

WPLYW WAPNOWANIA I NAWOŻENIA SIARKĄ NA WZROST, ROZWÓJ  
I PLONOWANIE JARYCH FORM PSZENICY I RZEPAKU  
CZ. I. PSZENICA JARA

*Marzena S. Brodowska*

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

**S t r e s z c z e n i e.** W doświadczeniach wazonowych przeanalizowano zakres i kierunek zmian we wzroście i plonowaniu pszenicy jarej w warunkach stosowania wapnowania i nawożenia siarką. Najślabszym wzrostem i rozwojem charakteryzowała się pszenica z obiektów nie wapnowanych i nie nawożonych siarką. Dawka i forma nawozu odkwaszającego oraz dawka siarki istotnie wpłynęły na wzrost plonów roślin. Wzrost ten był najwyższy w przypadku zastosowania dolomitu i wyższej dawki siarki. Uzyskane dane wskazują również, że siarczan sodu oddziaływał korzystniej na plony pszenicy zbieranej w fazie krzewienia i kwitnienia, a siarka elementarna na plony słomy w przypadku roślin z serii z dolomitom.

**S ł o w a k l u c z o w e:** wapnowanie, siarka, pszenica jara, rozwój, plonowanie

WSTĘP

Warunkiem uzyskiwania optymalnych plonów roślin, zarówno w aspekcie ilościowym, jak i jakościowym, jest stworzenie im odpowiedniego środowiska glebowego. Jak wynika z literatury [4,6] w wielu regionach świata – w tym także w Polsce – od dłuższego czasu liczącym się problemem z punktu żywienia roślin i ochrony środowiska jest zakwaszenie gleb i towarzyszący temu deficyt magnezu. Te dwa czynniki występując w dużym nasileniu mogą ograniczyć w znacznym stopniu wysokość plonów roślin i pogorszyć ich jakość [5,6]. Dodatkowo wysokość i jakość plonów roślin może być również obniżona na skutek braku siarki w środowisku glebowym [1,7]. Są prace, z których wynika, że dobre zaopatrzenie pszenicy w siarkę wpływa nie tylko na wzrost plonu, ale oddziałuje ono w większym stopniu na właściwości wypiekowe otrzymanej mąki, niż nawożenie azotem [2,10]. Stąd też celem przeprowadzonych badań było ustalenie zakresu wpływu wapnowania oraz nawożenia siarką na wzrost, rozwój i plonowanie pszenicy jarej.

## MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano w oparciu o ściśle dwuletnie doświadczenia wazonowe założone na materiale glebowym pobranym z warstwy ornej gleby płowej o składzie granulometrycznym gliny piaszczystej. Gleba przed rozpoczęciem eksperymentu charakteryzowała się kwaśnym odczynem, średnią zawartością przyswajalnego potasu, magnezu i siarki oraz wysoką zawartością przyswajalnego fosforu. Doświadczenia założono metodą kompletnej randomizacji. Obejmowały one 3 czynniki zmienne (dawka siarki, forma siarki oraz dawka i forma nawozu odkwaszającego). Nawożenie siarką w postaci  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  i  $\text{S}_{\text{elementarnej}}$  zastosowano przed siewem pszenicy i rzepaku, a wapnowanie węglanem wapnia oraz węglanem wapnia i węglanem magnezu zmieszonym w stosunku 1:1 (dolomit) wniesiono jednorazowo przed założeniem doświadczeń według następującego schematu:

- |                                       |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. $\text{S}_0\text{Ca}_0\text{Mg}_0$ | 4. $\text{S}_0\text{Ca}_1\text{Mg}_1$ | 7. $\text{S}_0\text{Ca}_2\text{Mg}_0$ |
| 2. $\text{S}_1\text{Ca}_0\text{Mg}_0$ | 5. $\text{S}_1\text{Ca}_1\text{Mg}_1$ | 8. $\text{S}_1\text{Ca}_2\text{Mg}_0$ |
| 3. $\text{S}_2\text{Ca}_0\text{Mg}_0$ | 6. $\text{S}_2\text{Ca}_1\text{Mg}_1$ | 9. $\text{S}_2\text{Ca}_2\text{Mg}_0$ |

gdzie:  $\text{S}_0$  – bez nawożenia siarką,  $\text{S}_1$  – nawożenie S w postaci  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  lub S elementarnej w ilości  $0,015 \text{ g S}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby pod pszenicę jara i w ilości  $0,03 \text{ g S}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby pod rzepak jary,  $\text{S}_2$  – nawożenie S w postaci  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  lub S elementarnej w ilości  $0,03 \text{ g S}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby pod pszenicę jara i w ilości  $0,06 \text{ g S}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby pod rzepak jary,  $\text{Ca}_0\text{Mg}_0$  – bez wapnowania,  $\text{Ca}_1\text{Mg}_1$  – wapnowanie mieszaniną  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{MgCO}_3$  (dolomit) według  $1,0 \text{ Hh} - 1,226 \text{ g CaO}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby ( $1,095 \text{ g CaCO}_3\cdot\text{kg}^{-1}$  i  $0,920 \text{ g MgCO}_3\cdot\text{kg}^{-1}$ ),  $\text{Ca}_2\text{Mg}_0$  – wapnowanie  $\text{CaCO}_3$  według  $1,0 \text{ Hh} - 1,226 \text{ g CaO}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby ( $2,190 \text{ g CaCO}_3\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

W pierwszym roku badań rośliną testową była pszenica jara odmiany Ismena, zaś w drugim rzepak jary odmiany Licosmos "00". We wszystkich obiektach doświadczalnych w każdym roku badań stosowano stałe nawożenie NPK w ilościach dostosowanych do potrzeb pokarmowych roślin testowych. Niniejsza praca stanowi wycinek przeprowadzonych badań i obejmuje analizę wpływu zastosowanych czynników doświadczalnych na wzrost, rozwój i plonowanie pszenicy jarej. Zbiór nadziemnych części pszenicy miał miejsce w fazie krzewienia, kwitnienia oraz w okresie pełnej dojrzałości. Wpływ czynników doświadczalnych na plonowanie pszenicy obliczono metodą analizy wariancji dla doświadczeń czynnikowych z zastosowaniem półprzedziałów ufności Tukey'a.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Zastosowane czynniki doświadczalne znacząco wpłynęły na wzrost, rozwój i plonowanie pszenicy jarej. Najślabszym wzrostem i rozwojem cechowały się rośliny z serii, w których nie stosowano wapnowania. Na zwiększenie intensywności krzewienia i wzrostu pszenicy wpłynęło wapnowanie, zwłaszcza dolomitem. Potwierdza to fakt, że pszenica należy do roślin silnie reagujących na ten zabieg [3]. Z lepszym wzrostem rośliny testowej wiązało się także wniesienie siarki. Oddziaływanie formy zastosowanej siarki uzależnione było od odczynu gleby. Pod koniec okresu wegetacji w obiektach, w których nie stosowano wapnowania, korzystniejszy wpływ na wygląd roślin miało zaopatrzenie gleby w siarczan sodu w porównaniu z roślinami z obiektów, w których zastosowano siarkę elementarną. W obiektach z zastosowanym węglanem wapnia lub dolomitem forma podanej siarki nie wpływała w widoczny sposób na wygląd rośliny testowej.

Różnice we wzroście i rozwoju roślin wywołane zastosowanymi czynnikami doświadczalnymi znalazły swoje odzwierciedlenie w wysokości plonów. Jak wykazują wyniki obliczeń statystycznych dawka siarki (S) oraz dawka i forma nawozu odkwaszającego (W) wpłynęły istotnie na plony pszenicy jarej we wszystkich trzech analizowanych fazach rozwojowych (Tab. 1). W przypadku formy siarki (F) istotny wpływ na plon roślin wystąpił w fazie krzewienia oraz w okresie pełnej dojrzałości (słoma).

Najwyższe plony pszenicy jarej we wszystkich analizowanych fazach rozwojowych odnotowano w obiektach nawożonych siarką na poziomie  $0,03 \text{ g S} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby w serii dolomitowanej. Wyjątek stanowiła słoma, w przypadku której nieco wyższe plony otrzymano w obiekcie nawożonym niższą dawką siarki elementarnej. W fazie krzewienia w obiektach wapnowanych i nawożonych siarką ilość uzyskanej suchej masy była wyższa o 5–20% w odniesieniu do wartości uzyskanych w obiektach kontrolnych ( $S_0Ca_0Mg_0$ ). W okresie kwitnienia analogiczne zwyczki były zbliżone i kształtowały się na poziomie 8,2–13,0%.

Najwyższą efektywność wapnowania dolomitem i nawożenia siarką uzyskano w fazie pełnej dojrzałości. Plony słomy pod wpływem zastosowanego dolomitu ( $Ca_1Mg_1$ ) były wyższe o około 12–16%. W przypadku ziarna zwyczki te kształtowały się na poziomie 17,4–19,0% w obiektach z  $Na_2SO_4$  i 19,5–25,2% w serii nawożonej siarką elementarną.

Analizując wpływ zastosowanej siarki na plonowanie roślin warto podkreślić, iż w początkowych fazach rozwojowych (krzewienie, kwitnienie) w większości obiektów lepszą efektywność wykazywała siarka w postaci siarczanu sodu. W fazie

Tabela 1. Wpływ wapnowania i nawożenia siarką na plonowanie pszenicy jarej (g · s.m.wazon<sup>-1</sup>)  
 Table 1. The effect of liming and sulphur fertilization of yielding of spring wheat (g d.m. pot<sup>-1</sup>)

Faza Phase	Krzewienie Tillering		Kwitnienie Flowering		Pełna dojrzałość - Full ripeness			
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S <sub>elem.</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S <sub>elem.</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S <sub>elem.</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S <sub>elem.</sub>
Obiekt Object	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S <sub>elem.</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S <sub>elem.</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S <sub>elem.</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S <sub>elem.</sub>
S <sub>0</sub> Ca <sub>0</sub> Mg <sub>0</sub>	10,77	10,64	25,31	25,05	23,43	22,90	21,45	21,06
S <sub>1</sub> Ca <sub>0</sub> Mg <sub>0</sub>	11,32	10,65	25,71	25,35	24,76	22,96	22,04	21,17
S <sub>2</sub> Ca <sub>0</sub> Mg <sub>0</sub>	11,91	10,89	26,76	25,98	25,82	23,11	22,64	21,19
S <sub>0</sub> Ca <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	11,70	11,17	27,71	27,10	25,85	26,11	24,08	24,72
S <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	12,48	11,83	28,27	27,81	26,11	26,65	25,18	25,16
S <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	12,90	11,98	28,58	28,22	26,39	26,49	25,52	26,35
S <sub>0</sub> Ca <sub>2</sub> Mg <sub>0</sub>	11,05	10,85	26,38	26,66	25,18	25,14	23,49	22,92
S <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub> Mg <sub>0</sub>	11,10	11,01	26,81	26,82	25,89	25,22	23,89	23,97
S <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Mg <sub>0</sub>	11,42	11,35	26,85	27,09	25,90	25,41	24,03	24,08
NIR (p=0,01)								
LSD (P=0,01)								
Dawka siarki (S)	0,32		0,49			0,33		0,36
Dose of sulphur (S)								
Forma siarki (F)	0,22		n.i.			0,23		n.i.
Sulphur form (F)								
Dawka i forma n. odkwazającego (W)	0,32		0,49			0,33		0,36
Dose and form of deacidification fertilizer (W)								
SF	n.i.		n.i.			0,58		n.i.
SW	n.i.		n.i.			n.i.		n.i.
FW	n.i.		n.i.			0,58		0,63
SFW	n.i.		n.i.			1,24*		n.i.

\* - różnica istotna na poziomie p=0,05. \* - difference significant at the level p=0,05.

pełnej dojrzałości – zwłaszcza w obiektach wapnowanych dolomitem – większy wzrost plonów wystąpił w przypadku podania siarki elementarnej.

Jak wskazują uzyskane dane we wszystkich fazach uwidocznił się korzystniejszy plonotwórczy wpływ zastosowanego dolomitu w porównaniu z węglanem wapnia. Można zatem stwierdzić, że magnez zawarty w dolomicie przyczynił się także w widocznym stopniu do wzrostu plonów pszenicy. Wynika z tego, że najlepsze efekty nawożenia siarką, podobnie jak i innymi składnikami pokarmowymi, można uzyskać w warunkach optymalnego odczynu gleby oraz przy dobrym zaopatrzeniu roślin w magnez. Natomiast tylko około 6% wzrost plonów ziarna pszenicy pod wpływem nawożenia siarką z jednej strony potwierdza fakt, że zboża należą do grupy roślin, o stosunkowo niskich wymaganiach względem tego składnika. Z drugiej strony wskazuje on, że przy intensywnej uprawie tej grupy roślin dodatek siarki wpływa korzystnie na ich plonowanie i jakość [8,9].

#### WNIOSKI

1. Najsłabszym wzrostem, rozwojem i plonowaniem odznaczała się pszenica pochodząca z serii nie wapnowanych i nie nawożonych siarką.

2. Dawka i forma nawozu odkwaszającego oraz dawka siarki istotnie wpłynęły na wzrost plonów roślin.

3. Najwyższe plony pszenicy otrzymano w obiektach wapnowanych dolomitem i nawożonych wyższą dawką siarki.

4. W okresie krzewienia i kwitnienia roślin stwierdzono korzystniejszy plonotwórczy wpływ siarczanu sodu, a w fazie pełnej dojrzałości, w serii dolomitowanej – siarki elementarnej.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **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. Agricultural Sci.*, 125, 331–339, 1995.
2. **Haneklaus S., Evans E., Schnug E.:** Baking quality and sulphur content of wheat. I. Influence of grain sulphur and protein concentrations on loaf volume. *Sulphur in Agriculture*, 16, 31–34, 1992.
3. **Hołubowicz-Kliza G.:** Potrzeby wapnowania. IUNG, Puławy, 1997.
4. **Lipiński W.:** Odczyn i zasobność gleb w świetle badań stacji chemiczno-rolniczych. *Nawozy i Nawożenie*, 3/4(3a), 89–105, 2000.
5. **Mercik S., Sas L.:** Ujemny wpływ nadmiernego zakwaszenia gleby na rośliny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 456, 29–39, 1998.
6. **Strączyński S.:** Stan zakwaszenia i potrzeby wapnowania gleb w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 467, 527–532, 1999.

7. **Weil R. R., Mughogho S.K.:** Sulphur nutrition of maize in four regions of Malawi. *Agron. J.*, 92, 649–656, 2000.
8. **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.
9. **Zhao F. J., Hawkesford M. J., Warrilow A. G. S., McGrath S. P., Clarkson D. T.:** Diagnosis of sulphur deficiency in wheat. *Sulphur Metabolism in Higher Plants*, [eds.] Cram W. J. *et al.*, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 349–351, 1997.
10. **Zhao F.J., Withers P.J.A., Evans E.J., Monaghan J., Salmon S.E., Shewry P.R., McGrath S.P.:** Sulphur nutrition: An important factor for the quality of wheat and rapeseed. *Plant nutrition – for sustainable food production and environment* [eds.] Ando T. *et al.*, Kluwer Academic Publishers, 917–922, 1997.

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

*Marzena S. Brodowska*

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

Summary. In the pot experiment the range and direction of the changes in growth and yielding of spring wheat under conditions of liming and sulphur fertilization were analysed. The lowest rate of growth was observed in the objects where neither liming nor sulphur fertilization were applied. The dose and form of the liming fertilizer together with the sulphur dose have significantly affected the increase in the yields. The highest rate was achieved in case of applying the dolomite and higher dose of sulphur. Besides the achieved results mean, that sodium sulphate has optimal influence on the yields of wheat cropped in the phase of tillering and flowering. Respectively, the elementary sulphur turned out have the most beneficial impact on the straw yields in case of plants fertilized with dolomite.

Key words: liming, sulphur, spring wheat, growth, yielding