

ZAWARTOŚĆ MAKROELEMENTÓW W ZIARNIE PSZENŻYTA JAREGO W ZALEŻNOŚCI OD METODY ODCHWASZCZANIA I POZIOMU NAWOŻENIA AZOTEM

IRENA BRZOZOWSKA¹, JAN BRZOZOWSKI

Katedra Agroekosystemów, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, pl. Łódzki 3, 10-718 Olsztyn

Synopsis. Celem pracy było określenie wpływu metody odchwaszczania i poziomu nawożenia azotem na zawartość składników mineralnych (N, P, K, Mg, Ca) w ziarnie pszenżyta jarego. Wyniki badań pochodzą ze ścisłego doświadczenia polowego z lat 2007–2009, prowadzonego w Ośrodku Dydaktyczno-Doświadczalnym Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, położonym w Tomaszowie koło Olsztyna (53°42' N, 20°26' E). Doświadczenie prowadzono metodą podbloków losowanych, w 4 powtórzeniach, z dwoma czynnikami. Czynnikiem pierwszym doświadczenia była metoda odchwaszczania (bez odchwaszczania, bronowanie dwukrotnie: w fazie 4-5 liści oraz w fazie krzewienia, ochrona herbicydem Mustang 306 SE – pełnia krzewienia pszenżyta. Czynnikiem drugim był poziom nawożenia azotem (bez azotu, 40, 80, 120, 160 kg N·ha⁻¹). Metoda odchwaszczania roślin istotnie różnicowała jedynie zawartość azotu w ziarnie pszenżyta jarego. Bronowanie roślin, a zwłaszcza ochrona herbicydem sprzyjały zwiększeniu koncentracji tego pierwiastka. Spośród analizowanych makroskładników jedynie zawartość azotu w ziarnie corocznie zależała od poziomu nawożenia tym składnikiem, natomiast jego wpływ na zawartość fosforu i potasu był istotny tylko w 2. roku badań. Ponadto koncentracja azotu, fosforu, potasu i magnezu w ziarnie była istotnie zróżnicowana między latami badań.

Słowa kluczowe: pszenżyto jare, makroelementy, bronowanie, herbicyd, azot

WSTĘP

Pszenżyto jare, podobnie jak forma ozima, jest przede wszystkim zbożem paszowym, wykorzystywanym w żywieniu większości zwierząt gospodarskich, głównie w postaci ziarna [Bona i in. 2014, Bruckner i in. 2013, Salmon i in. 2004]. Według Pilejczyk i in. [2004] jakość ziarna paszowego jest bardzo ważna, jeśli chodzi o efektywne żywienie zwierząt i ich zdrowie. Tym bardziej, że dla zwierząt monogastrycznych ziarno zbóż jest głównym źródłem składników mineralnych, które pełnią ważne funkcje w różnych procesach życiowych zwierząt, stąd ich zawartość w ziarnie jest bardzo istotna. Zarówno ich niedobór, jak i nadmiar może wywoływać różne zaburzenia w metabolizmie zwierząt [Buraczewski 2001]. Jak podają Myer i Lozano del Rio [2004], w ziarnie pszenżyta i pszenicy zazwyczaj jest dostępne i strawne dla zwierząt od 40 do 50% fosforu, podczas gdy w kukurydzy tylko 20 do 30%. Według tych autorów wyższa zawartość i przyswajalność fosforu z ziarna pozwalają na mniejszą suplementację tego składnika w paszy, co przynosi korzyści ekonomiczne.

Skład chemiczny ziarna może być modyfikowany pod wpływem czynników, zarówno środowiskowych (rodzaj gleby, jej zasobność w składniki mineralne jak i ich przyswajalność, a także warunki atmosferyczne w okresie wegetacji i zniw), jak i antropogenicznych, głównie zabiegów agrotechnicznych [Gondek i Gondek 2010, Jaskulski i in. 2011, Klikocka i in. 2015,

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: irena.brzozowska@uwm.edu.pl

Pilejczyk i in. 2004, Stankiewicz 2005, Wyszowski 2001]. Badania Stankiewicza [2005] potwierdzają przypuszczenia o większej zmienności składu ziarna pszenżyta jarego pod wpływem czynników siedliskowych i agrotechnicznych, w porównaniu z innymi zbożami.

Skład chemiczny roślin, pod wpływem niektórych zabiegów agrotechnicznych, może ulegać pewnym zmianom, w skrajnych przypadkach prowadząc do obniżenia wartości pokarmowej [Brzozowska 2003, Klimont 2007, Makarska 1997], co sygnalizuje potrzebę umiejętnego prowadzenia łanu roślin podczas wegetacji.

W badaniach przyjęto hipotezę, że skład chemiczny ziarna zbóż ma charakter dynamiczny, zależny od warunków przyrodniczych i stosowanych zabiegów agrotechnicznych. Mając powyższe na względzie podjęto badania, których celem było określenie wpływu wybranych metod pielęgnacji i poziomu nawożenia azotem na plonowanie i zawartość składników pokarmowych (N, P, K, Mg, Ca) w ziarnie pszenżyta jarego.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2007–2009 w Ośrodku Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszowie k/Olsztyna (53°42' N, 20°26' E), należącym do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, prowadzono doświadczenie polowe z uprawą pszenżyta jarego odmiany 'Wanad' na glebie brunatnej właściwej, średniej, klasy bonitacyjnej IVb, zaliczonej do kompleksu żytniego dobrego (PTG 2008). Gleba ta charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym, małą zawartością próchnicy oraz średnią zasobnością fosforu, potasu i magnezu.

Doświadczenie prowadzono metodą podbloków losowanych, w 4 powtórzeniach, z dwoma czynnikami. Czynnikiem pierwszym była metoda odchwaszczania roślin: 1 – obiekt kontrolny bez odchwaszczania, 2 – bronowanie (2-krotnie) w fazie 4-5 liści oraz w fazie krzewienia, 3 – ochrona herbicydem Mustang 306 SE (florasulam – 6,25 g + 2,4D – 300 g), w dawce 0,5 dm³·ha⁻¹ – pełnia krzewienia pszenżyta. Czynnikiem drugim był poziom nawożenia azotem (0–160 kg N·ha⁻¹): a) Obiekt kontrolny – bez azotu; b) 40 kg N·ha⁻¹ przedsiewnie – saletra amonowa, c) 80 kg N·ha⁻¹ (40 kg N·ha⁻¹ przedsiewnie – saletra amonowa oraz 40 kg N·ha⁻¹ w pełni fazy strzelania w źdźbło (mocznik granulowany), d) 120 kg N·ha⁻¹ (60 kg N·ha⁻¹ przedsiewnie – saletra amonowa oraz 60 kg N·ha⁻¹ w pełni fazy strzelania w źdźbło – mocznik granulowany), e) 160 kg N·ha⁻¹ (70 kg N·ha⁻¹ przedsiewnie – saletra amonowa, 50 kg N·ha⁻¹ w końcu fazy krzewienia – mocznik granulowany oraz 40 kg N·ha⁻¹ w końcu fazy strzelania w źdźbło – mocznik granulowany).

Próby ziarna do analiz na zawartość makroelementów (N, P, K, Mg, Ca) pobierano podczas zbioru kombajnem. Analizy wykonywano w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Olsztynie: azotu – metodą potencjometrycznego miareczkowania, po mineralizacji w kwasie siarkowym, fosforu – metodą spektrofotometryczną, przy użyciu aparatu Spektrokolorometr Specol 11, magnezu – metodą płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej, przy użyciu Spektrometru Absorpcji Atomowej AAS1, potasu i wapnia metodą fotometrii płomieniowej, przy użyciu aparatu Flavo 4. Badania objęte były akredytacją. Certyfikat akredytacji (Nr AB 277) przyznało Polskie Centrum Akredytacji, które potwierdza, iż laboratorium spełnia wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych (metoda odchwaszczania, poziom nawożenia azotem) dla poszczególnych lat badań i trójczynnikowych (lata, metoda odchwaszczania, poziom nawożenia azotem) dla wyników z 3 lat badań w układzie losowanych podbloków split-plot. Istotność różnic sprawdzano za pomocą testu Duncana, przy prawdopodobieństwie błędu $p = 0,05$. Do wykonania obliczeń użyto pakietu statystycznego Statistica [StatSoft, Inc., 2010].

Okres badawczy (2007–2009) charakteryzował się dużą zmiennością warunków pogodowych (tab. 1). Pierwszy rok badań (2007) był nadmiernie mokry w maju (93,5 mm) i lipcu (173,7 mm). Rok drugi (2008) był zdecydowanie suchy w okresie od kwietnia do lipca, co skutkowało słabym rozwojem roślin oraz obniżeniem plonu pszenżyta jarego (tab. 2). Trzeci rok badań, poza suchym kwietniem, po zimie obfitującej w opady, był dość sprzyjający wegetacji pszenżyta, którego plony były największe w 3-leciu.

Tabela 1. Temperatura i opady w okresie wegetacji pszenżyta jarego w latach 2007–2009 według Stacji Meteorologicznej w Tomaszkanie

Table 1. Temperature and rainfall in the vegetation period of spring triticale in 2007–2009 according to Meteorological Station in Tomaszkanie

Miesiąc Month	Temperatura – Temperature (°C)				Opady – Rainfall (mm)			
	1961–2000	2007	2008	2009	1961–2000	2007	2008	2009
I	-2,9	2,6	0,3	-3,3	22,8	115,4	66,2	24,7
II	-2,4	-2,5	2,6	-2,0	20,4	23,5	24,7	31,7
III	1,2	5,5	2,9	1,3	26,8	27,8	52,4	57,9
IV	6,9	7,5	7,7	9,4	36,1	24,7	31,4	4,8
V	12,7	13,8	12,3	12,4	51,9	93,5	27,0	52,9
VI	15,9	17,7	16,9	14,9	79,3	88,1	32,7	136,9
VII	17,7	17,7	18,4	20,4	73,8	173,7	57,7	48,3
VIII	17,2	18,3	18,4	17,6	67,1	68,0	102,1	19,3
Średnio/suma Mean/sum (IV–VII)	14,1	15,0	14,7	14,9	308,2	448,0	250,9	262,2

Tabela 2. Plonowanie pszenżyta jarego w latach badań

Table 2. Yields of spring triticale grain in years of research

Rok – Year	Plon – Yield (t·ha ⁻¹)
2007	3,51
2008	3,12
2009	4,56

NIR_{0,05} – LSD_{0,05} – 0,24

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza zawartości badanych makroelementów w ziarnie pszenżyta jarego wykazała, iż metoda odchwaszczania roślin istotnie różnicowała jedynie ilość azotu (tab. 3). Bronowanie roślin, a zwłaszcza ochrona herbicydem wywierały istotny wpływ na zwiększenie koncentracji tego

pierwiastka. W literaturze można spotkać odmienne opinie dotyczące wpływu herbicydów na skład chemiczny ziarna zbóż. Wielu autorów podkreśla jednak, iż zależy to od rodzaju stosowanego preparatu, jego dawki, wrażliwości odmian na ich działanie, a także od warunków klimatyczno-glebowych i współdziałania różnych warunków siedliskowych [Grabowski i in. 2014, Klimont 2007, Makarska 1997, Raatz 2011]. W badaniach Woźniaka i in. [2014] herbicydy stosowane w jęczmieniu jarym wpływały na zmniejszenie zawartości fosforu, potasu i wapnia w ziarnie. Występujące inhibicyjne działania herbicydów, wywołujące tendencje spadkowe w zakresie zawartości składników mineralnych, mogą ujawnić się w niesprzyjających warunkach atmosferycznych [Brzozowska i in. 2008, Makarska 1997]. Są też opinie, wskazujące, iż preparaty chwastobójcze, zastosowane w zalecanych terminach i dawkach, zwykle nie powodują istotnych zmian w zawartości składników mineralnych czy białka w ziarnie zbóż [Brzozowska 2003, Klimont 2007, Makarska 1997]. Niektórzy autorzy zwracają uwagę, iż zaniechanie ochrony chemicznej zasiewów zbóż przyczynia się do pogorszenia cech jakościowych ziarna [Podolska i in. 2004]. Z badań Brzozowskiej i in. [2008] z pszenżytem ozimym wynika, iż spośród badanych makroelementów [N, P, K, Mg, Ca], sposób pielęgnacji roślin modyfikował tylko zawartość potasu, którego było najwięcej w ziarnie pszenżyta ozimego chronionego metodą integrowaną (bronowanie + herbicyd).

Drugi z badanych czynników, nawożenie azotem, corocznie różnicowało jedynie zawartość azotu w ziarnie (tab. 3). Nawożenie w dawkach 80, 120 i 160 kg N·ha⁻¹ istotnie zwiększyło jego koncentrację, średnio w 3-letnim okresie badań z 22,6 do 24,4 g·kg⁻¹, w porównaniu z roślinami nienawożonymi oraz zasilanymi najmniejszą dawką 40 kg N·ha⁻¹, odpowiednio 19,5

Tabela 3. Zawartość makroelementów (N, P, K, Mg, Ca) w ziarnie pszenżyta jarego w zależności od metody odchwaszczania roślin i poziomu nawożenia azotem (g·kg⁻¹ s.m.)

Table 3. Macroelements (N, P, K, Mg, Ca) content in spring triticale grain depending on the weed control method and on the level of nitrogen application (g·kg⁻¹ DM)

Makroelementy Macroelements	Wyszczególnienie Specification	Lata – Years			Średnio Mean
		2007	2008	2009	
Metoda odchwaszczania – Weed control metod					
N	Bez odchwaszczania – Without weed control	22,4	22,8	18,8	21,3
	Bronowanie 2 x – Harrowing 2 x	22,5	24,4	20,0	22,3
	Herbicyd – Herbicide	23,0	24,4	20,9	22,8
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	1,2	1,1	0,9
P	Bez odchwaszczania – Without weed control	4,64	4,50	4,43	4,52
	Bronowanie 2 x – Harrowing 2 x	4,54	4,50	4,33	4,46
	Herbicyd – Herbicide	4,53	4,50	4,44	4,49
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
K	Bez odchwaszczania – Without weed control	4,42	4,72	4,68	4,61
	Bronowanie 2 x – Harrowing 2 x	4,42	4,46	4,66	4,51
	Herbicyd – Herbicide	4,09	4,52	4,54	4,38
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Mg	Bez odchwaszczania – Without weed control	1,44	1,54	1,43	1,47
	Bronowanie 2 x – Harrowing 2 x	1,44	1,54	1,41	1,46
	Herbicyd – Herbicide	1,55	1,43	1,41	1,46
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

Ca	Bez odchwaszczania – Without weed control	0,48	0,55	0,57	0,53
	Bronowanie 2 x – Harrowing 2 x	0,48	0,47	0,54	0,50
	Herbicyd – Herbicide	0,49	0,62	0,47	0,53
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Poziom nawożenia azotem – Level of nitrogen application (kg·ha ⁻¹)					
N	Bez azotu – Without nitrogen	20,4	20,2	18,0	19,5
	40	21,4	21,8	18,3	20,5
	40 + 40	23,0	24,4	20,4	22,6
	60 + 60	23,6	26,0	21,3	23,6
	70 + 50 + 40	24,7	26,9	21,6	24,4
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,4	1,4	1,4	1,3
P	Bez azotu – Without nitrogen	4,54	4,72	4,34	4,53
	40	4,54	4,75	4,34	4,54
	40 + 40	4,53	4,50	4,33	4,45
	60 + 60	4,64	4,38	4,34	4,45
	70 + 50 + 40	4,64	4,16	4,66	4,49
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	0,41	r.n.	r.n.
K	Bez azotu – Without nitrogen	4,28	4,80	4,80	4,63
	40	4,39	4,72	4,34	4,48
	40 + 40	4,04	4,59	4,66	4,43
	60 + 60	4,42	4,38	4,66	4,49
	70 + 50 + 40	4,42	4,38	4,68	4,49
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	0,38	r.n.	r.n.
Mg	Bez azotu – Without nitrogen	1,44	1,43	1,41	1,43
	40	1,44	1,54	1,54	1,51
	40 + 40	1,55	1,43	1,44	1,47
	60 + 60	1,55	1,53	1,30	1,46
	70 + 50 + 40	1,44	1,53	1,41	1,46
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Ca	Bez azotu – Without nitrogen	0,48	0,55	0,55	0,53
	40	0,48	0,47	0,57	0,51
	40 + 40	0,48	0,65	0,54	0,56
	60 + 60	0,52	0,47	0,47	0,49
	70 + 50 + 40	0,43	0,62	0,47	0,51
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio – Mean					
	N	22,6	23,9	19,9	22,1
	P	4,58	4,50	4,40	4,49
	K	4,31	4,57	4,63	4,50
	Mg	1,48	1,49	1,42	1,47
	Ca	0,48	0,55	0,52	0,52
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla lat – for years: N – 1,1; P – 0,13; K – 0,24; Mg – 0,07; Ca – r.n.					

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

i $20,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. W analizowanych sezonach wegetacyjnych największa dawka azotu $160 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, a także dawka $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ skutkowały corocznie istotnym wzrostem zawartości powyższego pierwiastka, w porównaniu z dawkami azotu 80 i $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz z obiektem kontrolnym – bez nawożenia. W drugim roku badań [2008] stwierdzono ponadto, iż nawożenie w dawce $160 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ wywierało istotny wpływ na obniżkę zawartości fosforu i potasu w ziarnie, w porównaniu z obiektem kontrolnym (bez azotu). W przypadku fosforu, także dawka najmniejsza tj. $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ powodowała obniżenie jego zawartości w ziarnie. W doświadczeniu Stankowskiego i in. [2015] nawożenie azotem w dawce do $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie powodowało zmian w zawartości azotu, fosforu, potasu, magnezu i wapnia w ziarnie pszenżyta jarego odmiany ‘Nagano’. Autorzy podkreślają również dużą stabilność w zawartości makro- i mikroskładników w ziarnie pszenżyta jarego powyższej odmiany. W badaniach Wojtkowiak i in. [2014] sposób nawożenia azotem także nie różnicował zawartości składników mineralnych w ziarnie pszenżyta jarego odmiany ‘Milewo’. Dla porównania, w badaniach Wilczewskiego i in. [2013] z pszenicą jara, każde zwiększenie dawki azotu o $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (0 – $160 \text{ N}\cdot\text{ha}^{-1}$) powodowało istotne zwiększenie zawartości azotu w ziarnie, natomiast fosforu i magnezu tylko w przypadku dawek najwyższych (120 i $160 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$). Zdaniem Wyszkowskiego [2001] nawożenie roślin, szczególnie azotem i potasem, ma duży wpływ na pobieranie przez rośliny niektórych składników, zwłaszcza azotu, potasu, magnezu i wapnia, co w efekcie może powodować duże zmiany w składzie chemicznym zarówno ziarna, jak i słomy pszenżyta. Według Klikockiej i Komisarczuka [2000] nawożenie azotem sprzyja zwiększeniu zawartości magnezu w ziarnie pszenżyta. W badaniach Knapowskiego i in. [2010] wzrost intensywności nawożenia azotem z 80 do $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, wpływał na zwiększenie ilości azotu, potasu i wapnia w ziarnie pszenżyta jarego odmiany ‘Kargo’, odpowiednio o $5,8$; $5,8$ i $17,4\%$. Pilejczyk i in. [2004] podają natomiast, iż zwiększenie poziomu nawożenia azotem skutkowało wzrostem zawartości azotu i potasu w ziarnie pszenżyta jarego oraz obniżką ilości magnezu.

W analizowanym eksperymencie zawartość badanych makroskładników (szczególnie azotu) w ziarnie pszenżyta jarego odmiany ‘Wanad’ była istotnie zróżnicowana między latami badań, z wyjątkiem wapnia. Stwierdzono, że najmniej azotu ogólnego było w ziarnie w 2009 (średnio $19,9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), w którym plony były największe. Najwięcej zaś azotu ($23,9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) zawierało ziarno w roku najbardziej suchym 2008, w którym plony były najmniejsze. Koncentracja badanych makroelementów w ziarnie pszenżyta jarego różniła się od wyników uzyskanych przez Ścigalską i in. [2000], którzy prowadząc badania z tą samą odmianą w okolicach Krakowa uzyskali mniejsze zawartości fosforu ($3,25 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), magnezu ($0,10 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), natomiast więcej wapnia ($0,77 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) i zbliżoną ilość potasu ($4,63 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

W badaniach Klimonta [2007] ziarniaki pszenżyta jarego odmiany ‘Wanad’ gromadziły więcej białka w roku z dużymi opadami i wysokimi temperaturami, co nie jest zgodne z wynikami uzyskanymi w badaniach własnych. Wielu autorów sugeruje, iż większy wpływ na kształtowanie się składu mineralnego ziarna zbóż mają warunki klimatyczne niż zabiegi agrotechniczne [Grabowski i in. 2014, Klimont 2007, Stankiewicz 2005, Ścigalska i in. 2000].

WNIOSKI

1. Metoda odchwaszczania pszenżyta jarego istotnie różnicowała jedynie zawartość azotu w ziarnie. Bronowanie roślin, a szczególnie ochrona herbicydem wywierały wpływ na wzrost koncentracji tego pierwiastka.
2. Spośród analizowanych makroskładników (N, P, K, Mg, Ca) jedynie zawartość azotu corocznie zależała od poziomu nawożenia tym składnikiem. Nawożenie w dawkach od 80 do

- 160 kg N·ha⁻¹ istotnie zwiększało jego koncentrację w ziarnie, w porównaniu z roślinami zasilanymi w dawce 40 kg N·ha⁻¹ oraz bez azotu.
3. Zwiększenie nawożenia azotem istotnie obniżało zawartość fosforu i potasu w ziarnie pszenżyta jarego jedynie w drugim roku badań (2008 r.).
 4. Zawartość analizowanych makroelementów w ziarnie pszenżyta jarego była istotnie zróżnicowana między latami badań, z wyjątkiem wapnia.

PIŚMIENNICTWO

- Bobrecka-Jamro D., Kruczek G., Romaniak M., Jarecki W., Buczek J. 2013. Effect of the dose and method of top-dressing with nitrogen on the yield and quality of winter wheat grain. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 12(4): 19–30.
- Bona L., Acs E., Lantos C., Tomoskozi S., Lango B. 2014. Human utilization of triticale: technological and nutritional aspects. *Comm. Agric Appl. Biol. Sci.* 79: 139–152.
- Bruckner P. L., Cash S. D., Lee R. D. 2013. Nitrogen effects on triticale grain yield, amino acid composition, and feed nutritional quality for swine. *J. Prod. Agric.* 11: 180–184.
- Brzozowska I. 2003. Studia nad nawożeniem i regulacją zachwaszczenia w uprawie pszenżyta ozimego. Wyd. UWM Olsztyn, Rozp. Mon. 82: ss. 100.
- Brzozowski J., Brzozowska I., Hruszka M. 2008. Zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego w zależności od sposobu pielęgnacji i nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 25(3): 18–30.
- Buraczewski S. 2001. Składniki chemiczne pasz i ich znaczenie dla organizmu zwierząt. W: *Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo*. Jamroz D. (red.). PWN: 39–60.
- Gondek K., Gondek A. 2010. The influence of mineral fertilization on the yield and content of selected macro and microelements in spring wheat. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 55(1): 30–36.
- Grabowski J., Brzozowska I., Brzozowski J., Cymes I. 2014. Effect of some meteorological parameters on yields and the content of macroelements in winter wheat grain. *J. Elementol.* 19(2): 391–400.
- Jaskulski D., Jaskulska I., Woźniak M., Osiński G. 2011. Assessment of variability of cereal grain quality as a component of fodder mixtures. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(4): 87–95.
- Klikocka H., Szostak B., Gaj R., Głowacka A., Narolski B. 2015. Pobranie fosforu z ziarnem pszenżyta jarego na tle uprawy roli i nawożenia mineralnego oraz właściwości chemicznych gleby. *Pol. J. Agron.* 21: 3–10.
- Klikocka H., Komisarczuk K. 2000. Akumulacja magnezu przez pszenżyto jare w warunkach stosowania różnych sposobów uprawy roli i nawożenia azotem. *Biul. Magnezol.* 5(3): 164–170.
- Klimont K. 2007. Wpływ herbicydów na plon ziarna i strukturę plonu zbóż. *Biul. IHAR* 243: 69–81.
- Knapowski T., Kozera W., Majcherczak E., Barczak B. 2010. Wpływ nawożenia azotem i cynkiem na skład chemiczny i plon białka ziarna pszenżyta jarego. *Fragm. Agron.* 27(4): 45–55.
- Makarska E. 1997. Jakość ziarna odmian pszenżyta ozimego w warunkach stosowania wybranych herbicydów. Wyd. AR Lublin 205: ss. 93.
- Myer R., Lozano del Rio A.J. 2004. Triticale as animal feed. Triticale improvement and production. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma FAO. Plant Production and Protection Paper, 179: 49–58.
- Pilejczyk D., Sienkiewicz S., Wojnowska T., Żarczyński P. 2004. Wpływ gęstości siewu i nawożenia azotem na zawartość makroskładników w ziarnie pszenżyta jarego. *J. Elementol.* 9(1): 35–42.
- Podolska G., Stypuła G., Stankowski S. 2004. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od intensywności ochrony zasiewów. *Ann. UMCS, Sec. E Agricultura* 59(1): 269–276.
- PTG. 2008. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych. Uchwała Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego z dnia 8 marca 2008 r.
- Raatz L., Hills M., McKenzie R., Yang R., Topinka K., Linda Hall L. 2011. Tolerance of spring triticale (*X Triticosecale* Wittmack) to four wheat herbicides. *Weed Technol.* 25: 84–89.
- Salmon D.F., Mergoum M., Gómez Macpherson H. 2004. Triticale production and management. Triticale improvement and production. Roma FAO. Plant Production and Protection Paper 179: 27–36.

- Stankiewicz C. 2005. Skład aminokwasowy i wartość biologiczna białka pszenżyta jarego w zależności od gęstości wysiewu i stosowanych herbicydów. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 4(1): 127–139.
- Stankowski S., Hury G., Jurgiel-Malecka G., Gibczyńska M., Kowalewska R. 2015. The effect of nitrogen fertilizers on chemical composition of spring triticale grain. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 14(4): 73–80.
- Ścigalska B., Pisulewska E., Kołodziejczyk M. 2000. Zawartość makro- i mikroskładników w ziarnie odmian pszenżyta jarego. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 206, *Agricultura* 82: 287–292.
- Wilczewski E., Szczepanek M., Piotrowska-Długosz A., Wenda-Piesik A. 2013. Effect of nitrogen rate and stubble catch crops on concentration of macroelements in spring wheat grain. *J. Elementol.* 18(3): 481–494.
- Wojtkowiak K., Stępień A., Warechowska M., Konopka I., Klasa A. 2014. Effect of fertilisation technique on some indices of nutritional value of spring triticale grain. *J. Elementol.* 19(1): 229–242.
- Woźniak A., Soroka M., Stępniewska A., Makarski B. 2014. Chemical composition of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) grain cultivated in various tillage systems. *J. Elementol.* 19(2): 597–606.
- Wyszkowski M. 2001. Zmiany pobrania makroskładników przez pszenżyto jare w zależności od nawożenia mineralnego. *Biul. Magnezol.* 6(4): 700–708.

I. BRZOWSKA, J. BRZOWSKI

MACRONUTRIENT CONTENTS IN SPRING TRITICALE GRAIN DEPENDING ON WEED CONTROL METHOD AND LEVEL OF NITROGEN APPLICATION

Summary

This study analysed the effect of weed control method and level of nitrogen application to spring triticale on the nutrient (N, P, K, Mg, Ca) contents in the grain. The results of the study come from field experiments carried out in 2007–2009 in the Research and Education Centre of the University of Warmia and Mazury in Olsztyn, in Tomaszkowo near Olsztyn (53°42' N, 20°26' E). The experiment was carried out using the random sub-blocks method, in 4 repetitions with 2 factors. The first factor of the experiment was the weed control method (without weed control, harrowing 2x: in the phase of 4–5 leaves, and in the phase of tillering, protection with Mustang 306 SE herbicide – in the phase of full tillering of triticale). The second factor was the level of nitrogen application (0, 40, 80, 120, 160 kg N·ha⁻¹). The weed control method significantly differentiated only the nitrogen content. Both harrowing of plants, and particularly their herbicidal protection, promoted an increase in the nitrogen content. From among the analysed macronutrients, only the nitrogen content unequivocally depended on the level of nitrogen application, while the effect on the contents of phosphorus and potassium was equivocal and depended on the year of the study. In addition, the nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium contents in grain were significantly differentiated between the years of the study.

Key words: spring triticale, macronutrients, harrowing, herbicide, nitrogen

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print:* 22.04.2016

Do cytowania – *For citation:*

Brzozowska I., Brzozowski J. 2016. Zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta jarego w zależności od metody odchwaszczania i poziomu nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 33(2): 15–22.