

ZAWARTOŚĆ MAKROELEMENTÓW W ZIARNIE PSZENŻYTA OZIMEGO ODMIANY GRENADO W ZALEŻNOŚCI OD METODY PIELĘGNACJI I POZIOMU NAWOŻENIA AZOTEM

Irena Brzozowska✉, Jan Brzozowski
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. W latach 2007–2009 prowadzono badania laboratoryjne ziarna pszenżyta ozimego odmiany Grenado na zawartość makroelementów (N, P, K, Mg i Ca). Podstawą tych badań był eksperyment polowy realizowany w Ośrodku Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszku, należącym do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, na glebie brunatnej właściwej, średniej, zaliczonej do kompleksu żytne go dobrego, w czterech powtórzeniach, z dwoma czynnikami: 1 – metoda pielęgnacji roślin – mechaniczna (bronowanie) i chemiczna (herbicyd Mustang 306 SE) na tle obiektu kontrolnego, bez zabiegów, 2 – poziom nawożenia azotem (0, 40, 80, 120, 160 kg N·ha⁻¹). Metoda pielęgnacji roślin nie wywierała istotnych zmian w zawartości badanych makroelementów w ziarnie, z wyjątkiem magnezu, którego koncentracja wzrastała po zastosowaniu herbicydu. Poziom nawożenia wywierał istotny wpływ jedynie na zawartość azotu, którego ilość w ziarnie zwiększała się wraz ze wzrostem dawki nawożenia do poziomu 160 kgN·ha⁻¹.

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

WSTĘP

Zbiory pszenżyta w Polsce są wykorzystywane prawie w całości na paszę. Dlatego, poza wielkością plonu ziarna oraz zawartością i plonem białka, ważny ze względów paszowych jest także poziom składników mineralnych [Myer i Lozano del Rio 2004]. Zarówno ich niedobór, jak i nadmiar wywołują zaburzenia w metabolizmie organizmów zwierzęcych [Brzóska i Śliwiński 2011]. O zawartości makroelementów w ziarnie zbóż

✉brzoz@uwm.edu.pl

decydują cechy gatunkowe, odmianowe, a także warunki glebowe i pogodowe w okresie wegetacji oraz wykonane zabiegi agrotechniczne, w tym ochrony roślin przed chwastami oraz nawożenie [Ducsay i Lożek 2004, Lożek 2004, Makarska i in. 2010, Bobrecka-Jamro i in. 2013, Gaj i in. 2013, Dekić i in. 2014]. Wpływ preparatów chwastobójczych na skład mineralny ziarna nie jest jednoznaczny. Znane są opinie stwierdzające, iż środki te modyfikują zawartość makroskładników w ziarnie [Nowicka 1993]. Według innych zaś autorów, herbicydy zastosowane w zalecanych terminach i dawkach, zwykle nie wywołują istotnych zmian [Brzozowska 2003, Klimont 2007, Kraska, Pałys 2008]. Podolska i in. [2004] podają, iż zaniechanie ochrony zasiewów herbicydami wyraźnie przyczynia się do pogorszenia cech jakościowych ziarna pszenicy. Szczególnie niekorzystne jest zmniejszenie zawartości składników mineralnych w ziarnie, co może ujemnie wpływać na metabolizm organizmów zwierzęcych [Brzowska i Śliwiński 2011, Friedrich i Podlaskowska 2015]. Środki ochrony roślin, w tym herbicydy, a także bronowanie oraz nawożenie zmieniają strukturę zachwaszczenia oraz ograniczają je, a tym samym wpływają na intensywność procesów fizjologicznych, rozwój i plonowanie rośliny uprawnej oraz skład chemiczny ziarna zbóż [Brzozowska 2003, Kraska i Pałys 2008]. Bronowanie ponadto sprzyja rozwojowi i plonowaniu roślin, poprawia krzewienie zbóż, niszczy skorupę glebową, ogranicza nadmierne parowanie wody i ułatwia wymianę gazów między atmosferą a glebą, i in. Poprawia więc stan roślin uprawnych, przyczyniając się do intensywniejszego plonowania, a więc pośrednio modyfikuje skład chemiczny uzyskanego plonu [Pawłowski i Deryło 1990]. W związku z tym w badaniach przyjęto hipotezę, iż skład chemiczny ziarna pszenżyta ma charakter dynamiczny, zależny od warunków naturalnych (siedliskowych) i sztucznych (antropogenicznych), szczególnie agrotechnicznych, w tym metod regulacji zachwaszczenia i sposobu nawożenia azotem.

Mając powyższe na względzie, podjęto badania, których celem było określenie wpływu wybranych metod pielęgnacji roślin, w tym stosowania herbicydu, opartego na dwóch substancjach aktywnych z różnych grup chemicznych i o dwóch mechanizmach działania oraz bronowania jako zabiegu mechanicznego, a także poziomu nawożenia azotem na zawartość makroelementów (N, P, K, Mg i Ca) w ziarnie pszenżyta ozimego.

METODYKA BADAŃ

Eksperyment polowy z uprawą pszenżyta ozimego odmiany Grenado realizowano w latach 2007–2009 r. w Ośrodku Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszku (53°42' N; 20°26' E), należącym do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, na glebie brunatnej właściwej, średniej, klasy bonitacyjnej IVb, zaliczonej do kompleksu żytniego dobrego. Gleba ta charakteryzuje się odczynem lekko kwaśnym, małą zawartością próchnicy oraz przeważnie średnią zasobnością w fosfor, potas i magnez. Pszenżyto corocznie wysiewano po pszenżycie jarym, w drugiej dekadzie września w ilości 500 szt. ziarniaków na 1 m², natomiast zbierano w okresie od 29 lipca (2008 r.) do 3 sierpnia (2007 r.). W doświadczeniu stosowano klasyczną, płuźną uprawę roli pod roślinę, z podorywką i bronowaniem roli oraz orkę siewną wraz z przedsięwzięciem doprawieniem roli. Przed siewem pszenżyta rozsiewano nawozy fosforowe (31 kg P·ha⁻¹) i potasowe (83 kg K·ha⁻¹), a następnie rolę doprawiano zestawem uprawowym, złożo-

nym z brony ciężkiej i wału strunowego. Doświadczenie realizowano metodą podbloków losowanych, w czterech powtórzeniach, z dwoma czynnikami. Czynnikiem pierwszym była metoda pielęgnacji pszenżyta: 1) bez pielęgnacji, 2) bronowanie (pełnia krzewienia – BBCH 25), 3) ochrona herbicydem Mustang 306 SE (pełnia krzewienia – BBCH 25). Herbicyd stosowano w dawce $0,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Zalecenia ochrony roślin 2006). Jest on mieszaniną dwóch substancji aktywnych: florasulam ($6,25 \text{ g} \cdot \text{dm}^3$), substancja z grupy triazolopirymidyn, której mechanizm działania polega na inhibicji funkcjonowania syntazy acetolaktanowej, enzymu biorącego udział w syntezie aminokwasów: leucyny, waliny i izoleucyny, według HRAC grupa literowa B oraz 2,4-D ($300 \text{ g} \cdot \text{dm}^3$), substancja z grupy fenoksykwasów, są to syntetyczne auksyny – regulatory wzrostu, według HRAC grupa O, o mechanizmie działania podobnym do endogennych auksyn roślinnych, zakłócające wzrost i funkcjonowanie komórek. Czynnikiem drugim był poziom nawożenia azotem ($0\text{--}160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$): a) bez azotu, b) $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ po wznowieniu wegetacji (BBCH 23–24) – saletra amonowa, c) $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, w tym $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ po wznowieniu wegetacji (BBCH 23–24) – saletra amonowa oraz $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w pełni fazy strzelania w źdźbło (BBCH 37) – mocznik granulowany), d) $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, w tym $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ po wznowieniu wegetacji (BBCH 23–24) – saletra amonowa oraz $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w pełni fazy strzelania w źdźbło (BBCH 37) – mocznik granulowany), e) $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, w tym $70 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ po wznowieniu wegetacji (BBCH 23–24) – saletra amonowa, $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w końcu fazy krzewienia (BBCH 29) – mocznik granulowany oraz $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w końcu fazy strzelania w źdźbło (BBCH 49) – mocznik granulowany.

Corocznie pszenżyto ozime opryskiwano w fazie rozwiniętego liścia flagowego (BBCH 39) przeciwko chorobom liści i kłosów, stosując mieszaninę fungicydów Artea 330 EC (substancje aktywne z grupy triazoli: propikonazol i cyprokonazol) w dawce $0,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. + Amistar 250 SC (azoksystrobina z grupy strobiluryn) w dawce $0,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Analizy chemiczne na zawartość makroelementów (N, P, K, Mg i Ca), oparte na próbach ziarna pobieranych corocznie podczas zbioru roślin, wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Olsztynie: azotu – metodą potencjometryczną, fosforu – wana-dowo-molibdenową, magnezu – absorpcyjnej spektrometrii atomowej, potasu i wapnia – metodą fotometrii płomieniowej.

METODY STATYSTYCZNE

Wyniki badań opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji dla doświadczeń dwu- i trójczynnika-wych, w układzie losowanych podbloków split-plot. Istotność różnic sprawdzano za pomocą testu Duncana, przy prawdopodobieństwie błędu $P = 0.05$.

WARUNKI POGODOWE

Pod względem przebiegu pogody sezony badawcze były wyraźnie zróżnicowane (tab. 1). Pierwszy rok badan (2007) był mokry, z opadami w okresie wegetacji wiosenno-letniej większymi o 57,6% od średniej sumy z wielolecia oraz z temperaturami wyraźnie wyższymi w okresie IV–VII, w porównaniu do wielolecia. Rok drugi (2008) był z kolei

suchy: opadów było mniej odpowiednio o 38,3%, ale były one dość równomiernie rozłożone, a temperatura była nieco wyższa (z wyjątkiem maja) od średnich z wielolecia. Trzeci rok badań (2009) był najmniej sprzyjający wegetacji pszenżyta, gdyż opady były bardzo nierównomiernie rozłożone w czasie. Kwiecień był bardzo suchy (tylko 4,8 mm opadów), czerwiec bardzo mokry (137 mm), a lipiec również suchy (48 mm). Ponadto czerwiec był wyraźnie chłodniejszy (o 1,0°C), a kwiecień i lipiec zdecydowanie cieplejsze, odpowiednio o 2,5°C i 2,7°C, w porównaniu z wieloleciem.

Tabela 1. Średnia miesięczna temperatura powietrza i suma opadów w okresie wiosenno-letniej wegetacji pszenżyta ozimego, według Stacji Meteorologicznej w Tomaszkanie

Table 1. Monthly average of air temperature and rainfall sum in the spring-summer vegetation period of winter triticale, according to Meteorological Station in Tomaszkanie

Miesiąc Month	Temperatura – Air temperature [°C]				Miesiąc Month	Opady – Rainfall [mm]			
	1961–2000	2007	2008	2009		1961–2000	2007	2008	2009
IV	6,9	7,5	7,7	9,4	IV	36,1	24,7	31,4	4,8
V	12,7	13,8	12,3	12,4	V	51,9	93,5	27	52,9
VI	15,9	17,7	16,9	14,9	VI	79,3	88,1	32,7	136,9
VII	17,7	17,7	18,4	20,4	VII	73,8	173,7	57,7	48,3
Średnia Mean	13,3	14,2	13,8	14,3	Suma Sum	241,1	380,0	148,8	242,9

WYNIKI I DISKUSJA

We wszystkich latach badań metoda pielęgnacji roślin nie miała wpływu na koncentrację analizowanych makroelementów w ziarnie (tab. 2), z wyjątkiem magnezu, którego zawartość wzrastała w roślinach chronionych herbicydem. W literaturze naukowej wskazuje się na brak wyraźnego i jednoznacznego wpływu środków ochrony roślin na zawartość makroelementów w ziarnie zbóż [Makarska i in. 2006].

Badania tych autorów wykazały, iż nawet kompleksowa ochrona chemiczna owsa i jęczmienia jarego, polegająca na stosowaniu fungicydu, insektycydu i herbicydu Mustang 306 SE, nie różnicowała ilości makroskładników w ziarnie. Kraska i Pałys [2008] wskazują, że wpływ herbicydów na zawartość składników mineralnych w ziarnie zbóż może być zróżnicowany. Zależy on bowiem od szeregu czynników, w tym przebiegu pogody w okresie wegetacji, odmiany, rodzaju preparatów, wielkości i terminu aplikowanych dawek. W literaturze podkreśla się też, iż stosowanie herbicydów w zalecanych dawkach, przeważnie nie powoduje znaczących zmian w wartości biologicznej ziarna zbóż [Brzozowska 2003, Klimont 2007, Kraska i Pałys 2008]. Występujące zmiany są raczej uzależnione od współdziałania różnych innych zmiennych czynników zewnętrznych.

W analizowanym doświadczeniu, nawożenie azotem wpływało corocznie jedynie na zawartość azotu w ziarnie pszenżyta (tab. 3). Nawożenie w dawkach 80, 120 i 160 kg N·ha⁻¹ istotnie zwiększało koncentrację tego pierwiastka, średnio od 16,12 do 19,91 g·kg⁻¹ s.m., w porównaniu do roślin nienawożonych i zasilanych w najmniejszej dawce 40 kg·ha⁻¹, odpowiednio 13,29 i 13,56 g·kg⁻¹ s.m. Nawożenie w dawce 160 kg N·ha⁻¹ skutkowało corocznie istotnym wzrostem ilości azotu w ziarnie,

Tabela 2. Zawartość makroelementów (N, P, K, Mg, Ca) w ziarnie pszenżyta ozimego, w zależności od metody pielęgnacji roślin [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.].Table 2. Macroelements (N, P, K, Mg, Ca) content in winter triticale grain, depending on the cultivation plant method applied [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.].

	Wyszczególnienie Specification	Year of research			Mean
		2007	2008	2009	
Azot	Bez pielęgnacji – Without cultivation	15,49	12,67	19,39	15,85
	Bronowanie – Harrowing	15,73	13,83	19,38	16,31
	Herbicyd – Herbicide	16,06	13,82	18,86	16,25
	Mean	15,76	13,44	19,21	16,14
	$\text{NIR}_{(0,05)} - \text{LSD}_{(0,05)}$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
$\text{NIR}_{(0,05)} - \text{LSD}_{(0,05)}$ dla lat – for years – 0,90, inne interakcje – other interactions – n.s.					
Fosfor	Bez pielęgnacji – Without cultivation	4,20	3,71	4,33	4,08
	Bronowanie – Harrowing	4,32	3,51	4,19	4,01
	Herbicyd – Herbicide	4,21	3,51	4,33	4,02
	Mean	4,24	3,58	4,28	4,03
	$\text{NIR}_{(0,05)} - \text{LSD}_{(0,05)}$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
$\text{NIR}_{(0,05)} - \text{LSD}_{(0,05)}$ dla lat – for years – 0,23, inne interakcje – other interactions – n.s.					
Potas	Bez pielęgnacji – Without cultivation	5,51	4,26	4,98	4,92
	Bronowanie – Harrowing	5,54	4,16	4,65	4,78
	Herbicyd – Herbicide	5,54	4,30	4,66	4,83
	Średnio – Mean	5,53	4,24	4,76	4,84
	$\text{NIR}_{(0,05)} - \text{LSD}_{(0,05)}$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
$\text{NIR}_{(0,05)} - \text{LSD}_{(0,05)}$ dla lat – for years – 0,31, inne interakcje – other interactions – n.s.					
Magnez	Bez pielęgnacji – Without cultivation	1,33	1,20	1,41	1,31
	Bronowanie – Harrowing	1,33	1,10	1,41	1,28
	Herbicyd – Herbicide	1,44	1,10	1,52	1,35
	Średnio – Mean	1,37	1,13	1,45	1,32
	$\text{NIR}_{(0,05)} - \text{LSD}_{(0,05)}$	0,10	n.s.	n.s.	0,07
$\text{NIR}_{(0,05)} - \text{LSD}_{(0,05)}$ dla lat – for years – 0,07, inne interakcje – other interactions – n.s.					
Wapń	Bez pielęgnacji – Without cultivation	0,59	0,54	0,47	0,53
	Bronowanie – Harrowing	0,63	0,50	0,50	0,54
	Herbicyd – Herbicide	0,63	0,62	0,54	0,60
	Średnio – Mean	0,62	0,55	0,50	0,56
	$\text{NIR}_{(0,05)} - \text{LSD}_{(0,05)}$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
$\text{NIR}_{(0,05)} - \text{LSD}_{(0,05)}$ dla lat – for years – 0,08, inne interakcje – other interactions – n.s.					

n.s. – not significant.

Tabela 3. Zawartość makroelementów (N, P, K, Mg, Ca) w ziarnie pszenżyta ozimego, w zależności od poziomu nawożenia azotem [g·kg⁻¹ s.m.]Table 3. Macroelements (N, P, K, Mg, Ca) content in winter triticale grain, depending on the level of nitrogen application [g·kg⁻¹ d.m.]

	Wyszczególnienie Specification	Year of research			Mean
		2007	2008	2009	
Azot	Bez azotu – Without nitrogen	13,94	11,20	14,74	13,29
	40	13,96	11,77	14,94	13,56
	40 + 40	15,13	12,35	20,89	16,12
	60 + 60	16,54	14,92	21,97	17,81
	70 + 50 + 40	19,24	16,98	23,50	19,91
	Średnio – Mean	15,76	13,44	19,21	16,14
	NIR _(0,05) – LSD _(0,05)	0,60	0,83	1,20	1,10
Fosfor	Bez azotu - Without nitrogen	4,42	3,73	4,42	4,19
	40	4,21	3,52	3,90	3,88
	40 + 40	4,20	3,51	4,33	4,01
	60 + 60	4,18	3,56	4,33	4,02
	70 + 50 + 40	4,20	3,60	4,44	4,08
	Średnio – Mean	4,24	3,58	4,28	4,04
	NIR _(0,05) – LSD _(0,05)	n.s.	n.s.	0,21	n.s.
Potas	Bez azotu – Without nitrogen	5,53	4,20	4,66	4,80
	40	5,54	4,28	4,87	4,90
	40 + 40	5,52	4,21	4,98	4,90
	60 + 60	5,53	4,26	4,65	4,81
	70 + 50 + 40	5,53	4,26	4,66	4,82
	Średnio – Mean	5,53	4,24	4,76	4,85
	NIR _(0,05) – LSD _(0,05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Magnez	Bez azotu – Without nitrogen	1,44	1,21	1,41	1,35
	40	1,44	1,12	1,41	1,32
	40 + 40	1,33	1,12	1,52	1,32
	60 + 60	1,33	1,10	1,41	1,28
	70 + 50 + 40	1,33	1,10	1,50	1,31
	Średnio – Mean	1,37	1,13	1,45	1,32
	NIR _(0,05) – LSD _(0,05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Wapń	Bez azotu – Without nitrogen	0,63	0,47	0,54	0,55
	40	0,63	0,55	0,47	0,55
	40 + 40	0,56	0,66	0,54	0,59
	60 + 60	0,63	0,62	0,46	0,57
	70 + 50 + 40	0,63	0,47	0,54	0,55
	Średnio – Mean	0,62	0,55	0,51	0,56
	NIR _(0,05) – LSD _(0,05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Inne interakcje – other interactions – n.s – różnice nieistotne – not significant.

a w przypadku dawek 120 i 80 kg N · ha⁻¹ koncentracja azotu zwiększała się odpowiednio w 2 z 3 lat oraz dla wyników średnich z 3 lat. Ponadto z innych pierwiastków, tylko w przypadku fosforu, w trzecim roku badań, nawożenie azotem w dawce 40 kg N·ha⁻¹ skutkowało obniżką ilości fosforu, w porównaniu z nawożeniem na innych obiektach.

W badaniach Kryńskiej i in. [1997] wzrost dawki azotu z 60 do 120 kg·ha⁻¹ wpływał na zwiększenie zawartości potasu, nieznaczną obniżkę fosforu, bez różnicowania koncentracji magnezu i wapnia. Z kolei w badaniach Pisulewskiej i in. [1998] zwiększenie poziomu stosowanego azotu, odpowiednio jak powyżej, wpływało jedynie na wzrost ilości potasu. Bobrecka-Jamro i in. [2013] podają, iż pogłównie nawożenie azotem modyfikowało zawartość magnezu i wapnia, nie miało natomiast większego wpływu na gromadzenie fosforu i potasu w ziarnie pszenicy. Ducsay i Lożek [2004] wskazują, iż żywienie azotem wywiera pozytywny wpływ na gromadzenie głównych makroelementów (N, P, K, Ca, Mg i S) w ziarnie pszenicy ozimej. Według Grzebisza i in. [2010] magnez, ze względu na swoje funkcje biologiczne, odgrywa dużą rolę w kontroli gospodarki azotowej w roślinie. Z kolei Jaskulski i in. [2011] wskazują, iż efektywność gospodarowania roślin azotem zależy od koncentracji wapnia. W badaniach tych autorów poziom białka w ziarnie pszenżyta był tym większy, im mniej zawierało ono wapnia. Niektórzy autorzy są zdania, iż przemiany azotu w ziarnie pszenżyta ozimego zależą przede wszystkim od odmiany [Alaru i in. 2003, Makarska i in. 2010]. W analizowanym doświadczeniu rok badań był czynnikiem istotnie różnicującym zawartość analizowanych makroelementów w ziarnie pszenżyta. Szczególnie w drugim roku badań, o zdecydowanie największych plonach – średnio 6,77 t·ha⁻¹, w porównaniu do 4,74 i 4,14 t·ha⁻¹, odpowiednio w pierwszym i trzecim roku, zawartość azotu, fosforu, potasu i magnezu była istotnie mniejsza, w porównaniu z innymi latami (tab. 2, 3 i 4). W przypadku zawartości wapnia w ziarnie, w pierwszym roku było go istotnie więcej, w porównaniu z trzecim. Prezentowane wyniki badań własnych wskazują, iż na kształtowanie się składu chemicznego ziarna zbóż duży wpływ wywierał przebieg warunków meteorologicznych. Poglądy takie potwierdzają też inni autorzy [Pisulewska i in. 1998, Bassu i in. 2011, Mizak i in. 2011].

Niemniej można spotkać też opinie, iż zmienne warunki pogodowe w latach mogą zdecydowanie różnicować plonowanie pszenżyta ozimego, a jednocześnie prawie nie modyfikować ilości makroelementów w ziarnie [Kryńska i in. 1997].

Tabela 4. Plonowanie pszenżyta ozimego odmiany Grenado w latach badań

Table 4. Yields of winter triticale grain of the variety Grenado on the years of research

Rok badań – Year of research	Plony – Yields t·ha ⁻¹
2007	4,74
2008	6,77
2009	4,14
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)	0,53

WNIOSKI

1. Metody pielęgnacji roślin nie wywierały wyraźnych, powtarzalnych w latach, istotnych zmian zawartości badanych makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego, odmiany Grenado, z wyjątkiem magnezu, którego koncentracja wzrastała po zastosowaniu herbicydu.

2. Poziom nawożenia azotem wpływał jednoznacznie tylko na zawartość azotu w ziarnie. Koncentracja tego pierwiastka w ziarnie zwiększała się wraz ze wzrostem dawki nawożenia do poziomu 160 kg Nha⁻¹.

3. Stosowane metody pielęgnacji i poziomy nawożenia azotem nie obniżały zawartości makroelementów, stąd nie pogarszają wartości ziarna pszenżyta, odmiany Grenado jako ewentualnego komponentu pasz treściwych dla zwierząt.

4. Zawartość analizowanych makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego była przeważnie zróżnicowana między latami badań.

LITERATURA

- Alaru M., Laur U., Jaama E. 2003. Influence nitrogen and weather conditions on the grain quality of winter triticale. *Agronomy Research* 1, 3–10.
- Bassu S., Asseng S., Richards R. 2011. Yield benefits of triticale traits for wheat under current and future climates. *Field crops research*, 124, 14–24.
- 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.
- Brzozowska I. 2003. Studia nad nawożeniem i regulacją zachwaszczenia w uprawie pszenżyta ozimego. Wyd. UWM Olsztyn. Rozprawy i monografie, 82, ss. 100.
- 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.
- Dekić V., Milovanović M., Popović, V., Jelić, M., Perišić, V. 2014. *Romanian Agricultural Research* 31, 1–9.
- Ducsay, L., Ložek, O. 2004. Effect of topdressing with nitrogen on the yield and quality of winter wheat grain. *Plant, Soil and Environment* 50 (7), 309–314.
- Friedrich M., Podlaszewska G. 2015. Ocena wpływu uzupełniania paszy wybranymi składnikami mineralnymi na ich metabolizm i dystrybucję w organizmie – badania modelowe. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, 1 (98), 207–219.
- Gaj R., Górski D., Przybył J. 2013. Effect of differentiated phosphorus and potassium fertilization on winter wheat yield and quality. *J. Elem.* 18(1), 55–67, DOI: 10.5601/jelem.2013.18.1.04.
- Grzebisz W., Przygocka-Cyna K., Szczepaniak W., Diatta J., Potarzycki J. 2010. Magnesium as a nutritional tool of nitrogen efficient management – plant production and environment. *J. Elem.* 15 (4), 771–788.

- 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, 2011), 87–95.
- Klimont K. 2007. Wpływ herbicydów na wartość siewną i skład chemiczny ziarna pszenicy ozimej i jarej, jęczmienia jarego, pszenżyta jarego. *Biul. IHAR*: 243, 57–67.
- Kraska P., Pałys E. 2008. Plonowanie i skład chemiczny ziarna pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze w warunkach stosowania zróżnicowanych dawek herbicydów. *Annales UMCS, sectio E, vol. LXIII (2)*, 1–7.
- Kryńska B., Majda J., Kud K. 1997. Wpływ poziomu i sposobu stosowania azotu na plonowanie pszenżyta ozimego i zawartość makroelementów w ziarnie. Cz. II. Zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego. *Bibl. Fragm. Agron.* 3, 353–358.
- Makarska E., Rachoń L., Michalak M., Szumiło G. 2006. Zawartość β -glukanów i makroskładników w oplewionych i nagoziarnistych odmianach jęczmienia i owsa w przypadku zróżnicowanej ochrony chemicznej. *J. Elem.* 11 (2), 175–182.
- Makarska E., Ciołek A., Kociuba W. 2010. Influence of parental forms on changes in the content of mineral elements in grain of new winter triticale hybrid strains. *J. Elem.*, 15(1), 131–140.
- Mizak K., Pudelko R., Kozyra J., Nieróbca A., Doroszewski A., Świtaj Ł., Łopatka A. 2011. Wyniki monitoringu suszy rolniczej w uprawach pszenicy ozimej w Polsce w latach 2008–2010. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie.* t. 11 z. 2 (34), 95–107.
- Myer R., Lozano del Río. A.J. 2004. *Triticale as animal feed.* W: *Triticale improvement and production.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAO plant production and protection paper*, 179, 49–58.
- Nowicka B. 1993. Wpływ herbicydów na wysokość i jakość plonu odmian pszenicy ozimej. *IUNG Puławy, R(302)*, ss. 48.
- Pawłowski F., Deryło S., 1990. Wpływ zróżnicowanego pielęgnowania na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy jarej. *Rocz. Nauk Roln., seria A, T. 108, Z3*, 9–19.
- Pisulewska E., Zajac T., Oleksy A., 1998. Skład mineralny ziarna wybranych odmian pszenżyta ozimego w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Biul. IHAR*, 205/206, s. 179–188.
- Podolska G., Stypuła G., Stankowski S. 2004. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od intensywności ochrony zasiewów. *Annales UMCS, Sec. E*, 59(1), 269–276.
- Zalecenia ochrony roślin. 2006. IOR. Poznań.

MACROELEMENTS CONTENT IN WINTER TRITICALE GRAIN OF THE VARIETY GRENADO, DEPENDING ON THE CULTIVATION METHOD AND NITROGEN FERTILISATION LEVEL

Summary. In 2007–2009, laboratory studies were carried out on winter triticale grain of the variety Grenado, concerning the contents of macroelements (N, P, K, Mg, Ca). The grain for chemical analyses was sampled each year during harvest of plants from a field experiment carried out in the Research and Education Centre in Tomaszkowo, belonging to the University of Warmia and Mazury in Olsztyn, on eutric cambisol, medium quality soil

(class IVb), classified as good rye complex. The study was performed using the random sub-blocks method, in 4 repetitions, with two factors: 1 – the method of cultivation plants – mechanical method (harrowing) and the chemical method (Mustang 306 SE herbicide) compared to a control object without cultivation, 2 – the nitrogen fertilisation level (0, 40, 80, 120, 160 kg N·ha⁻¹). The studies conditions noticeably differentiated each year in terms of the weather.

The method of cultivation plants did not have a significant effect on the contents of the analysed macroelements in winter triticale grain, apart from magnesium in 2007 and the average results from the 3-year period. In 2007, a significant effect was found of the herbicide on an increase in the magnesium content, compared to harrowed triticale and to the control object and, respectively, for the average results, when compared only to the harrowed object. Each year, nitrogen fertilisation differentiated only the nitrogen content in triticale grain. In particular years of the study, fertilisation in a dose of 160 kg N·ha⁻¹ resulted each year in a significant increase in the nitrogen level in grain and for the doses of 120 and 80 kg N·ha⁻¹, in 2 of 3 years, respectively, and for the average results from a 3-year period. The contents of the analysed macroelements in grain each year was significantly differentiated between the years of the study, particularly for nitrogen, potassium, phosphorus and magnesium, and, to a lesser degree, for calcium. In addition, in the second, dry year of the study, with the highest yields, the contents of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium were significantly lower than in other years. Regarding calcium – in the grain from the first year of the study, its content was much higher, compared to the third year.

Key words: winter triticale, macroelements, harrowing, herbicide, nitrogen