

WPLYW WAPNOWANIA I NAWOŻENIA SIARKĄ
NA WZROST, ROZWÓJ I PLONOWANIE JARYCH FORM PSZENICY
I RZEPAKU. CZ. II. RZEPAK JARY

Adam Kaczor, Marzena S. Brodowska

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Akademia Rolnicza
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, e-mail: adamk@agros.ar.lublin.pl

S t r e s z c z e n i e. W doświadczeniach wazonowych oceniono wpływ wapnowania (CaCO_3 , $\text{CaCO}_3+\text{MgCO}_3$) i nawożenia siarką (Na_2SO_4 , $S_{\text{elementarna}}$) na wzrost, rozwój i plonowanie rzepaku jarego. Wyniki badań wskazują, że najlepszy wzrost i rozwój roślin wystąpił w obiektach wapnowanych dolomitem i nawożonych wyższą dawką siarki. Dawka i forma nawozu odkwaszającego oraz dawka siarki istotnie wpłynęły na wzrost plonów rzepaku. Zastosowane czynniki doświadczalne zwiększyły w największym stopniu plony nasion rzepaku. Wyniki badań wskazują zatem, że kwaśny odczyn gleby oraz brak dostatecznej ilości przyswajalnych form siarki i magnezu w środowisku ogranicza przede wszystkim rozwój generatywnych organów tej rośliny.

S ł o w a k l u c z o w e: wapnowanie, siarka, rzepak jary, rozwój, plonowanie

WSTĘP

Od dłuższego czasu jednym z najpoważniejszych problemów polskiego rolnictwa jest nadmierne zakwaszenie gleb i towarzyszący temu deficyt magnezu [3, 14]. W ostatnim okresie zwraca się również uwagę, że wysokość i jakość plonów roślin może być obniżona na skutek braku siarki w środowisku glebowym [6, 7, 16, 17]. Jak wynika z badań [16], w Polsce aż 53% użytków rolnych charakteryzuje niska zasobność w siarkę siarczanową. Nawożenie siarką ma szczególne znaczenie dla roślin o dużym zapotrzebowaniu na ten składnik, a głównie dla krzyżowych i motylkowatych [7,18]. Stąd też podjęto badania, których celem było przeanalizowanie wpływu wapnowania i nawożenia siarką na wzrost i plonowanie rzepaku jarego.

MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano w oparciu o doświadczenia wazonowe przeprowadzone na materiale glebowym pobranym z warstwy ornej gleby płowej o składzie granulometrycznym gliny piaszczystej. Eksperyment założono metodą kompletnej randomizacji, w którym czynnikami zmiennymi były dawka i forma siarki oraz dawka i forma nawozu odkwaszającego. Schemat badań i szczegółową metodykę prowadzenia doświadczeń zamieszczono w I części pracy [2].

Niniejsza praca stanowi wycinek przeprowadzonych badań i obejmuje analizę wpływu zastosowanych czynników doświadczalnych na wzrost, rozwój i plonowanie rzepaku jarego. Rośliny zbierano w fazie rozety - 8 liści, w fazie kwitnienia oraz w okresie pełnej dojrzałości. Wpływ czynników doświadczalnych na plonowanie rzepaku jarego odmiany *Licosmos* "00" obliczono metodą analizy wariancji dla doświadczeń czynnikowych z zastosowaniem półprzedziałów ufności Tukey'a.

WYNIKI I DYSKUSJA

Obserwacje prowadzone w trakcie wegetacji wskazują, że najslabszym wzrostem i rozwojem odznaczały się rośliny z obiektów nie wapnowanych i nie nawożonych siarką. W omawianej serii rzepak charakteryzował się opóźnionymi wschodami, wolniejszym wzrostem i rozwojem oraz późniejszym rozpoczęciem kwitnienia i tworzenia łuszczyń. Najmniejszą ilość łuszczyń zanotowano w rzepaku z serii, w których nie stosowano nawożenia siarką. W rezultacie rośliny pochodzące z tych obiektów wytworzyły niewielkie ilości nasion, co było szczególnie widoczne w obiekcie $S_0Ca_0Mg_0$.

Wyniki obserwacji wskazują zatem, że wzrost i rozwój rzepaku był ograniczany przez kwaśny odczyn gleby i niedobór siarki, a także w pewnym stopniu przez niedostateczną zasobność gleby w przyswajalny magnez. Dużą wrażliwość tej rośliny na niskie pH można tłumaczyć tym, że rzepak mając wysokie potrzeby pokarmowe w stosunku do większości składników nie jest w stanie ich pobrać w wystarczającej ilości w takim środowisku [8, 11]. Dotyczy to zwłaszcza dwuwartościowych jonów wapnia i magnezu, których kumulacja przez rośliny dwuliścienne – ze względu na ich wysoką pojemność kationową korzeni [4, 5] - jest znacznie wyższa w porównaniu z roślinami jednoliściennymi. Takie wyjaśnienie jest zgodne z badaniami Marschnera [9], z których wynika, że redukcja ilości związywanych łuszczyń i nasion jest ściśle związana z niedoborem magnezu w organach wegetatywnych rzepaku tuż przed kwitnieniem roślin. Także pomimo tego, że

w czasie wegetacji nie zauważono na roślinach typowych objawów dla braku siarki [6,9] to czynnik ten hamował w dużym stopniu ich rozwój. Takie przypuszczenie potwierdzają wcześniej opublikowane prace [za 13], z których wynika, że deficyt siarki w środowisku ograniczał wzrost pędów i kwitnienie roślin.

Różnice we wzroście i rozwoju roślin wywołane zastosowanymi czynnikami doświadczalnymi znalazły swoje odzwierciedlenie w wysokości plonów. Jak wskazują wykonane obliczenia statystyczne dawka i forma nawozu odkwaszającego oraz dawka siarki istotnie wpłynęły na wzrost plonów rzepaku we wszystkich rozpatrywanych fazach rozwojowych (Tab. 1). Wyjątek stanowiły plony słomy rzepaku, które nie były istotnie zróżnicowane w wyniku zastosowania różnych dawek siarki. Najwyższe plony testowanych roślin we wszystkich analizowanych fazach odnotowano w obiektach wapnowanych dolomitem i nawożonych wyższą dawką siarki. Plony rzepaku wzrastały wraz ze zwiększeniem dawki siarki zarówno w obiektach wapnowanych, jak i nie wapnowanych. W fazie rozety w obiektach wapnowanych dolomitem - w stosunku do wartości w obiektach kontrolnych ($S_0Ca_0Mg_0$) - były one prawie 2 krotnie wyższe w serii z Na_2SO_4 i ponad 2,5 raza w serii z siarką elementarną. W okresie kwitnienia wzrost suchej masy rzepaku w wyniku nawożenia siarką i stosowania dolomitu był około dwa razy większy. W przypadku słomy sytuacja była analogiczna.

Brak siarki i kwaśny odczyn gleby wpływał szczególnie niekorzystnie na plony nasion. W konsekwencji w obiektach $S_0Ca_0Mg_0$ wynosiły one tylko 0,25-0,43 g·wazon⁻¹ i były aż około 50 krotnie niższe w porównaniu z plonami najwyższymi, otrzymanymi w seriach wapnowanych dolomitem i nawożonych siarką. Zatem w warunkach przeprowadzonych badań rzepak okazał się niezwykle wrażliwy na kwaśny odczyn gleby oraz na brak magnezu i siarki w środowisku. Jego wysokie zapotrzebowanie na siarkę jest znane [1, 6, 7, 12] i w krajach Europy Zachodniej uwzględnianie tego składnika w nawożeniu rzepaku jest niemal powszechne [6, 10, 12, 15]. W badaniach własnych nawożenie siarką również w największym stopniu decydowało o wysokości plonów nasion. Jednakże efektywność nawożenia rzepaku siarką była najwyższa w warunkach zoptymalizowanego odczynu gleby i odpowiedniej zasobności w magnez przyswajalny.

WNIOSKI

1. Dawka siarki oraz dawka i forma nawozu odkwaszającego istotnie wpłynęły na wzrost plonów rzepaku we wszystkich analizowanych fazach. Istotnego wpływu nawożenia siarką nie stwierdzono tylko w przypadku słomy rzepaku.

Tabela 1. Wpływ wapnowania i nawożenia siarką na plonowanie rzepaku jarej (g · s.m. · wazon⁻¹)
 Table 1. The effect of liming and sulphur fertilization of yielding of spring rape (g d.m. · pot⁻¹)

Faza Phase	Pełna dojrzałość - Full ripeness							
	Rozeta Rossette		Kwitnienie Flowering		Słoma Straw		Ziarno Grain	
Objekt Object	Na ₂ SO ₄	S _{elem.}	Na ₂ SO ₄	S _{elem.}	Na ₂ SO ₄	S _{elem.}	Na ₂ SO ₄	S _{elem.}
S ₀ Ca ₀ Mg ₀	4,15	4,07	12,14	12,70	29,58	28,71	0,25	0,43
S ₁ Ca ₀ Mg ₀	4,47	4,15	14,68	14,20	30,53	24,68	10,39	12,33
S ₂ Ca ₀ Mg ₀	4,48	4,21	15,36	14,19	30,79	24,98	11,97	12,40
S ₀ Ca ₁ Mg ₁	6,38	8,24	25,65	19,68	41,81	41,18	3,16	2,82
S ₁ Ca ₁ Mg ₁	7,73	10,67	26,58	25,17	42,03	39,65	16,32	15,92
S ₂ Ca ₁ Mg ₁	7,68	10,80	27,53	26,68	42,57	39,88	17,02	16,72
S ₀ Ca ₂ Mg ₀	6,18	8,03	18,00	19,44	39,00	39,51	0,95	1,16
S ₁ Ca ₂ Mg ₀	7,37	9,23	23,74	22,91	39,64	39,37	15,74	14,98
S ₂ Ca ₂ Mg ₀	7,40	9,47	24,44	23,22	39,98	39,21	16,49	15,15
NIR (p=0,01)								
LSD (P=0,01)								
Dawka siarki (S)		0,32		0,75		n.i.		0,33
Dose of sulphur (S)								
Forma siarki (F)		0,22		0,50		0,45		n.i.
Sulphur form (F)								
Dawka i forma n. odkwaszającego (W)		0,32		0,75		0,66		0,33
Dose and form of deacidification fertilizer (W)								
SF		n.i.		n.i.		1,15		n.i.
SW		0,78		1,79		n.i.		0,76
FW		0,57		1,32		1,15		0,57
SFW		n.i.		2,90		2,46*		1,22

* - różnica istotna na poziomie p=0,05. * - difference significant at the level p=0,05. X - nie oznaczono ze względu na brak materiału.

2. Najwyższe plony roślin otrzymano w obiektach wapnowanych i nawożonych wyższą dawką siarki.

3. Zastosowane czynniki doświadczalne wywołały największy wzrost plonów w przypadku nasion rzepaku. Wynikało to z faktu, że kwaśny odczyn gleby oraz brak dostatecznej ilości przyswajalnych form magnezu i siarki w środowisku ograniczały rozwój generatywnych organów tej rośliny.

4. Wyniki badań własnych jednoznacznie wskazują, że przy uprawie rzepaku w nawożeniu powinna być uwzględniana siarka. Wysokiej efektywności tego składnika należy jednakże oczekiwać przy optymalnym odczynie gleby i jej odpowiedniej zasobności w magnez przyswajalny.

PIŚMIENNICTWO

1. **Blake-Kalff M.M.A., Harrison K.R., Hawkesford M.J., Zhao F. J., McGrath S. P.:** Distribution of sulfur within oilseed rape leaves in response to sulfur deficiency during vegetative growth. *Plant Physiol.* 118, 1337-1344, 1998.
2. **Brodowska M.S.:** Wpływ wapnowania i nawożenia siarką na wzrost, rozwój i plonowanie jarych form pszenicy i rzepaku. Cz. I. Pszenica jara. *Acta Agrophysica*, 89, 1(4), 617-622, 2003.
3. **Fotyma E.:** Nawożenie magnezem zabiegiem niezbędnym. *Agrochemia*, 10, 3-4, 1994.
4. **Fox R.L., Kacar B.:** Phosphorus mobilization in calcareous soil relation to surface properties of roots and cation uptake. *Plant and Soil*, 5(20), 319-328, 1964.
5. **Frejat A., Anstett A., Lemaire F.:** Capacité d'échange de cations des systèmes racinaires et des sols, et leurs relations avec l'alimentation minérale. *Ann. Agron.*, 18(1), 31-64, 1967.
6. **Griffiths M.W., Kettlewell P.S., Hocking T.J.:** Effects of foliar-applied sulphur and nitrogen on grain growth, grain sulphur and nitrogen concentrations and yield of winter wheat. *J. of Agricultural Sci.*, 125, 331-339, 1995.
7. **Jain D.K., Gupta A.K.:** Response of mustard to sulphur through gypsum. Recycling of plant nutrients from industrial processes-10th International Symposium of CIEC, 159-164, 1996.
8. **Kuchtová P., Vašák J.:** Wzrost i rozwój rzepaku ozimego. Mat. monograficzne pt. "Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy", [red.] Grzebisz W., Wyd. AR, Poznań, 73-80, 2000.
9. **Marschner H.:** Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, Inc. London, 1995.
10. **McGrath S.P., Zhao F.J.:** Sulphur uptake, yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus*). *J. Agricultural Sci.*, 126, 53-62, 1996.
11. **Pinkerton A.:** Critical sulphur concentration in oilseed rape (*Brassica napus*) in relation to nitrogen supply and to plant age. *Australian J. Experimental Agriculture*, 38, 511-522, 1998.
12. **Schnug E., Haneklaus S., Murphy D.:** Impact of sulphur supply on the baking quality of wheat. *Aspects of Applied Biology* 36, Cereal Quality, 3, 337-345, 1993.
13. **Siuta J., Rejman-Czajkowska M. [red.]:** Siarka w biosferze. PWRiL, Warszawa, 1980.
14. **Strączyński S.:** Stan zakwaszenia i potrzeby wapnowania gleb w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 467, 527-532, 1999.
15. **Sweeney P.M.:** Commercial development of sulphur fertilizers in Europe. *Sulphur in Agriculture*, 19, 68-73, 1995.
16. **Terelak H., Piotrowska M., Motowicka-Terelak T., Stuczyński T., Budzyńska K.:** Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 418, 45-60, 1995.

17. Weil R.R., Mughogho S.K.: Sulphur nutrition of maize in four regions of Malawi. *Agron., J.* 92, 649-656, 2000.
18. Withers P.J.A., Zhao F., McGrath S.P., Evans E.J., Sinclair A.H.: Sulphur inputs for optimum yields of cereals. *Aspects of Applied Biology* 50, Optimising cereal inputs: Its scientific basis, 191-198, 1997.

EFFECT OF LIMING AND SULPHUR FERTILIZATION ON THE GROWTH
AND YIELDING OF SPRING FORMS OF WHEAT AND RAPE.
PART II. SPRING RAPE

Adam Kaczor, Marzena S. Brodowska

Department of Agricultural and Environmental Chemistry, University of Agriculture
Akademicka str. 15, 20-950 Lublin, e-mail: adamk@agros.ar.lublin.pl

S u m m a r y. The pot experiments were aimed at assessing the influence of liming (CaCO_3 , $\text{CaCO}_3+\text{MgCO}_3$) and sulphur fertilization (Na_2SO_4 , elementary S) on growth and yielding of the spring rape. The results show that the best effect was observed in the objects limed with dolomite and fertilized with a higher dose of sulphur. The dose and form of the liming fertilizer together with the sulphur dose have brought about a significant increase in the rape yields. The applied factors have also increased the yields of rape seeds. The results prove, that acid soil reaction accompanied by insufficient amount of available forms of sulphur and magnesium limit the growth of generative organs of this plant.

K e y w o r d s: growth, yielding, spring rape, liming, sulphur