

ROMAN CZUBA, HELENA SZTUDER, MIROSŁAWA ŚWIERCZEWSKA

## EFEKTY DOLISTNEGO DOKARMIANIA ROŚLIN UPRAWNYCH. CZ. III. REAKCJA ROŚLIN NA DOLISTNE STOSOWANIE MAGNEZU ORAZ MAGNEZU I AZOTU W ZABIEGU ŁĄCZONYM

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Filia we Wrocławiu

### WSTĘP

Wyniki ścisłych doświadczeń polowych z głównymi roślinami uprawnymi dokarmianymi dolistnie azotem, płynnymi nawozami mikroelementowymi oraz ze stosowaniem tych komponentów w zabiegach łączonych przedstawił Czuba [1993a i b]. W niniejszym opracowaniu omówiono wyniki doświadczeń z dolistnym dokarmianiem magnezem oraz magnezem i azotem w zabiegu łączonym. Magnez stosowano dolistnie w formie 5-procentowego wodnego roztworu siedmiowodnego siarczanu magnezowego zawierającego 16% MgO lub 3% wodnego roztworu jednowodnego siarczanu magnezowego o zawartości 26% MgO. Dokarmianie roślin magnezem jest szczególnie uzasadnione w przypadku gleb o niedoborze tego pierwiastka oraz w fazach intensywnego pobierania składników pokarmowych przez rośliny. Z ogólnej zawartości magnezu w roślinie, 15–20% Mg znajduje się w chlorofilu. Rośliny rosnące w optymalnych warunkach mają około 17,2 mg chlorofilu w 1 g suchej masy, natomiast w warunkach niedoboru magnezu zawartość ta spada do 7,5 mg [Schulz 1988].

W naszych doświadczeniach okazało się, że szczególnie korzystne jest łączne stosowanie siarczanu magnezowego i mocznika. Układ  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  może w wyższej temperaturze wytwarzać kryształki o składzie  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , jednak w niższej (poniżej 30°C) krystalizacja ta nie występuje. Siarczan magnezowy dodany do wodnego roztworu mocznika ogranicza parzące działanie roztworu, co jest szczególnie korzystne w czasie wysokiej temperatury powietrza. Efekty te widoczne są na roślinach w doświadczeniach polowych. Ciecz użytkowa przygotowana do opryskiwania roślin w formie dodatku 5% siarczanu magnezowego do wodnego roztworu mocznika jest bardziej klarowna niż roztwór mocznika bez siarczanu, a okres jej trwałości wynosi kilka miesięcy.

## METODYKA

Przedstawiane wyniki uzyskano w 57 ścisłych doświadczeniach polowych przeprowadzonych w latach 1991–1997, w tym ze zbożami – 36 doświadczeń, z rzepakiem – 11 doświadczeń, z burakiem cukrowym – 2 doświadczenia, z ziemniakami – 6 doświadczeń i z lnem – 2 doświadczenia\*. Doświadczenia te zlokalizowane były głównie w RZD IUNG, w tym w Baborówku 30 i w Grabowie 17, 6 doświadczeń przeprowadzono w ODR Kalsk, 2 w ODR Stare Pole i 2 w Stacji Oceny Odmian w Krościnie Małej. Doświadczenia prowadzono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Wszystkie pola doświadczalne objęto odpowiednimi badaniami gleb (oznaczono odczyn oraz zasobność gleb w fosfor i potas).

Odczyn i zasobność gleb pól doświadczalnych

Pola doświadczalne	Odczyn gleb	Zawartość wg Egnera-Riehma [mg/100 g s.m. gleby]	
		fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	potas (K <sub>2</sub> O)
Baborówko	6,0–6,8	14,9–24,5	15,0–25,7
Grabów	6,2–7,0	14,5–18,7	14,8–20,4
Kalsk	5,6–6,5	12,5–16,2	14,0–20,2
Stare Pole	5,8–6,2	12,9–15,4	12,8–16,5
Krościna Mała	5,6–7,2	15,0–34,0	25,0–32,0

W doświadczeniach stosowano podstawowe nawożenie fosforem i potasem, w tym również na obiektach kontrolnych, według wymagań uprawianych gatunków roślin. Niżej podano dawki fosforu i potasu, natomiast dawki azotu zamieszczone są w tabelach 1 i 2.

Dawki fosforu i potasu [kg/ha] stosowane w doświadczeniach

Rośliny	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potas (K <sub>2</sub> O)
Zboża	75–110	80–110
Rzepak ozimy	50–65	110–140
Burak cukrowy	85–100	140–160
Ziemniaki	60–70	100–120
Len	30	70

Do dolistnego dokarmiania roślin powszechnie zalecany jest 5-procentowy wodny roztwór siedmiowodnego siarczanu magnezowego, jednak niektórzy autorzy uważają, że należy zwiększyć stężenie do 10%, szczególnie przy uprawie roślin na glebach ubogich w magnez [Fazekas i in. 1992]. Z naszych doświadczeń metodycznych z dolistnym stosowaniem tej soli w stężeniach 5, 10 i 15% wynikało jednak, że najbardziej uzasadnione jest stosowanie roztworu o stężeniu 5% [Czuba i in. 1993a i b, 1997].

Zboża i rzepak zbierano kombajnami poletkowymi, a pozostałe rośliny ręcznie.

Wyniki doświadczeń opracowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich na średnich obiektowych z pojedynczych

\*14 doświadczeń ze zbożami sfinansował KBN w ramach autorskiego projektu badawczego, a 6 doświadczeń z rzepakiem sfinansowała firma „Kali und Salz GmbH” w Kassel, RFN.

doświadczeń z odtworzonymi błędami, a istotność różnic (NIR = 0,05) oceniano testem Tukeya (Program SYNT – Filipiak, Wilkos 1995)].

Efektywność rolniczą dolistnego dokarmiania poszczególnych gatunków roślin azotem i magnezem obliczono jako przyrost plonu użytkowego rośliny na jednostkę azotu (kg N) i magnezu (kg MgO) zastosowanych w dokarmianiu dolistnym.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

**Zboża.** W tabeli 1 zestawiono średnie plony czterech zbóż ozimych z 13 doświadczeń po dwukrotnym dokarmianiu dolistnym. Po takim dokarmieniu zbóż magnezem w łącznej dawce 3,2 kg MgO/ha, w połączeniu z normalnym pogłównym nawożeniem stałym nawozem azotowym w dawce 60 kg N/ha w przypadku pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego oraz 50 kg N/ha pod jęczmień ozimy i żyto, uzyskano średnią wyższą plonu ziarna tych zbóż 225 kg z ha, czyli 70 kg/kg MgO. Dolistne dokarmianie magnezem było najbardziej efektywne w uprawie jęczmienia ozimego i pszenicy ozimej, efektywność dokarmiania wynosiła ponad 80 kg ziarna tych zbóż na 1 kg MgO, znacznie mniejszą efektywność dokarmiania magnezem uzyskano w doświadczeniach z pszenżytem (ok. 56 kg ziarna) i żytem (12,5 kg ziarna na kg MgO).

W kolejnej serii 21 doświadczeń ze zbożami ozimymi i jarymi (tab.2), w których stosowano trzykrotne dolistne dokarmianie zbóż magnezem w łącznej dawce 7,2 kg MgO/ha (po 300 dm<sup>3</sup> cieczy na ha) uzyskano w stosunku do plonów po dokarmianiu tylko azotem średnią wyższą plonu ziarna wynoszącą 157 kg z ha. W tej serii doświadczeń bardzo efektywne okazało się dolistne dokarmianie wodnym roztworem mocznika (44 kg ziarna/kg N), jednak największy średni efekt

TABELA 1. Efektywność dolistnego dokarmiania zbóż ozimych magnezem, 13 doświadczeń 1990–1992, średnie plony [dt z 1 ha]

TABLE 1. Efficiency of foliar application with magnesium for winter cereals, 13 experiments 1990–1992, average grain yields [dt/ha]

Zboża (liczba doświadczeń) Cereal crops (No of experiments)	Bez wiosennego nawożenia No spring fertilization	Mocznik stały Solid urea*	Mocznik stały* +2×MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O** Solid urea* +2×MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O**	Efektywność [kg ziarna na kg MgO] Efficiency [kg grain per kg MgO]	NIR-SLD (0,05) dla obiektów for treatments
Pszenica ozima (4) Winter wheat (4)	71,7	76,9	79,5	81,3	4,5
Jęczmień ozimy (4) Winter barley (4)	46,4	51,9	54,7	87,5	2,9
Pszенżyto ozime (4) Triticale (4)	46,6	57,2	59,0	56,2	2,5
Żyto (1) Rye (1)	48,1	53,7	54,1	12,5	1,8

\*wiosną zastosowano azot w moczniku w formie stałej: pszenica i pszenżyto 60 kg N/ha, żyto i jęczmień ozimy 50 kg N/ha – \*early spring top-dressing: wheat and triticale 60 kg N/ha, rye and winter barley 50 kg N/ha

\*\*roztwór 5%=3,2 kg MgO/ha – 5% water solution =3,2 kg MgO/ha

TABELA 2. Efektywność dolistnego dokarmiania zbóż magnezem i azotem w jednym zabiegu, 21 doświadczeń, 1993–1997, średnie plony [dt z 1 ha]

TABLE 2. Efficiency of foliar application for cereals with magnesium combined with nitrogen, 21 experiments, 1993–1997, average grain yields [dt/ha]

Zboża (liczba doświadczeń) Cereals crops (number of experiments)	Bez N i Mg Without N and Mg	Roztwór mocznika 3 × 33 kg N/ha Urea solution* 3 × 33 kg N/ha	3 × MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O = 7,2 kg MgO/ha (roztwór 5%) 3 × MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O = 7,2 kg MgO/ha (5% water solution)	3 × MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O w wodnym roztworze mocznika* 3 × MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O in urea water solution*	NIR-S LD (0,05) dla obiektów for treatments
Pszenvica ozima (4) Winter wheat (4)	47,8	62,1	57,4	63,5	2,55
Jęczmień ozimy (3) Winter barley (3)	54,5	76,4	68,4	78,5	2,30
Pszenvczyto (2) Triticale (2)	60,6	75,6	70,4	76,6	2,65
Jęczmień jary browarny (5) Malting barley (5)	39,3	48,3	42,3	48,9	2,79
Jęczmień jary paszowy (4) Spring fodder barley (4)	34,3	39,6	36,8	43,6	3,80
Pszenvica jara (3) Spring wheat (3)	29,2	45,6	38,8	45,5	2,35

\*wczesną wiosną zastosowano dolistnie w saetrze amonowej [kg N/ha]: pszenica ozima – 50; jęczmień ozimy – 50; pszenczyto ozime – 50; jęczmień jary browarny – 30; jęczmień jary paszowy – 40; pszenica jara – 50

\*early spring top-dressing with ammonium nitrate kg N/ha: winter wheat – 50; winter barley – 50; triticale – 50; malting barley – 30; spring fodder barley – 40; spring wheat – 50

w odniesieniu do wszystkich zbóż uzyskano po stosowaniu magnezu i azotu w zabiegu łączonym.

Poszczególne gatunki zbóż badane w doświadczeniach reagowały różnymi zwyczajami plonów na trzykrotne dolistne dokarmianie w zabiegu łączonym N+Mg. Najsilniej reagował jęczmień jary (zwyczajka plonu 400 kg ziarna z ha) i jęczmień ozimy (zwyczajka plonu ziarna 210 kg z ha w stosunku do obiektu z dokarmianiem tylko azotem).

W okresie dwóch lat porównywano też (w Stacji Oceny Odmian w Krościnie Małej) reakcję odmian pszenicy ozimej na dokarmianie dolistne (tab. 3). Różnice w zwyczajach plonu ziarna między odmianami pszenicy po dwukrotnym dokarmianiu magnezem były znaczne (27–106 kg ziarna na kg MgO). Różnice te można tłumaczyć przypuszczalnie różnymi potrzebami poszczególnych odmian pszenicy w stosunku do magnezu w momencie opryskiwania roślin.

**Rzepak.** W doświadczeniach metodycznych z rzepakiem ozimym po trzykrotnym zastosowaniu roztworu o stężeniu 5% (łącznie 6 kg MgO na ha) uzyskano 395 kg zwyczajki plonu nasion, czyli 65,8 kg/kg MgO. Natomiast po zastosowaniu roztworu o stężeniu 10% (łącznie 12 kg MgO na ha) zwyczajka wynosiła 355 kg

TABELA 3. Efektywność dolistnego dokarmiania magnezem 3 odmian pszenicy ozimej, 2 doświadczenia 1991–1992  
 TABLE 3. Efficiency of foliar application with magnesium for 3 winter wheat cultivars, 2 experiments 1991–1992

Obiekty – Treatments	Średnie plony [dt z 1 ha] Average grain yields [dt/ha]			Efektywność w kg ziarna na 1 kg MgO Efficiency in kg grain per kg MgO		
	P**	A	K	P**	A	K
Bez wiosennego dokarmiania No spring application	77,7	83,9	85,0			
2×MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O=4,8 MgO (roztwór 5%) (5% water solution)*	79,0	89,0	89,1	27	106	85
2×MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O w wodnym roztw. mocznika +2 × wodny roztwór mocznika water solution +2 × urea water solution	81,6	89,7	87,7			
NIR-SLD (0,05)	2,32	2,50	2,49			

\*Na obiektach 2–3 zastosowano wiosną saletrę amonową w dawce 40 kg N/ha

\*\*Top-dressing in early spring 40 kg N/ha in ammonium nitrate – treatments 2–3

\*\*Odmiany pszenicy: P – Parada; A – Almari; K – Kamila,

\*\*Wheat cultivars: P – Parada; A – Almari; K – Kamila

TABELA 4. Efektywność dolistnego dokarmiania rzepaku ozimego magnezem oraz magnezem i azotem w jednym zabiegu, 5 doświadczeń 1993–1994  
 TABLE 4. Efficiency of foliar application with magnesium and magnesium combined with nitrogen for winter rape, 5 experiments 1993–1994

Obiekty – Treatments	Średnie plony [dt z 1 ha] Average yields [dt/ha]		Efektywność w kg nasion Efficiency in kg seeds	
	Bez wiosennego dokarmiania No spring application	20,20		
3×MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O=6 kg MgO/ha (roztwór 5%) (5% water solution)	22,80		43/kg MgO	
3 × roztwór mocznika 12% = 41 kg N/ha 3 × 12% urea solution = 41 kg N/ha	25,30		12,4/kg N	
3×MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O w wodnym roztworze mocznika in urea water solution	26,30		203/1 dokarmianie dolistne per one foliar application	
NIR-SLD (0,05)	2,70			

Nawożenie azotem: 30+80 kg N/ha w saletrze amonowej – N fertilizer: 30+80 kg N/ha in ammonium nitrate

TABELA 5. Efekty dolistnego i doglebowego stosowania magnezu w uprawie rzepaku ozimego, 6 doświadczeń 1992–1994

TABLE 5. Efficiency of foliar application with magnesium and Mg presowing fertilization for rape, 6 experiments 1992–1994

Obiekty – Treatments	Średnie plony [dt z 1 ha] Average yields [dt/ha]	Efektywność w kg nasion na 1 kg MgO Efficiency in kg seeds per kg MgO
Bez nawożenia magnezem Control without Mg	26,8	
Kizeryt – doglebowo 40 kg/ha MgO Kieserite 40 kg MgO/ha	28,8	5
2×MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O =6,4 kg MgO/ha (roztwór 5%) (5% water solution)	28,5	27
Kizeryt + MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O jak w obiektach 2+3 Kieserite + MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O as tr. 2+3	29,1	
NIR-SLD (0,05)	1,70	

Nawożenie azotem: 140 kg N/ha w saetrze amonowej

N fertilizer: 140 kg N/ha in ammonium nitrate

TABELA 6. Efektywność dolistnego stosowania magnezu oraz magnezu z wodnym roztworem mocznika w nawożeniu buraka cukrowego, 2 doświadczenia 1991–1992

TABLE 6. Efficiency of magnesium foliar application and Mg along with urea water solution in sugar beets fertilization, 2 experiments 1991–1992

Obiekty – Treatments	Średnie plony [dt z 1 ha] Average yields [dt/ha]	Efektywność w kg korzeni Efficiency in kg roots
Bez dokarmiania No foliar application	467	
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 2 × 5% roztwór 2 × 5% solution (4,8 kg MgO/ha)	478	229/kg MgO
4 × 6% roztwór mocznika 4 × urea solution 6% (33 kg N/ha)	544	233/kg N
2×MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O –5% w 6% roztworze mocznika + 2 × 6% roztwór mocznika in urea solution 6% + 2 × urea solution 6%	570	2575 na 1 dokarmianie dolistne per one foliar application
NIR-SLD (0,05)		
I – dla mocznika – for urea	9,24	
II – dla siarczanu magnezowego for magnesium sulphate	13,80	
dla interakcji I × II for interaction I × II	19,52	

Nawożenie azotem: 80 kg N/ha w saetrze amonowej; N fertilizer: 80 kg N/ha in ammonium nitrate.

TABELA 7. Efektywność dolistnego stosowania magnezu oraz magnezu z wodnym roztworem mocznika w nawożeniu ziemniaka, 6 doświadczeń 1993–1994  
 TABLE 7. Efficiency of magnesium foliar application and Mg along with urea water solution in potatoes fertilization, 6 experiments 1993–1994

Obiekty – Treatments	Średnie plony [dt z 1 ha] Average yields [dt/ha]	Efektywność w kg bulw Efficiency in kg tubers
Bez dokarmiania No foliar application	298	
3×MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O =7,2 kg MgO/ha (roztwór 5%) (5% water solution)	324	361/kg MgO
3 × roztwór mocznika 6% 3 × 6% urea solution = 25 kg N/ha	367	276/kg N
3×MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O w wodnym roztw. mocznika in urea water solution	387	2967 na 1 dokarmianie dolistne per 1 foliar application
NIR-SLD (0,05)		
I – dla mocznika – for urea	31,80	
II – dla siarczanu magnezowego – for magnesium sulphate	23,7	
dla interakcji I × II for interaction I × II	39,5	

nasion, czyli 29,6 kg/kg MgO. W kolejnych doświadczeniach stosowano zatem tylko wodny roztwór siarczanu magnezowego w stężeniu 5%.

W kolejnej serii doświadczeń z rzepakiem ozimym (tab. 4), po trzykrotnym dolistnym dokarmianiu magnezem średnia wyżka plonu nasion wynosiła 260 kg, czyli 43 kg/kg MgO, a trzykrotne dolistne dokarmianie wodnym roztworem

TABELA 8. Efektywność dolistnego stosowania magnezu oraz magnezu łącznie z wodnym roztworem mocznika w nawożeniu lnu, 2 doświadczenia 1994–1995  
 TABLE 8. Efficiency of magnesium foliar application and Mg along with urea water solution in flax fertilization, 2 experiments 1994–1995

Obiekty – Treatments	Plon – Yield [dt/ha]	
	nasiona – linseeds	słoma – straw
Bez dokarmiania dolistnego No foliar application	6,06	42,6
2×MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O =4,8 kg MgO/ha (roztwór 5%) (5% water solution)	6,34	44,0
2 × roztwór mocznika 12% 2 × 12% urea solution = 33 kg N/ha	6,57	45,6
2×MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O w wodnym roztworze mocznika 12% in urea water solution 12%	6,64	47,1
NIR-SLD (0,05)	0,17	1,55

mocznika (12% = 41 kg N na ha) dało wyższą plon nasion 510 kg, czyli 12,4 kg/kg N. Najlepszy efekt uzyskano jednak po trzykrotnym łącznym dolistnym stosowaniu azotu i magnezu – wyższa plonu nasion wynosiła 610 kg z ha, czyli 203 kg nasion na jedno dokarmianie.

W sześciu doświadczeniach (1992–1994) przeprowadzonych w RZD IUNG w Baborówku i Grabowie (po 3 doświadczenia) porównywano działanie doglebowego (kizeryt) i dolistnego ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) stosowania magnezu w nawożeniu rzepaku (tab. 5). Uzyskane średnie zwyczajki plonów nasion były zbliżone na obu obiektach, pomimo różnych dawek magnezu (doglebowo – 40 kg i dolistnie 6,4 kg MgO na ha). W przeliczeniu na 1 kg MgO uzyskano 27 kg zwyczajki plonu nasion rzepaku po dokarmianiu dolistnym i 5 kg po nawożeniu doglebowym. Dodatkowe dolistne dokarmianie magnezem po doglebowym nawożeniu tym składnikiem spowodowało bardzo małe dodatkowe zwiększenie plonu nasion rzepaku – tylko 60 kg z ha w porównaniu z efektem dokarmiania dolistnego.

**Buraki cukrowe.** W doświadczeniach z burakami cukrowymi dolistne stosowanie magnezu okazało się zabiegiem efektywnym. Po dwukrotnym dokarmieniu dolistnym 5-procentowym wodnym roztworem  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  w łącznej dawce 4,8 kg MgO/ha wyższa plonu korzeni wynosiła 1100 kg z ha, czyli 229 kg/kg MgO (tab. 6). W tych samych doświadczeniach czterokrotne dolistne zastosowanie mocznika w łącznej dawce azotu 33 kg N/ha przyniosło 7700 kg zwyczajki plonu korzeni, czyli 233 kg/kg N. Jednak najbardziej uzasadnionym zabiegiem było czterokrotne zastosowanie azotu, w tym 2 razy łącznie z magnezem – wyższa plonu korzeni na jeden zabieg wynosiła 2575 kg, a łącznie 10300 kg korzeni/ha.

**Ziemniaki.** W serii sześciu doświadczeń (tab. 7) dolistne dokarmianie ziemniaków magnezem okazało się zabiegiem bardzo efektywnym. Po trzykrotnym dokarmieniu 5-procentowym wodnym roztworem siarczanu magnezowego w łącznej dawce 7,2 kg MgO/ha, wyższa plonu bulw wynosiła 2600 kg z ha, czyli 361 kg/kg MgO. W tych samych doświadczeniach ziemniaki reagowały również silnie na dolistne dokarmianie azotem, po trzykrotnym opryskiwaniu 6-procentowym wodnym roztworem mocznika wyższa plonu bulw wynosiła 6900 kg z ha, czyli 276 kg/kg N. Jednak największą zwyczajkę plonu uzyskano po trzykrotnym opryskiwaniu roztworem wodnym zawierającym magnez i azot – 8900 kg bulw z ha, czyli 2967 kg na jedno dokarmianie dolistne.

**Len.** W doświadczeniach polowych len okazał się rośliną dobrze reagującą na dokarmianie dolistne. Po dolistnym dokarmianiu magnezem lub azotem (12-procentowy wodny roztwór mocznika), a szczególnie po łącznym dolistnym ich zastosowaniu, uzyskano duże zwyczajki plonu nasion i słomy (tab. 8). Największą zwyczajkę odnotowano po dwukrotnym opryskiwaniu wodnym roztworem mocznika łącznie z siarczanem magnezowym – 58 kg nasion i 450 kg słomy z ha.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Synteza wyników z 57 ścisłych doświadczeń polowych (1990–1997) z dolistnym dokarmianiem magnezem (5-procentowy wodny roztwór  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) lub magnezem łącznie z azotem (wodny roztwór mocznika) zbóż, rzepaku ozimego, buraków cukrowych, ziemniaków i lnu wykazała, że wszystkie wymienione rośliny uprawne reagowały istotnymi zwyczajkami plonów na dolistne dokarmianie w obu wariantach. Po dolistnym dokarmianiu zbóż magnezem, średnie zwyczajki plonu ziarna wynosiły w kolejnych seriach doświadczeń od 22 do 106 kg/kg MgO,

a średnie zwyczajki plonu nasion rzepaku do 43 kg/kg MgO. W doświadczeniach uzyskano również duże zwyczajki po dolistnym dokarmianiu magnezem roślin okopowych, w tym 229 kg korzeni buraka cukrowego i 361 kg bulw ziemniaka na 1 kg MgO. W doświadczeniach z lnem wykazano, że również ta roślina reaguje znacznymi zwyczajkami plonu na dolistne dokarmianie magnezem – do 28 kg nasion i do 140 kg słomy na 1 kg MgO.

Ocena działania łączonego zabiegu przez dolistne stosowanie siedmiowodnego siarczanu magnezowego i mocznika w jednej cieczy użytkowej wykazała, że w dokarmianiu wszystkich wymienionych gatunków roślin uprawnych ten wariant daje większe zwyczajki plonów niż rozdzielne stosowanie azotu lub magnezu. Po trzykrotnym zabiegu łączonym w dokarmianiu zbóż magnezem i azotem, średnia zwyczajka plonu ziarna zbóż uzyskana w 21 doświadczeniach wynosiła 180 kg z ha w porównaniu ze zwyczajką po dokarmianiu tylko azotem. Po trzykrotnym dokarmianiu rzepaku w zabiegach łączonych średnia zwyczajka plonu nasion wynosiła 610 kg z ha, a po czterokrotnym dokarmianiu buraków cukrowych (w tym 2 razy w zabiegu łączonym N+Mg i 2 razy tylko azotem) średnia zwyczajka plonu korzeni wynosiła 10,3 t z ha. Po trzykrotnym łącznym dolistnym dokarmianiu ziemniaków (N+Mg) średnia zwyczajka plonu bulw wynosiła 8,9 t z ha. Dwukrotne łączone dokarmianie dolistne lnu (N+Mg) dało średnią zwyczajkę 58 kg nasion + 450 kg słomy z ha. W pełni uzasadnione jest zatem zalecanie zabiegu N+Mg praktyce rolniczej. Omówione wyniki doświadczeń upoważniają do sformułowania następujących wniosków:

1. Do dolistnego dokarmiania roślin uprawnych najbardziej przydatny jest 5-procentowy wodny roztwór  $MgSO \cdot 7H_2O$ , ponieważ wyższe stężenia tej soli są w działaniu mniej efektywne (w przeliczeniu na zwyczajki plonu na 1 kg MgO).
2. Po 2–3-krotnym dolistnym dokarmianiu roślin magnezem uzyskano w kryteriach agrotechnicznych duże zwyczajki plonów. Dolistne dokarmianie magnezem może być zatem zalecane praktyce rolniczej jako efektywny zabieg agrotechniczny w uprawie głównych roślin krajowej struktury zasiewów.
3. Stosowanie magnezu i azotu w opryskowym zabiegu łączonym dawało w przypadku wszystkich doświadczeń znacznie większe zwyczajki plonów niż oddzielne dolistne dokarmianie magnezem albo azotem, dlatego wariant łączonego dokarmiania można praktyce rolniczej zalecać jako bardziej efektywny niż zabiegi odrębne. W dokarmianiu zbóż w zabiegu łączonym N+Mg, magnez zwiększał zwyczajkę plonu ziarna zbóż o 180 kg z ha. Na jedno łączone dokarmianie dolistne N+Mg zwyczajka plonu nasion rzepaku wynosiła 203 kg, korzeni buraka cukrowego 25,75 dt, bulw ziemniaka 29,67 dt oraz 58 kg nasion + 450 kg słomy lnu z ha.

## LITERATURA

- CZUBA R. 1993a: Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Cz.I. Reakcja roślin na dolistne stosowanie azotu. *Rocz. Glebozn.* 44, 3/4: 69–78.
- CZUBA R. 1993b: Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Cz.II. Reakcja roślin na dolistne stosowanie mikroelementów i azotu łącznie z mikroelementami. *Rocz. Glebozn.* 44, 3/4: 79–87.
- CZUBA R., SZTUDER H., ŚWIERCZEWSKA M. 1997: Agrochemiczne i ekonomiczne aspekty dolistnego dokarmiania buraka cukrowego. *Biul. Inst. Hod. i Akl. Roślin*, 202: 131–137.
- FAZEKAS T., SELMECZI B., STEFANOVITS P. 1992: Magnesium in biological systems. Akadémiai Kiadó, Budapest, ss. 336.

- FILIPIAK K., WILKOS S. 1995: Obliczenia statystyczne. Opis systemu AWAR, IUNG Puławy, 324.
- SCHULZ A. 1988: Magnesium. Kali und Salz A.G. Kassel, ss. 56.
- ŚWIERCZEWSKA M., SZTUDER H. 1998: Efekty dolistnego dokarmiania roślin magnezem w ściśłych doświadczeniach polowych. Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny. II Kongres Technologii Chemicznej. Wrocław 15–18 września 1997 r. Dolnośląskie Wyd. Edukacyjne, t. 3, s. 1497–1503.

R. Czuba, H. Sztuder, M. Świerczewska

THE RESULTS OF LEAF NUTRITION OF FIELD CROPS.  
PART III. RESPONSE OF PLANTS TO FOLIAR  
APPLICATION OF MAGNESIUM OR MAGNESIUM  
COMBINED WITH NITROGEN

Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Division in Wrocław

SUMMARY

In 57 multifactorial field experiments, carried out in different regions of Poland in the period 1990–1997 on foliar application of magnesium or magnesium combined with nitrogen to cereals, winter rape, sugar beets, potatoes and flax obtained considerable yield increments.

Magnesium was applied in the form of 5%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  water solution and nitrogen as urea water solution, concentration of which was adjusted to requirements of experimental plants. 200–400  $\text{dm}^3$  per ha of liquid was applied, most often 300  $\text{dm}^3$ . It was stated that magnesium application to cereals caused grain yield increase up to 70 kg, rape seeds to 43 kg, sugar beet roots to 229 kg and potatoe tubers up to 361 kg per 1 kg MgO. It turns out however that the most effective was combined application magnesium with nitrogen.

Praca wpłynęła do redakcji w lutym 1998 r.

*Prof. dr hab. Roman Czuba*  
*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa,*  
*Filia we Wrocławiu,*  
*50-244 Wrocław, Pl. Św. Macieja 5*