,054b	0,030c	0,074a	0,053
Współczynnik zmienności Variation coefficient [%]	38,2			

Objaśnienia – patrz tabela 3; Descriptions – see Table 3

Tabela 5. Współczynniki korelacji między zawartością makroelementów w ziarnie pszenżyta a warunkami pogodowymi

Table 5. Correlation coefficients between the of macroelements content in triticale grain and weather conditions.

Makroelementy Macroelement	Średnia miesięczna temperatura; Mean monthly temperature [°C]				
	III	IV	V	VI	VII
N	0,52*	0,74*	0,30	0,59*	0,40*
P	-0,83*	-0,45*	0,21	0,16	0,78*
K	0,34*	0,47*	0,72*	0,64*	0,46*
Ca	0,82*	-0,08	0,73*	0,41*	0,89*
Mg	-0,37*	-0,26	0,04	0,13	0,34*
Na	-0,04	0,59*	0,60*	0,65*	0,17
Suma miesięczna opadów; Precipitation [mm]					
N	0,33*	-0,08	-0,76*	-0,54*	-0,79*
P	0,18	0,57*	0,50*	0,83*	0,68*
K	-0,72*	-0,65*	0,43*	-0,32*	-0,25
Ca	-0,70*	-0,91*	0,02	-0,81*	0,25
Mg	0,03	0,22	0,28	0,37*	0,35*
Na	0,61*	0,41*	-0,57*	0,03	-0,45*

* $\alpha \leq 0,05$

i in. (2010) ziarno pszenżyta charakteryzowało się wyższą zawartością potasu. Najwyższą zawartość potasu miała odmiana Alekto, następnie Cerber, a najniższą Fredro (tab. 3). Ścigalska i in. (2000) podają, że zawartość potasu ogólnego w ziarnie pszenżyta jest silnie różnicowana przez czynnik odmianowy.

Średnia zawartość magnezu w ziarnie odmian pszenżyta była podobna i wynosiła średnio $1,16 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 4). W badaniach Brzozowskiej (2006) zawartość magnezu mieściła się w zakresie 1,2 do $1,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. dla odmiany Bogo. Nieznacznie większą zawartość magnezu w ziarnie pszenżyta odnotowali Makarska i in. (2010).

W przeprowadzonych badaniach w ziarnie odmiany Fredro stwierdzono istotnie wyższą zawartość wapnia (o 7–10%) niż w odmianie Alekto i Cerber. Podobną zawartość wapnia w ziarnie pszenżyta odnotowała Brzozowska (2006), a zdecydowanie mniejszą Makarska i in. (2010) oraz Knapowski i in. (2010). Wskazuje to na ścisłą zależność koncentracji wapnia od odmiany oraz warunków uprawy. Z kolei istotnie wyższą zawartość sodu w ziarnie pszenżyta stwierdzono w odmianie Alekto w porównaniu z odmianą Fredro.

Najmniejszą zmiennością charakteryzowała się zawartość azotu (9,7%), potasu (8,7%) i magnezu (7,4%), średnią fosforu (11,3%), a największą sodu (38,2%) (tab. 3, 4).

PODSUMOWANIE

1. Zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego zależała od zmianowania, technologii produkcji, czynnika genetycznego oraz warunków hydrotermicznych.

2. Przy 75% udziale zbóż w strukturze zasiewów stwierdzono wyższą zawartość azotu, fosforu, potasu i wapnia niż w monokulturze zbożowej, zaś w warunkach technologii intensywnej – azotu i wapnia, w porównaniu z technologią integrowaną.

3. Najwięcej azotu i sodu zawierało ziarno odmiany Alekto, wapnia Fredro, a fosforu Alekto i Cerber.

4. Warunki hydrotermiczne w latach badań wpłynęły istotnie na zawartość badanych makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego. Największą zawartość fosforu i magnezu stwierdzono w roku badań o najwyższych opadach w okresie wegetacyjnym.

5. Wybór najlepszej odmiany, zastosowanie technologii intensywnej oraz ograniczenie udziału zbóż w zmianowaniu pozwala na poprawę składu chemicznego ziarna, a tym samym jego wartości paszowej i konsumpcyjnej.

PIŚMIENNICTWO

Bielski S. 2015. Wpływ nawożenia azotem i ochrony fungicydowej na zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego. *Annales UMCS, Sectio E. Agricultura*, LXX(4): 1-11.
Brzozowska I. 2006. Influence of herbicides and nitrogen application method on the content of macroelements in winter triticale grain. *Pamiętnik Puławski*, 142: 9-17.

Brzóska F., Śliwiński B., 2011. Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny. Cz. I. Charakterystyka pasz objętościowych i mierniki jej jakości. *Wiadomości Zootechniczne*, 2: 11-23.

Coffey M.T., Gerrits W.J., 2009. Digestibility and feeding value of B858 triticale for swine. *Journal of Animal Science*, 66: 2728-2735, doi: 10.1007/978-3-319-22551-7_9

Djekic V., Mitrovic S., Milovanovic M., Djuric N., Kresovic B., Tapanarova A., Djermanovic and Mitrovic M., 2011. Implementation of triticale in nutrition of non-ruminant animals. *African Journal of Biotechnology*, 10(30): 5697-5704, doi: 10.5897/AJB10.986

FAOSTAT, 2019. FAO Statistics Division. <http://faostat.fao.org>.

Fridrich M., Podlaszewska G., 2015. Ocena wpływu uzupełnienia paszy wybranymi składnikami mineralnymi na ich metabolizm i dystrybucję w organizmie – badania modelowe. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1(98): 207-219.

Jaskiewicz B., 2015. Wpływ technologii produkcji na plonowanie pszenżyta ozimego w warunkach różnego udziału zbóż w strukturze zasiewów. *Polish Journal of Agronomy*, 23: 11-17.

Jaskiewicz B., Grabiński J., Ochmian I., 2018. Productivity of winter triticale depending on type of tillage in crop rotation. *Proceedings of 17th International Scientific Conference „Engineering for Rural Development”*, 23-24.05.2018, Jelgava, Latvia, ss. 491-496, doi: 10.22616/ERDev2018.17.N075

Jaskiewicz B., Szczepanek M., 2016. Crop management and variety have influence on alkylresorcinol content in triticale grain. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science*, 66(7): 570-574, doi: 10.1080/09064710.2016.1201139

Jaskiewicz B., Szczepanek M., 2018. Amino acids content in Triticale grain depending on meteorological, agrotechnical and genetic factors. *Research for Rural Development*, Vol. 2: 28-35, doi: 10.22616/rrd.24.2018.047

Korbas M., Mrówczyński M., 2011. Metodyka integrowanej ochrony pszenżyta ozimego i jarego. *IOR, Poznań*, 189 ss.

Knapowski T., Kozera W., Majcherczak E., Barczak B., 2010. Wpływ nawożenia azotem i cynkiem na skład chemiczny i plon ziarna pszenżyta jarego. *Fragmenta Agronomica*, 27(4): 45-55.

Kozak M., Samborski S., Rozbicki J., Mądry W., 2007. Winter triticale grain yield, a comparative study of 15 genotypes. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil Plant Science*, 57: 263-270, doi: 10.1080/09064710600931230

Lewandowski I., Kauter D., 2003. The influence of nitrogen fertilizer on the yield and combustion quality of whole grain drops for solid fuel use. *Industrial Crops and Product*, 17: 103-117, doi: 10.1016/S0926-6690(02)00090-0

Makarska E., Ciolek A., Kociuba W., 2010. Influence of parental forms on changes in the content of mineral elements in grain of new winter triticale hybrid strains. *Journal of Elementology*, 15(1): 131-140, doi: 10.5601/jelem.2010.15.1.131-140

Nogalska A., Czapla J., Skwierawska M., 2012. The effect of multi-component fertilizers on spring triticale yield, the content and uptake of macronutrients. *Journal of Elementology*, 17(1): 95-104, doi: 10.5601/jelem.2012.17.1.09

Ścigalska B., Pisulewska E., Kołodziejczyk M., 2000. Zawartość makro- i mikroelementów w ziarnie odmian pszenżyta jarego. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis, Agricultura*, 206(82): 287-292.

Smagacz J., Kuś J., 2010. Wpływ długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych na plonowanie zbóż oraz wybrane chemiczne właściwości gleby. *Fragmenta Agronomica*, 27(4): 119-134.

Tohver M., Kann A., Täht R., Mihhalevski A., Hakman J., 2005. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. *Food Chemistry*, 89: 125-132.

B. Jaśkiewicz, M. Jasińska

MACROELEMENT CONTENT IN WINTER TRITICALE
GRAIN DEPENDING ON SELECTED AGRICULTURAL
ENGINEERING ELEMENTS

Summary

Triticale is commonly known as a valuable fodder cereal of high nutritional value. It may also gain in importance as a valuable consumer cereal, providing valuable protein and mineral

fractions. The aim of the study was to determine the influence of production intensity on the macroelements of grains of different winter triticale cultivars under the conditions of 75% share of cereals in the cropping structure and cereal monoculture. The studies proved that although the chemical composition of grains is a strongly genetic feature, it also depends on weather conditions, production technology, and the percentage of cereals in the crop rotation. Under 75% share of cereals in the cropping structure, higher contents of nitrogen, phosphorus, potassium, and calcium were recorded, while under intensive technology, those of nitrogen and calcium. A more favourable chemical composition of grains (more nitrogen and sodium) was noted for cultivar Alekto, while more phosphorus, at the same level, for Alekto and Cerber. The selection of a valuable cultivar, the use of intensive technology, and the reduction of cereals' share in the crop rotation allows improving the chemical composition of triticale grains, and thus improving its fodder and consumption values.

Keywords: crop rotation, cultivar, macroelements, production technology, winter triticale

Autor

ORCID

Bogusława Jaśkiewicz 0000-0002-2861-5248

data zarejestrowania pracy w redakcji Polish Journal of Agronomy: 26 kwietnia 2019 r.

data uzyskania recenzji: 18 czerwca 2019 r.

data akceptacji: 25 czerwca 2019 r.

