

WACŁAW JARECKI**DOROTA BOBRECKA-JAMRO**

Katedra Produkcji Roślinnej

Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

Reakcja pszenicy jarej odmiany Parabola na dolistne dokarmianie mocznikiem i Mikrokomplexem

Reaction of spring wheat, Parabola variety, to leaf feeding with urea and Microcomplex

W latach 2008–2010 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe, którego celem było określenie reakcji roślin pszenicy jarej na dolistne dokarmianie. Stwierdzono, że zastosowane nawozy: mocznik, Mikrokomplex oraz mieszanka mocznika z Mikrokomplexem nie zmodyfikowały istotnie liczby ziaren w kłosie i MTN, jednak plon nasion na obiektach dokarmianych był większy w porównaniu do obiektu kontrolnego, przy czym istotna różnica dotyczyła tylko łącznej aplikacji mocznika z Mikrokomplexem. Wyrównanie i celność ziarna wyniosły średnio 85% i nie zostały istotnie zróżnicowane przez badany czynnik. Największą zawartość białka ogólnego oznaczono w ziarnie pozyskanym z obiektów dokarmianych azotem i wyniosła ona 14,6%.

Słowa kluczowe: dokarmianie dolistne, pszenica jara, struktura plonu

In the years 2008–2010 a precise field experiment was carried out aimed at defining the reaction of spring wheat to leaf feeding. It was stated that the used fertilizers: urea and Microcomplex and the mixture of urea and Microcomplex did not modify considerably the number of grains per ear and weight of thousand grains. However, the yield of grain being leaf fed was higher in comparison with the control and the significant difference concerned only the combined application of urea with Microcomplex. Grain uniformity and plumpness amounted, on average, to 85% and were not considerably differentiated by the examined factor. The highest amount of total protein was recorded in grain fed with nitrogen and it was 14.6%.

Key words: foliar fertilization, spring wheat, yield components

WSTĘP

Oferowane na rynku nawozy dolistne są uniwersalne, przeznaczone pod określoną uprawę, a nawet dla określonej fazy rozwojowej roślin (Szewczuk i Sugier, 2009). W technologii uprawy zbóż, dokarmianie dolistne w formie oprysku bezpośrednio na części nadziemne, głównie liść, pozwala uzupełnić niedobór składników pokarmowych.

Unika się przy tym sorpcji chemicznej i biologicznej składników mineralnych w glebie (Orlik i in., 2005).

W dotychczasowych badaniach potwierdzono, że na wysokość i jakość plonu pszenicy jarej duży wpływ wywiera nawożenie azotem (Wojciechowski i Waławowicz, 2005; Sułek i Cacak-Pietrzak, 2008), przy czym część jego dawki można zastosować w formie dolistnego dokarmiania. Orlik i in. (2005) oraz Gąsiorowska i Makarewicz (2008) potwierdzają, iż zabieg taki jest efektywny i wywiera korzystny wpływ na parametry jakości ziarna. Wpływ dolistnie stosowanego azotu uwidacznia się zwłaszcza przy jednoczesnym zastosowaniu siarczanu magnezu (Ralcewicz i in., 2009) czy nawozów mikroelementowych (Kocoń, 2005; Filipek i Harasim, 2007). Znaczenie mikroelementów we współczesnym rolnictwie znacząco wzrosło ze względu na rolę jaką pełnią we wzroście i rozwoju roślin (Grzyś, 2004; Wróbel, 2008). Nawożenie makro- i mikroelementami obok wielkości i jakości plonu trzeba również rozpatrywać w aspekcie efektywności ekonomicznej i zagrożeń ekologicznych. Ustalenie optymalnego poziomu nawożenia dla konkretnej odmiany i warunków siedliskowych pozostaje więc nadal ważne poznawczo (Borkowska i in., 2003; Wojciechowski i Waławowicz, 2005). W hipotezie badawczej założono, iż łączne zastosowanie mocznika z Mikrokompleksem wpłynie najkorzystniej na badane cechy.

Celem pracy było określenie reakcji roślin pszenicy jarej odmiany Parabola na dokarmianie dolistne mocznikiem, Mikrokompleksem oraz mieszanką mocznika z Mikrokompleksem.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe z pszenicą jarą (odmiana Parabola) przeprowadzono w latach 2008–2010 w Stacji Doświadczalnej Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego w Krasnem koło Rzeszowa. Jednoczynnikowe doświadczenie, przeprowadzono w czterech powtórzeniach. Czynnikiem było dokarmianie dolistne, stosowane dwukrotnie w fazie krzewienia i początku kłoszenia. Zastosowano trzy poziomy czynnika:

- a1 mocznik 36 kg/ha (I termin) oraz 18 kg/ha (II termin),
- a2 Mikrokomplex 5 kg/ha (I termin) oraz 5 kg/ha (II termin),
- a3 mieszanka mocznika z Mikrokompleksem 36 i 5 kg/ha (I termin) oraz 18 i 5 kg/ha (II termin).

Obiekt kontrolny stanowiły poletka bez dokarmiania dolistnego. Ilość cieczy roboczej wyniosła 300 l/ha. Zawartość azotu w Moczniku — 46%. Skład chemiczny Mikrokompleksu przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Skład chemiczny w % — Mikrokomplex
Chemical composition in % — Mikrokomplex

Siarka Sulfur SO ₃	Magnez Magnesium MgO	Bor Boron	Miedź Copper	Mangan Manganese	Cynk Zinc	Molibden Molybdenum
32	16	0,05	0,3	0,35	0,2	0,01

Doświadczenie założono na glebie klasy bonitacyjnej IIIa, o pH w granicach od 5,10 (2009 r.) do 5,94 (2010 r.). Zawartość oznaczonych w glebie: fosforu, potasu i mikroelementów była średnia, zaś magnezu bardzo niska (tab. 2).

Tabela 2

Wyniki analizy gleby
Results of soil analysis

Rok Year	pH w KCl	Przyswajalne Available							
		makroskładniki — macroelements mg/100g gleby			mikroskładniki — microelements mg/kg gleby				
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	B
2008	5,66	13,1	15,5	2,2	4,2	459,0	5,3	1110	1,65
2009	5,10	14,1	17,0	2,1	4,1	188,0	5,3	1210	1,55
2010	5,94	11,2	13,0	1,9	4,5	139,5	4,8	965	1,50

Nasiona wysiano w ilości 450 szt./m², w następujących terminach: 11.04.2008 r., 9.04.2009 r., 13.04.2010 r. Przedplonem corocznie był rzepak jary. Powierzchnia poletek wynosiła 15 m² (do zbioru 12 m²). Nawożenie mineralne PK zastosowano pod orkę przedzimową i wyniosło: 100 kg P₂O₅/ha i 140 kg K₂O/ha. Nawożenie doglebowe azotem zastosowano w dawce 50 kg N/ha (saletra amonowa 34%) przed siewem i 50 kg N/ha w fazie strzelania w źdźbło. Chwasty zwalczano stosując preparat Chwastox Extra 300 SL, szkodniki Alfamor 050 SC, choroby Alert 375 SC.

W okresie wegetacji pszenicy prowadzono obserwacje faz wzrostu i rozwoju roślin. Obejmowały one: wschody, krzewienie, strzelanie w źdźbło, kłoszenie, dojrzewanie. Na powierzchni 1 m² policzono obsadę roślin w fazie wschodów oraz liczbę kłosów przed zbiorem. Rośliny przed zbiorem liczono wrywając je z 0,5 m². Na podstawie uzyskanych wyników obliczono współczynnik krzewistości produkcyjnej. Ocenę wylegania podano w skali od 1 do 9°.

W fazie dojrzałości technicznej z każdego poletka pobrano 20 kolejnych roślin ze środkowej części rzędów poletka i określono ich elementy struktury plonu: liczbę ziaren w kłosie i masę tysiąca nasion (przy 15% wilgotności). Separacji ziaren na frakcje dokonano na Separatorze laboratoryjnym Sortimat. Pomiar na próbce 100 g, przy czasie wytrząsania 3 minuty i wilgotności ziarna 14,5%.

Zbiór przeprowadzono jednoetapowo w fazie dojrzałości pełnej w dniach: 6.08.2008r., 5.08.2009 r. i 5.08.2010 r. Uzyskaną z poletek masę nasion przeliczono na plon z 1 ha przy uwzględnieniu wilgotności 15%. Nasiona do analizy chemicznej pozyskano w trakcie zbioru z każdej kombinacji i oznaczono w nich białko ogólne — metodą Kjeldahla.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej: analiza wariancji (według modelu split-plot). Istotność różnic pomiędzy wartościami cech testowano na podstawie półprzedziałów ufności Tukeya, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Do obliczeń wykorzystano program statystyczny AWAR (IUNG Puławy).

Warunki pogodowe podano według Biuletynów Agrometeorologicznych IMiGW w Warszawie, z zapisów stacji Meteorologicznej w Jasionce koło Rzeszowa. Analizę próbek glebowych wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie.

WYNIKI I DYSKUSJA

W latach badań układ warunków atmosferycznych był zmienny, dotyczyło to przede wszystkim sumy opadów. W okresie kwiecień-sierpień wyniosła ona: 410,4 mm w 2008 r., 372,5 mm w 2009 r. oraz 651,8 mm w 2010 r. Średnie temperatury w tym samym okresie były mniej zróżnicowane (tab. 3). Warunki pogodowe wywarły umiarkowany wpływ na plon ziarna. Biskupski i in. (2007) stwierdzili natomiast wyłączne oddziaływanie warunków pogodowych na plon badanych odmian pszenic jarych.

Tabela 3

Warunki pogodowe w latach 2008–2010
Weather conditions in the years 2008–2010

Miesiące Months	Opady Rainfall (mm)				Średnie temperatury Mean temperatures (°C)			
	2008	2009	2010	średnia average	2008	2009	2010	średnia average
Kwiecień — April	45,5	3,7	49,9	33,03	9,1	11,1	8,9	9,70
Maj — May	105,3	102,6	177,0	128,30	13,6	13,8	14,3	13,90
Czerwiec — June	86,7	146,4	126,1	119,73	18,1	16,6	17,9	17,53
Lipiec — July	117,6	98,0	200,2	138,60	18,9	20,7	20,8	20,13
Sierpień — August	55,3	21,8	98,6	58,57	18,8	19,4	19,5	19,23
Suma Sum	410,4	372,5	651,8	—	15,70	16,32	16,28	16,09

Dokarmianie dolistne nie modyfikowało długości faz rozwojowych roślin. W latach badań faza krzewienia wystąpiła po 33–39 dniach, strzelania w źdźbło po 45–52 dniach a kłoszenia po 63–71 dniach od daty siewu (tab. 4). Haliniarz (2010) podaje zbliżone terminy wchodzenia roślin pszenicy jarej w wymienione fazy rozwojowe.

Najkrótszy okres wegetacji odnotowano w 2010 roku (114 dni). Wynikało to z wcześniejszego osiągnięcia przez pszenicę poszczególnych faz rozwojowych w 2010 r. w porównaniu do lat 2008 i 2009.

Tabela 4

Przebieg wegetacji roślin pszenicy jarej w dniach od daty siewu
Course of vegetation of spring wheat in days from date of seeding

Rok Year	Wschody Emergence	Krzewienie Tillering	Strzelanie w żdzińko Shooting	Kłoszenie Earing	Dojrzałość — Maturity		
					mleczna milk stage	woskowa dough stage	pełna fully
2008	15	37	50	71	89	106	117
2009	16	39	52	69	95	108	118
2010	13	33	45	63	90	103	114

Liczba roślin po wschodach wyniosła średnio 411 szt·m², przy współczynniku krzewistości produkcyjnej od 1,36 do 1,39. Nieróbca (2004) przy obsadzie roślin 450 szt./m² uzyskał podobny procentowy udziału roślin z jednym pędem produkcyjnym (około 50% populacji). Zróżnicowany stopień wylegania łanu na badanych obiektach nie został potwierdzony statystycznie (tab. 5).

Tabela 5

Obsada roślin
Plot density

Obiekt Object	Liczba roślin po wschodach (szt. · m ⁻²) Plot density (plants/ m ²)	Liczba roślin przed zbiorem (szt. · m ⁻²) Number of plants before harvest (pcs. · m ⁻²)	Wyleganie 1-9° Lodging 1-9°	Liczba kłosów (szt. · m ⁻²) Number of ears (pcs. · m ⁻²)	Współczynnik krzewistości produkcyjnej Productive tillering
Kontrola Control	411	401	8,5	555	1,39
Mocznik Urea	412	402	8,0	558	1,39
Mikrokomplex	411	402	8,5	549	1,36
Mocznik i Mikrokomplex Urea and Mikrokomplex	411	401	8,0	556	1,39
NIR $\alpha=0,05$	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
LSD $\alpha=0,05$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

r.n. — różnica nieistotna

n.s — no significant difference

Liczba ziaren w kłosie i masa tysiąca ziaren nie zostały istotnie zmodyfikowane przez czynnik doświadczenia. Średnio kłosy pszenicy zawierały 35,63 ziarna, zaś średnia MTN wyniosła 39,93 g. W badaniach Sułek i Cacak-Pietrzak (2008) średnia MTN pszenicy wzrastała do poziomu 2,4 N/g na wazon, przy czym reakcja poszczególnych odmian była zróżnicowana. Z kolei Biskupski i in. (2007) oraz Borkowska i in. (2003) nie potwierdzili istotnego zróżnicowanie omawianej cechy przez zastosowane dawki azotu.

Dokarmianie dolistne azotem istotnie zwiększyło zawartość białka ogólnego w ziarnie. Uzyskana różnica, w porównaniu do obiektu kontrolnego, wyniosła 1,1% po aplikacji Mocznika i 1,3% po aplikacji Mocznika z Mikrokomplexem (tab. 6). Wielu autorów (Bly i Woodard, 2003; Orlik i in., 2005; Wojciechowski i Waclawowicz, 2005; Cacak-Pietrzak i Sułek, 2007; Gąsiorowska i Makarewicz, 2008; Sułek i Cacak-Pietrzak, 2008)

udowodniło, że nawożenie mineralnym azotem w podobnym zakresie zwiększa zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenicy jarej.

Szewczuk i Michajłóć (2003) podają, że w wyniku dolistnego dokarmiania można oczekiwać wzrostu plonów roślin uprawnych rzędu 8–20%. Gąsiorowska i Makarewicz (2008) potwierdzili, że wysoki plon ziarna pszenicy jarej można uzyskać stosując część azotu dolistnie. W przeprowadzonym badaniu dolistne dokarmianie wpłynęło na wzrost plonu ziarna. Istotną różnicę, w porównaniu do obiektu kontrolnego, uzyskano tylko po łącznej aplikacji mocznika z Mikrokompleksem, wyniosła ona 0,29 t·ha⁻¹ (tab. 7). Orlik i in. (2005) zauważają jednak, że dokładne określenie wpływu dolistnego dokarmiania na plonowanie zbóż jest trudne, szczególnie przy użyciu polowych metod badawczych.

Tabela 6

Elementy struktury plonu pszenicy jarej (średnie dla czynników z lat 2008–2010)
Yield components of spring wheat (means for the factors 2008–2010)

Obiekt Object	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear	Masa tysiąca ziaren (g) Weight of 1000 grains (g)	Białko ogółem (% s.m.) Total protein (% d.m.)
Kontrola Control	35,3	39,4	13,3
Mocznik Urea	35,5	40,2	14,4
Mikrokomplex	35,7	39,8	13,9
Mocznik i Mikrokomplex Urea and Mikrokomplex	36,0	40,3	14,6
NIR $\alpha=0,05$	r.n.	r.n.	0,982
LSD $\alpha=0,05$	n.s	n.s	
Średnia ogólna Total mean	35,63	39,93	14,05

r.n. — różnica nieistotna

n.s — no significant difference

Tabela 7

Plon ziarna t·ha⁻¹
Grain yield t·ha⁻¹

Obiekt Object	Lata Years			Średnia z lat Mean
	2008	2009	2010	
Kontrola Control	6,77	6,52	6,40	6,56
Mocznik Urea	6,95	6,75	6,62	6,77
Mikrokomplex	6,82	6,62	6,45	6,63
Mocznik i Mikrokomplex Urea and Mikrokomplex	7,01	6,80	6,75	6,85
NIR $\alpha=0,05$	0,238	0,276	0,344	0,278
LSD $\alpha=0,05$				
Średnia ogólna Total mean	6,89	6,67	6,56	6,70

Dokarmianie dolistne istotnie zróżnicowało frakcję ziarna o średnicy poniżej 2,2 mm. Najwięcej ziaren drobnych (2,6%) uzyskano z kontroli, natomiast najmniej z partii ziaren pochodzących z obiektów po aplikacji mocznika oraz mocznika z Mikrokompleksem odpowiednio 0,9% i 0,6%. Wyrównanie i celność ziarna wyniosły 85% i nie zostały zmodyfikowane przez czynnik doświadczenia (tab. 8). Cacak-Pietrzak i in. (2005) uzyskali natomiast niższą celność od wyrównania u wszystkich badanych odmian pszenicy jarej.

Tabela 8

Procentowy udział poszczególnych frakcji ziaren (średnie dla czynników z lat 2008–2010)
The prevalence of different fractions of grains (means for factors 2008–2010)

Obiekt Object	<2,20 mm	2,20–2,49 mm	2,50–2,79 mm	≥2,80 mm	Celność ziarna Grain fraction
Kontrola Control	2,6	14,1	29,2	54,1	83,3
Mocznik Urea	0,9	13,4	31,0	54,7	85,7
Mikrokomplex	1,6	13,1	30,6	54,7	85,2
Mocznik i Mikrokomplex Urea and Mikrokomplex	0,6	13,1	31,5	54,8	86,3
NIR $\alpha=0,05$		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
LSD $\alpha=0,05$	0,142	n.s	n.s	n.s	n.s.
Średnia ogólna Total mean	1,4	13,4	30,6	54,6	85,1

r.n. — różnica nieistotna

n.s — no significant difference

WNIOSKI

1. Dokarmianie dolistne nie wpłynęło na daty osiągnięcia faz rozwojowych i długość okresu wegetacji pszenicy jarej odmiany Parabola. Na wzrost i rozwój roślin wpłynęły warunki pogody w latach badań.
2. Zastosowane nawozy, tj. mocznik, Mikrokomplex oraz mieszanka mocznika z Mikrokompleksem nie miały istotnego wpływu na liczbę ziaren w kłosie i MTZ. Plon ziarna na obiektach dokarmianych był większy w porównaniu do obiektu kontrolnego, przy czym istotną różnicę uzyskano tylko po łącznej aplikacji mocznika z Mikrokompleksem.
3. Wyrównanie i celność ziarna (85,1%) nie były istotnie zróżnicowane przez zastosowane nawozy.
4. Największą zawartość białka ogólnego oznaczono w ziarnach pozyskanych z obiektów, na których rośliny dokarmiano mocznikiem oraz mocznikiem z Mikrokompleksem.

LITERATURA

- Biskupski A., Kaus A., Włodek S., Pabin J. 2007. Zróżnicowane nawożenie azotem a plonowanie i wybrane wskaźniki architektury łanu kilku odmian pszenicy jarej. *Inżynieria Rolnicza*, nr 3 (91): 29 — 35.
- Bly A. G., Woodard H. J. 2003. Nitrogen management, foliar nitrogen application timing influence on grain yield and protein concentration of hard red winter and spring wheat. *Agron. J.* vol. 95 No. 2: 335 — 338.

- Borkowska H., Grundas S., Styk B. 2003. Zmiany wybranych cech jakościowych ziarna kilku odmian pszenicy pod wpływem zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Acta Agrophys.* nr 2 (4): 717 — 723.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Torba J. 2005. Wartość przemiałowa wybranych odmian pszenicy z hodowli „Nasiona Kobierzyce”. *Pam. Puł.* 139: 27 — 38.
- Cacak-Pietrzak G., Sułek A. 2007. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 245: 47 — 55.
- Filipek T., Harasim P. 2007. Kumulacja pierwiastków śladowych (Zn i Ni) w biomase pszenicy jarej i rzepaku jarego dokarmianych dolistnie mocznikiem i nawozami mikroelementowymi. *Acta Agrophys.* nr 9 (3): 591 — 602.
- Gąsiorowska B., Makarewicz A. 2008. Wpływ nawożenia dolistnego na plon i jakość ziarna pszenicy jarej. *Annales UMCS, Sec. E, LXIII*, nr 4: 87 — 95.
- Grzyś E. 2004. Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 502: 89 — 99.
- Haliniarz M. 2010. Wpływ gęstości ładu na dynamikę przyrostu biomasy pszenicy jarej i chwastów. *Annales UMCS, Sec. E, LXV*, nr 2: 68 — 79.
- Kocoń A. 2005. Nawożenie jakościowej pszenicy jarej i ozimej a plon i jakość ziarna. *Pam. Puł.* z. 139: 55 — 64.
- Nieróbca P. 2004. Architektura ładu pszenicy jarej i pszenicy jarej w warunkach różnej obsady roślin. *Biul. IHAR* 231: 223 — 229.
- Orlik T., Wesołowska-Janczarek M., Marzec M. 2005. Porównanie wpływu dolistnego dokarmiania i nawożenia dogłębowego na plonowanie zbóż w terenach erodowanych. *Acta Agrophys.* 5(2): 367 — 375.
- Ralcewicz M., Knapowski T., Kozera W., Barczak B. 2009. Technological value of spring wheat of Zebra cultivar as related to the way of nitrogen and magnesium application. *Journal of Central European Agriculture*, Vol. 10, No. 3: 223 — 232.
- Sulek A., Cacak-Pietrzak G. 2008. Kształtowanie się cech jakościowych ziarna odmian pszenicy jarej w zależności od nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* XXV nr 1 (97): 400 — 409.
- Szewczuk Cz., Michałojć Z. 2003. Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophys.* nr 85: 19 — 29.
- Szewczuk Cz., Sugier D. 2009. Ogólna charakterystyka i podział nawozów dolistnych oferowanych na polskim rynku. *Annales UMCS, Sec. E, LXIV*, nr 1: 29 — 36.
- Wojciechowski W., Wacławowicz R. 2005. Efektywność nawożenia azotem pszenicy jarej w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. *Fragm. Agron.* XXII nr 1 (85): 624 — 632.
- Wróbel S. 2008. Działanie nawożenia dolistnego borem w zależności od uwilgotnienia i odczynu gleby lekkiej w okresie wegetacyjnym. *Annales UMCS, Sec. E, LXIII*, nr 4: 17 — 23.