

## ZAWARTOŚĆ MAKROELEMENTÓW W ZIARNIE PSZENICY OZIMEJ W ZALEŻNOŚCI OD STOSOWANYCH HERBICYDÓW I SPOSOBU NAWOŻENIA AZOTEM

*Irena Brzozowska, Jan Brzozowski, Bartosz Witkowski*

Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

### Wstęp

Stosowanie herbicydów, mieszanin herbicydowych i herbicydowo-nawozowych, wiąże się z możliwością ingerencji tych związków w metabolizm roślin. Może to prowadzić do niekorzystnych zmian obniżających ich wartość pokarmową czy paszową [BRZozowski 1997; MAKARSKA 1997]. Oddziaływanie mieszaniny jest trudne do przewidzenia, ponieważ w dużym stopniu zależy od współdziałania takich czynników, jak: skład chemiczny środków, wielkość dawki, warunki pogodowe, glebowe, termin przeprowadzenia zabiegu i inne [BRZozowski 1997; MAKARSKA 1997]. Ważna jest także reakcja roślin na stosowane preparaty, uzależniona od mechanizmów odpornościowych rośliny [MAKARSKA 1997].

Celem podjętych badań była ocena wpływu stosowania herbicydów, mieszanin herbicydowych i łączonych herbicydowo-mocznikowych na zawartość makroelementów (N, P, K, Mg, Ca) w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Elena.

### Materiał i metody

W latach 2001–2003 w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszowie k/Olsztyna, należącym do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, prowadzono badania polowe z uprawą pszenicy ozimej odmiany Elena. Doświadczenie realizowano na glebie brunatnej właściwej, średniej i ciężkiej, kompleksu pszennego dobrego. Pszenicę corocznie uprawiano po pszenicy ozimej, której przedplonem były rośliny strączkowe. Doświadczenie prowadzono jako dwuczynnikowe, metodą losowanych podbloków, w 4 powtórzeniach.

Czynnikiem pierwszego rzędu były herbicydy i mieszaniny herbicydów (stosowane w dawkach zalecanych przez IOR – ZALECENIA ...2000): I). Obiekt kontrolny (bez herbicydów); II). Granstar 75 WG (tribenuron metylu); III). Granstar 75 WG + Starane 250 EC (fluroksypyr); IV). Granstar 75 WG + Chwastox Extra 300 SL (MCPA); V). Chwastox Extra 300 SL; VI). Chwastox Extra 300 SL + Starane 250 EC; VII). Aminopielik D 450 SL (2,4-D + dikamba); VIII). Mustang 306 SE (florasulam + 2,4-D).

Czynnikiem drugim był sposób nawożenia azotem (łącznie 120,0 kg N·ha<sup>-1</sup>):  
1) doglebowo; stosowano mocznik wyłącznie w granulacie w trzech terminach:

40,0 kg N·ha<sup>-1</sup> po wznowieniu wegetacji; 27,6 kg N·ha<sup>-1</sup> w końcu fazy krzewienia i 52,4 kg N·ha<sup>-1</sup> w końcu fazy strzelania w źdźbło; 2) doglebowo-dolistnie; stosowano mocznik 2-krotnie doglebowo (40,0 kg N·ha<sup>-1</sup> po wznowieniu wegetacji i 35,8 kg N·ha<sup>-1</sup> w końcu fazy strzelania w źdźbło) oraz 2-krotnie dolistnie: 27,6 kg N·ha<sup>-1</sup> w końcu fazy krzewienia (20% roztwór mocznika) oraz 16,6 kg N·ha<sup>-1</sup> w końcu fazy strzelania w źdźbło (12% roztwór mocznika). Na obiektach z nawożeniem dolistnym, w fazie krzewienia, herbicydy stosowano jednocześnie z mocznikiem w roztworze.

Eksperyment obejmował łącznie 16 obiektów, 64 poletka. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 20 m<sup>2</sup> (2 m x 10 m). Zabiegi opryskiwania (herbicydowe, łączone herbicydowo-mocznikowe i mocznikowe) wykonywano opryskiwaczem plecakowym, stosując dawkę cieczy użytkowej 300 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>.

Analizy chemiczne ziarna na zawartość makroelementów (N, P, K, Mg, Ca) wykonano w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Olsztynie: azotu – metodą potencjometryczną, fosforu – wanadowo-molibdenową, magnezu – absorpcyjnej spektrometrii atomowej, potasu i wapnia – metodą fotometrii płomieniowej. Ocena statystyczna została wykonana programem STATISTICA 6.0.

## Wyniki i dyskusja

Średnio z 3 lat badań, zawartość makroelementów w suchej masie ziarna pszenicy ozimej wynosiła odpowiednio: azot – 18,5 g·kg<sup>-1</sup>, fosfor – 3,9 g·kg<sup>-1</sup>, potas – 4,4 g·kg<sup>-1</sup>, magnez – 1,2 g·kg<sup>-1</sup>, wapń – 0,5 g·kg<sup>-1</sup> (tab. 1). Zawartość azotu, fosforu i potasu była zbliżona, a magnezu i wapnia niższa, w porównaniu do przeciętnych zawartości tych pierwiastków podawanych dla kraju przez innych autorów [CZUBA, MAZUR 1988; SZYNAL, SYKUT 1992; OSTAPCZUK i in. 1997].

Tabela 1; Table 1

Zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej  
w zależności od roku badań (g·kg<sup>-1</sup> s.m.)

Macroelements content in winter wheat grain depending  
on the year of reserch (g·kg<sup>-1</sup> DM)

Rok badań; Year of research	Makroelementy; Macroelements				
	N	P	K	Mg	Ca
2001	17,1	3,8	4,5	1,1	0,4
2002	20,3	4,2	4,3	1,2	0,5
2003	18,1	3,7	4,5	1,3	0,6
Średnio; Mean	18,5	3,9	4,4	1,2	0,5
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1

Poziom poszczególnych makroelementów był istotnie zróżnicowany między latami badań (tab. 1), na co wpływ miały zmienne warunki pogodowe. Zawartość azotu i fosforu przeważnie w ziarnie była największa w drugim roku badań (2002 r.), charakteryzującym się dużymi niedoborami opadów oraz obniżonymi temperaturami w okresie wegetacji wiosenno-letniej (IV–VII), natomiast potasu, magnezu i wapnia (tab. 1) w trzecim roku, z przeciętną ilością opadów, ale pod-

wyższymi temperaturami w czerwcu i lipcu. Wielu autorów zwraca uwagę na znaczący wpływ warunków siedliska, w tym meteorologicznych, na kształtowanie się składu chemicznego ziarna zbóż [JURKOWSKA i in. 1992; PAWŁOWSKA i in. 1995; KOC, SZURPICKA-POŁTARZEWSKA 1997; MAKARSKA 1997; PISULEWSKA i in. 1998]. Niektórzy autorzy wskazują natomiast, iż przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji w niewielkim stopniu wpływa na gromadzenie składników mineralnych w ziarnie zbóż [KRUCZEK, WÓJTOWICZ 1998]. Spośród analizowanych w doświadczeniu makroelementów w ziarnie pszenicy stwierdzono istotną korelację dodatnią między zawartością wapnia i magnezu ( $r = 0,72^{**}$ ), podobnie jak w badaniach PISULEWSKIEJ i in. [1998], dotyczących pszenżyta ozimego.

Tabela 2; Table 2

Zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od stosowanych herbicydów, średnio z lat 2001–2003 ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.)

Macroelements content in winter wheat grain depending on the herbicides applied, mean for years 2001–2003 ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  DM)

Herbicydy; Herbicides	Makroelementy; Macroelements				
	N	P	K	Mg	Ca
Bez herbicydów; Without herbicides	18,0	3,8	4,3	1,2	0,5
Granstar 75 WG	17,8	3,7	4,5	1,2	0,5
Granstar 75 WG + Starane 250 EC	18,7	3,7	4,3	1,1	0,5
Granstar 75 WG + Chwastox Extra 300 SL	18,5	3,9	4,5	1,2	0,5
Chwastox Extra 300 SL	18,9	3,9	4,4	1,2	0,5
Chwastox Extra 300 SL + Starane 250 EC	18,8	3,9	4,5	1,2	0,5
Aminopielik D 450 SL	18,7	4,0	4,5	1,2	0,5
Mustang 306 SE	18,6	3,9	4,5	1,2	0,5
Średnio; Mean	18,5	3,9	4,4	1,2	0,5
$\text{NIR}_{(0,05)}$ ; $\text{LSD}_{(0,05)}$	0,6	0,1	0,2	0,1	0,1

Stosowane herbicydy oraz mieszaniny herbicydowo-mocznikowe wywierały podobny wpływ na akumulację badanych makroelementów (tab. 2). Z siedmiu wariantów herbicydowych, następujące: Granstar 75 WG + Chwastox Extra 300 SL, Chwastox Extra 300 SL, Chwastox Extra 300 SL + Starane 250 EC, Aminopielik D 450 SL oraz Mustang 306 SE wpływały przeważnie na wzrost zawartości azotu ogólnego i fosforu oraz potasu, natomiast ilość magnezu i wapnia (tab. 2) kształtowała się niezależnie od aplikowanych herbicydów. Niektórzy autorzy wskazują, że wpływ herbicydów na zawartość składników mineralnych w ziarnie zbóż przeważnie nie powoduje znaczących zmian w wartości biologicznej ziarna zbóż, a spotykane różnicowanie zależy od współdziałania wielu zmiennych czynników zewnętrznych, głównie przebiegu pogody w okresie wegetacji, cech odmianowych, rodzaju preparatów, wielkości aplikowanych dawek oraz terminu ich zastosowania [SZYNAL, SYKUT 1992; OSTAPCZUK i in. 1997]. W niesprzyjających warunkach atmosferycznych mogą ujawnić się inhibicyjne działania herbicydów, wywołujące tendencje spadkowe poziomu składników mineralnych, a wielkość zmian zależna jest od wrażliwości genetycznej odmiany na dany preparat [MAKARSKA 1997 za MAKARSKA i in. 1992]. Stosowanie części azotu dolistnie, w tym łącznie z herbicydami w roztworze, wpłynęło na zwiększenie zawartości jedynie azotu w

ziarnie pszenicy i to tylko w trzecim roku badań (tab. 3). Potwierdzają to też badania CACAK-PIETRZAK i in. [1998], z których wynika, że sposób nawożenia azotem pszenicy ozimej (doglebowy i doglebowo-dolistny) nie różnicował wyraźnie zawartości białka. W literaturze przeważnie wskazuje się na brak wyraźnego i jednoznacznego wpływu nawożenia azotem i środków ochrony roślin na zawartość makroelementów w ziarnie zbóż [NOWICKA 1993; PAWŁOWSKA i in. 1995; MAKARSKA 1997].

Tabela 3; Table 3

Zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od sposobu nawożenia azotem, średnio z lat 2001–2003 ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.)

Macroelements content in winter wheat grain depending on the nitrogen application method, mean for years 2001–2003 ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  DM)

Sposób nawożenia azotem Nitrogen application method	Makroelementy; Macroelements				
	N	P	K	Mg	Ca
Doglebowy; Applied to the soil	18,3	3,8	4,4	1,2	0,5
Doglebowo-dolistny; Applied to the soil-foliar	18,6	3,9	4,4	1,2	0,5
Średnio; Mean	18,5	3,9	4,4	1,2	0,5
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,3	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.

r.n.; n.s. różnice nieistotne; non significant differences

## Wnioski

1. Zawartość badanych makroelementów (N, P, K, Mg, Ca) w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Elena kształtowała się na średnim poziomie (azot, fosfor i potas) oraz niskim (magnez i wapń) i była zróżnicowana między latami badań. Stwierdzono istotną korelację dodatnią między zawartością wapnia i magnezu.
2. Z siedmiu wariantów herbicydowych, następujące: Granstar 75 WG + Chwastox Extra 300 SL, Chwastox Extra 300 SL, Chwastox Extra 300 SL + Starane 250 EC, Aminopielik D 450 SL oraz Mustang 306 SE wpływały przeważnie na wzrost zawartości azotu ogólnego, fosforu i potasu, natomiast ilość magnezu i wapnia kształtowała się niezależnie od aplikowanych herbicydów.
3. Sposób stosowania azotu (nawożenie mocznikiem wyłącznie doglebowo lub doglebowo i dolistnie) nie miał istotnego wpływu na zawartość badanych makroelementów w ziarnie.

## Literatura

- BRZozowski J. 1997. Wpływ pestycydów i mieszanin pestycydowo-nawozowych na wartość odżywczą ziarna pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 439: 256–260.
- CACAK-PIETRZAK G, CEGLIŃSKA A., HABER T., SĘK M. 1998. Wpływ nawożenia azoto-

wego na wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. Przegląd Zbożowo-Młynarski 7: 23–26.

CZUBA R., MAZUR T. 1988. *Wpływ nawożenia na jakość plonów*. PWN Warszawa.

JURKOWSKA H., ROGÓŻ A., WOJCIECHOWICZ T. 1992. *Zawartość składników mineralnych w roślinach w zależności od wilgotności gleby. Cz. I. Makroelementy*. Acta Agraria et Silvestria, Series Agraria, Vol. XXX: 29–35.

KOC J., SZURPICKA-POŁTARZEWSKA Ł. 1997. *Wpływ przedplonu i nawożenia azotem na zawartość makroelementów w ziarnie i słomie pszenżyta ozimego. Cz. II. Fosfor, potas, magnez, wapń*. Zesz. Nauk. AR Szczecin 175, Rol. 65: 171–176.

KRUCZEK G., WÓJTOWICZ J. 1998. *Wpływ nawożenia azotowego na plonowanie i skład chemiczny ziarna pszenicy*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 330: 119–126.

MAKARSKA E. 1997. *Jakość ziarna odmian pszenżyta ozimego w warunkach stosowania wybranych herbicydów*. Wyd. AR Lublin. Rozpr. hab., 205: 93 ss.

NOWICKA B. 1993. *Wpływ herbicydów na wysokość i jakość plonów odmian pszenicy ozimej*. IUNG Puławy, Praca doktorska, R(302): 1–48.

OSTAPCZUK E., ROLA H., SYKUT A., NOWICKA B. 1997. *Wpływ herbicydów stosowanych w różnych terminach na zawartość białka i skład aminokwasowy w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Arda i Juma*. Pestycydy 1–2: 59–65.

PAWŁOWSKA J., MAKARSKA E., KUKUŁA S. 1995. *Ocena działania preparatów herbicydowych w uprawie kilku odmian pszenżyta ozimego*. Fragm. Agron. 3(47): 79–86.

PISULEWSKA E., ZAJĄC T., OLEKSY A. 1998. *Skład mineralny ziarna wybranych odmian pszenżyta ozimego w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem*. Biul. IHAR 205/206: 179–188.

SZYNAL J., SYKUT A. 1992. *Zmiany zawartości makro- i mikroelementów w ziarnie pszenicy po stosowaniu herbicydów*. Bromat. Chem. Toksykol. XXV, 3: 243–249.

ZALECENIA OCHRONY ROŚLIN 2000. IOR Poznań: 212–219.

**Słowa kluczowe:** pszenica ozima, ziarno, makroelementy, herbicydy, mocznik, nawożenie doglebowe, dokarmianie dolistne, zabiegi łączone

### Streszczenie

W 3-letnich badaniach polowych i laboratoryjnych analizowano wpływ stosowania wybranych herbicydów oraz mieszanin herbicydowych i herbicydowo-mocznikowych na zawartość makroelementów (N, P, K, Mg, Ca) w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Elena. Spośród stosowanych wariantów herbicydowych, następujące: Granstar 75 WG + Chwastox Extra 300 SL, Chwastox Extra 300 SL, Chwastox Extra 300 SL + Starane 250 EC, Aminopielik D 450 SL oraz Mustang 306 SE wpływały przeważnie na wzrost zawartości azotu ogólnego, fosforu i potasu, natomiast ilość magnezu i wapnia kształtowała się niezależnie od aplikowanych środków. Sposób stosowania azotu (nawożenie mocznikiem wyłącznie doglebowo lub doglebowo i dolistnie, w tym łącznie z herbicydami) nie miał istotnego wpływu na zawartość badanych makroelementów w ziarnie.

CONTENT OF MACROELEMENTS IN WINTER  
WHEAT GRAIN DEPENDING ON HERBICIDES APPLIED  
AND NITROGEN APPLICATION METHOD

*Irena Brzozowska, Jan Brzozowski, Bartosz Witkowski*

Department of Farming Systems, University of Warmia and Mazury, Olsztyn

Key words: winter wheat, grain, macronutrients, herbicides, urea, soil fertilization, foliar nutrition, integrated treatments

Summary

During a 3-year field and laboratory experiments the influence of treatment with selected herbicides, herbicide mixtures and mixtures of herbicides with urea upon the content of macroelements (N, P, K, Mg, Ca) in winter wheat grain Elena cultivar was studied. From among applied herbicidal treatments, the following ones: Granstar 75 WG + Chwastox Extra 300 SL, Chwastox Extra 300 SL, Chwastox Extra 300 SL + Starane 250 EC, Aminopielik D 450 SL as well as Mustang 306 SE affected an increase in total nitrogen, phosphorus and potassium contents while the quantities of magnesium and calcium were independent on the treatments applied. The method of applying the nitrogen (fertilization with urea into soil only or into soil and on leaves, including joint treatment with herbicides) did not significantly influence the content of investigated macroelements in grain.

Dr hab. Irena **Brzozowska**  
Katedra Systemów Rolniczych  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
pl. Łódzki 3  
10-718 OLSZTYN  
e-mail: brzozi@uwm.edu.pl