

ODDZIAŁYWANIE DAWKI I FORMY SIARKI NA PLONOWANIE ORAZ ZAWARTOŚĆ I PLON BIAŁKA ZIARNA OWSA ODMIANY KOMES

BOŻENA BARCZAK, KRYSZTOF NOWAK

Katedra Chemii Rolnej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

barczak@utp.edu.pl

Synopsis. Z uwagi na obserwowane w ostatnich latach zachwianie bilansu siarki w agroekosystemach, podjęto badania, których celem była ocena wpływu zróżnicowanych dawek i form siarki na plonowanie owsa odmiany Komes oraz na zawartość i plon białka w jego ziarnie. W trzyletnim ścisłym doświadczeniu połowym siarkę zastosowano w postaci siarczanowej (VI) jako K_2SO_4 i $(NH_4)_2SO_4$ oraz postaci elementarnej, jako nawóz Wigor S, zawierający 90% siarki i 10% bentonitu w dawkach 20 i 40 $kg\ S\cdot ha^{-1}$. Przeprowadzone badania na owsie wykazały wyraźne plonotwórcze oddziaływanie tego składnika, mimo że gatunek ten zaliczany jest do grupy roślin o niewielkich potrzebach w stosunku do siarki. Istotnie najwyższe plony ziarna owsa w stosunku do pozostałych obiektów doświadczalnych uzyskano po zastosowaniu 20 $kg\ S\cdot ha^{-1}$ w postaci Wigoru S, co wskazuje na korzystniejszy wpływ formy elementarnej siarki w porównaniu z formą jonową. Nawożenie siarką, niezależnie od jej dawki i formy, powodowało w porównaniu z obiektem kontrolnym wzrost zawartości azotu ogólnego w ziarnie owsa, jednak istotne jej zwiększenie wystąpiło jedynie na obiekcie nawożonym 40 $kg\ S\cdot ha^{-1}$ w postaci siarczanu (VI) amonu.

Słowa kluczowe – *key words*: nawożenie siarką – *sulphur fertilization*, plon ziarna – *yields of grain*, plon słomy – *yield of straw*, azot – *nitrogen*, białko – *protein*, owies – *oats*

WSTĘP

Pogłębiający się w ostatnich dekadach ubiegłego wieku deficyt siarki, który został spowodowany przede wszystkim zaostrzeniem norm dotyczących ochrony środowiska, doprowadził do wzrostu zainteresowania siarką, jako składnikiem nawozowym roślin uprawnych, w szczególności gatunków z rodziny *Brassicaceae* (rzepak, gorczyca, kapusta, rzodkiew, chrzan). W Europie nawożenie siarką stało się jednym z ważniejszych problemów nawożeniowych rolnictwa [Haneklaus i in. 2000, Stern 2005, Walker i Dawson 2003]. Aktualnie również w Polsce nabiera ono coraz większego znaczenia, do czego przyczyniły się przede wszystkim zmiany w gospodarce krajowej wynikające z kryzysu gospodarczego lat 80. oraz przemian ekonomicznych w latach 90., kiedy zmniejszenie emisji siarki do atmosfery uległo ograniczeniu o ponad 30%, w tym w energetyce aż o ponad 50% [Lipiński i in. 2003].

Dotychczasowe badania nad nawożeniem zbóż koncentrowały się przede wszystkim wokół azotu, jako głównego czynnika plonotwórczego i modyfikującego ich skład chemiczny. Nie dostrzegano pozytywnej roli siarki w kształtowaniu wielkości plonów, rozpoznając raczej ujemne skutki zanieczyszczenia gleb i roślin tym pierwiastkiem, którego związki przez długie lata zaliczane były, jako główny składnik kwaśnych opadów, do czynników przyczyniających się do degradacji agroekosystemów [Kulczycki i Karoń 2003, Motowicka-Terelak i Terelak 2000].

Z uwagi na systematyczne ograniczanie emisji siarki do atmosfery oraz bardzo ważną jej rolę w fizjologii roślin, jak też na aktualny stan wiedzy, ograniczający się na ogół do rzepaku ozimego, przeprowadzono badania, których celem było określenie wpływu różnych form i da-

wek siarki na wielkość plonu ziarna i słomy, a także na zawartość i plon białka owsa odmiany Komes.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2001–2003 na terenie Stacji Badawczej Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Wierchucinku (53°26' N, 17°79' E). Stacja położona jest w kierunku północno-zachodnim od Bydgoszczy, w zlewni rzeki Brdy. Doświadczenie prowadzono na glebie płowej, ukształtowanej z gliny marglistej mocno spiaszczonej, złożonej z piasku gliniastego, zalegającego na glinie lekkiej. Gleba posiadała uregulowane stosunki wodne, a pod względem przydatności rolniczej należała do kompleksu żytniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb, charakteryzując się lekko kwaśnym odczynem i średnią zasobnością w przyswajalne formy fosforu, potasu i magnezu.

Doświadczenie polowe zostało założone jako ściśle, jednoczynnikowe, według metody losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Uprawiano odmianę owsa Komes. Czynnikiem doświadczenia był rodzaj nawożenia mineralnego zawierającego siarkę w postaci jonowej lub elementarnej ($n=7$). Uwzględniono następujące obiekty nawozowe:

- S_1 – 0 kg S·ha⁻¹,
- S_2 – 20 kg S·ha⁻¹ w formie siarczanu (VI) amonu,
- S_2 – 40 kg S·ha⁻¹ w formie siarczanu (VI) amonu,
- S_3 – 20 kg S·ha⁻¹ w formie siarczanu (VI) potasu,
- S_4 – 40 kg S·ha⁻¹ w formie siarczanu (VI) potasu,
- S_5 – 20 kg S·ha⁻¹ w formie nawozu Wigor S,
- S_6 – 40 kg S·ha⁻¹ w formie nawozu Wigor S.

Wigor S to nawóz mineralny, zawierający 90% siarki elementarnej oraz 10% bentonitu. Zabiegi uprawowe i nawożenie zostały przeprowadzone zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi dla owsa. Jako nawożenie podstawowe zastosowano: 80 kg N·ha⁻¹ w formie saletry amonowej (na obiektach z siarczanem amonu odpowiednio obniżono dawkę saletry, uwzględniając azot wnoszony z siarczanem (VI) amonu), 20 kg P·ha⁻¹ w postaci superfosfatu potrójnego i 90 kg K·ha⁻¹ jako 50% sól potasową.

Bezpośrednio po zbiorze roślin określono wielkość plonu nasion (przy wilgotności około 11%) i słomy owsa. W nasionach z wszystkich obiektów doświadczalnych oznaczono zawartość azotu metodą Kjeldahla. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono wielkość plonu białka (iloczyn zawartości azotu, plonu nasion oraz wartości 6,25).

WYNIKI I DISKUSJA

Pomimo, że owies jest zaliczany do grupy roślin o niewielkich wymaganiach pokarmowych w stosunku do siarki [Jakubus 2006, Lipiński i in. 2003], we wszystkich sezonach wegetacyjnych stwierdzono wyraźną reakcję plonu owsa na nawożenie tym składnikiem (tab. 1 i 2). Wykazano, że zastosowanie siarki na ogół istotnie podwyższało, w porównaniu z obiektem kontrolnym, plon ziarna i słomy owsa. Dla ziarna w zależności od nawozowego wariantu odpowiednio różnice wahały się w granicach od 0,21 t·ha⁻¹ (5,3%) do 0,47 t·ha⁻¹ (11,8%), dla słomy od 0,39 t·ha⁻¹ (5,6%) do 0,63 t·ha⁻¹ (9,0%).

Na korzystne oddziaływanie siarki na kształtowanie wielkości plonu zbóż wskazują wyniki badań wielu autorów [Eriksen i Mortensen 2002, Griffiths i in. 1995, Hrivna i in. 1999, Podleś-

Tabela 1. Plon ziarna owsa ($t \cdot ha^{-1}$)
 Table 1. Yield of oat grain ($t \cdot ha^{-1}$)

Lata Years	Kontrola Control	Forma nawozu – Form of fertilizer						Średnio Mean
		$(NH_4)_2SO_4$		K_2SO_4		Wigor S		
		Dawka siarki – Dose of sulphur ($kg S \cdot ha^{-1}$)						
		20	40	20	40	20	40	
2001	3,81	4,00	4,14	3,76	4,14	4,45	4,07	4,05
2002	3,58	4,17	3,89	4,21	4,06	4,21	4,07	4,03
2003	4,51	4,73	4,64	4,55	4,69	4,66	4,55	4,62
Średnio Mean	3,97	4,30	4,23	4,18	4,30	4,44	4,23	–

$NIR_{0,05}-LSD_{0,05}$: dla formy nawozu – for form of fertilizer – 0,12

Tabela 2. Plon słomy owsa ($t \cdot ha^{-1}$)
 Table 2. Yield of oat straw ($t \cdot ha^{-1}$)

Lata Years	Kontrola Control	Forma nawozu – Form of fertilizer						Średnio Mean
		$(NH_4)_2SO_4$		K_2SO_4		Wigor S		
		Dawka siarki – Dose of sulphur ($kg S \cdot ha^{-1}$)						
		20	40	20	40	20	40	
2001	6,86	7,00	7,43	7,29	7,19	7,67	7,57	7,29
2002	6,67	7,29	7,12	7,33	7,36	7,57	7,19	7,22
2003	7,52	7,95	8,41	8,12	7,86	7,52	7,74	7,87
Średnio Mean	7,02	7,41	7,65	7,58	7,47	7,59	7,50	–

$NIR_{0,05}-LSD_{0,05}$: dla formy nawozu – for form of fertilizer – 0,30

na i Cacak-Pietrzak 2006, Riley i in. 2000]. Badania z owsem nad plonotwórczym wpływem tego składnika prowadziła Kozłowska [2001], która w doświadczeniach wazonowych wykazała, że wprowadzie gatunek ten słabiej od jęczmienia jarego reaguje na stosowanie siarki, jednak uwzględnienie jej w nawożeniu owsa powoduje zwykle kilkunastoprocentowy wzrost plonu. Autorka dodatkowo stwierdziła, że istotny wpływ na wielkość plonu ziarna owsa wywierało nawożenie siarką rośliny przedplonowej. W literaturze przedmiotu nie brakuje jednak doniesień, które nie potwierdzają dodatniego oddziaływania siarki na plony roślin zbożowych. W przeciwieństwie do powyżej cytowanych autorów, Świdarska-Ostapiak i Stankowski [2002] dla odmian owsa oplewionego i nieoplewionego oraz Fotyma [2003] także dla pszenicy jarej i ozimej, nie stwierdzili zasadniczego wpływu siarki na plon ziarna i jego komponenty. Brak reakcji plonu zbóż na nawożenie siarką prawdopodobnie wynikał z wystarczającego zaopatrzenia

roślin w ten składnik w warunkach prowadzenia doświadczenia. Wielu autorów [Jakubus 2006, Riley i in. 2000, Szulc 2008] podkreśla, że wysoką efektywność plonotwórczą omawianego pierwiastka można osiągnąć tylko w warunkach jego niedoboru. Należy podkreślić, że aż 71% gleb województwa Kujawsko-Pomorskiego, w warunkach którego przeprowadzono badania, cechuje niska ($<15 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) zawartość tego składnika [Motowicka-Terelak i Terelak 2000].

Dla siarczanu (VI) amonu i potasu nie stwierdzono statystycznie różnic w plonotwórczym oddziaływaniu dawek 20 i 40 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast w przypadku Wigoru S, dawką istotnie korzystniejszą wpływającą na plon ziarna owsa, była dawka 20 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$. W Europie Zachodniej pod zboża rekomenduje się dawki w zakresie 20–40 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w Ameryce Północnej 17–34 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$ [Morris 2007]. Według Walkera i Dawsona [2003] w Austrii i Danii w agrotechnice zbóż stosuje się najczęściej 10–20 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$, w Wielkiej Brytanii i Szwecji 10–16 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$, we Francji 16–24 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w Niemczech 10–30 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Istotnie najwyższe plony ziarna owsa w stosunku do pozostałych obiektów doświadczalnych uzyskano po zastosowaniu 20 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$ w postaci Wigoru S, co może wskazywać na nieco korzystniejszy plonotwórczy wpływ formy elementarnej siarki w porównaniu z formą jonową, aplikowaną w postaci siarczanów amonu lub potasu. Należy podkreślić, że między pozostałymi obiektami nawozowymi nie wykazano potwierdzonych statystycznie różnic. Forma jonowa siarki uważana jest wprawdzie za łatwiej przyswajalną dla roślin niż pierwiastkowa, która musi ulec w glebie transformacji mikrobiologicznej z udziałem bakterii z rodzaju *Thiobacillus* do formy siarczanowej (VI) [Jakubus 2006], jednak postać jonowa jest, zwłaszcza w warunkach gleb lekkich, bardziej podatna na straty w wyniku wymywania. Badania własne prowadzono na glebie płowej o charakterze piasku gliniastego mocnego. Okazuje się, że w tych warunkach, sukcesywne w miarę postępującego biologicznego utleniania, uwalnianie się jonów siarczanowych (VI), bardziej sprzyjało plonowaniu owsa niż bezpośrednie zastosowanie formy jonowej. Na potwierdzenie w badaniach własnych większą plonotwórczą efektywność formy elementarnej siarki w porównaniu z siarczanową (VI), wskazują również badania Cyny i Grzebisa [2003] z rzepakiem ozimym. Jednak niektóre badania sugerują wyższość formy jonowej nad pierwiastkową [Brodowska 2003] lub brak istotnych różnic w oddziaływaniu obydwu form [Szulc i in. 2003].

Należy zwrócić uwagę, że o ile rodzaj nawozów siarczanowych (K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) nie miał znaczącego wpływu na kształtowanie wielkości plonu słomy owsa, tak na plon ziarna, przynajmniej dla dawki 20 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$, korzystniejszą oddziaływało zastosowanie siarczanu (VI) w postaci amonowej niż potasowej (różnica 0,12 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ – o 2,8%).

Średnia dla trzyletniego cyklu badań zawartość azotu w ziarnie owsa, który pod względem zawartości białka korzystnie wyróżnia się na tle innych uprawianych w naszym kraju gatunków zbóż [Gawęcki 2003], wynosiła 16,7 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 3). Wykazano w porównaniu z obiektem kontrolnym zwiększenie zawartości azotu w ziarnie owsa na wszystkich obiektach nawożonych siarką, jednak istotny jej przyrost wystąpił jedynie na obiekcie nawożonym 40 $\text{kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$ w formie siarczanu (VI) amonu; średnia dla trzech lat badań różnica wynosiła 0,07 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (4,3%) Nie stwierdzono statystycznie potwierdzonych różnic między pozostałymi obiektami nawozowymi.

Na powiązanie metabolizmu azotu z zaopatrzeniem roślin w siarkę wskazują liczni autorzy [Griffiths i in. 1995, Haneklaus 2000, Jakubus 2006, Szulc 2000]. Siarka, jako składnik aminokwasów (metioniny, cysteiny i cystyny) uczestniczy w biosyntezie białka, a jednocześnie dzięki zdolności tworzenia trwałych wiązań dwusiarczkowych (disulfidowych) –S–S–, pierwiastek ten jest odpowiedzialny za struktury: drugo- i trzeciorzędową białek, a także umożliwia utrzymanie jego przestrzennej konformacji. Pozytywny wpływ nawożenia siarką na syntezę białka roślinnego, w szczególności na syntezę aminokwasów siarkowych, odnotowało wielu autorów

w badaniach na zbożach [Eriksen i Mortensen 2002, Inal i in. 2003, Klikocka 2004]. W literaturze można również spotkać doniesienia o braku wyraźnego oddziaływania nawożenia siarką na zawartość białka, na co np. wskazują badania pszenicy ozimej i jarej [Podleśna i Cacak-Pietrzak 2006].

Konsekwencją oddziaływania siarki na wielkość plonu ziarna owsa i zawartość w nim azotu, był istotny w stosunku do kontroli, przyrost plonu białka na wszystkich obiektach doświadczalnych (tab. 4). Najwyższe zwiększenie plonu białka było skutkiem zastosowania 20 kg S·ha⁻¹ w postaci Wigoru S; odpowiednia różnica wynosiła średnio dla trzech lat badań 61 kg·ha⁻¹ (15,0%). W przypadku stosowania siarki elementarnej, zdecydowanie wyższy plon białka pozwalała osiągnąć dawka 20 kg S·ha⁻¹, natomiast aplikacja tego składnika w formie jonowej była bardziej efektywna dla dawki 40 kg S·ha⁻¹.

Tabela 3. Zawartość azotu w ziarnie owsa (g·kg⁻¹)

Table 3. Content of nitrogen in oat grain (g·kg⁻¹)

Lata Years	Kontrola Control	Forma nawozu – Form of fertilizer						Średnio Mean
		(NH ₄) ₂ SO ₄		K ₂ SO ₄		Wigor S		
		Dawka siarki – Dose of sulphur (kg S·ha ⁻¹)						
		20	40	20	40	20	40	
2001	16,5	16,9	18,0	17,6	16,6	17,8	17,1	17,2
2002	16,8	15,7	16,2	16,3	16,2	16,4	16,1	16,2
2003	16,0	17,8	17,1	16,7	16,9	16,5	16,4	16,8
Średnio Mean	16,4	16,8	17,1	16,9	16,6	16,9	16,5	–

NIR_{0,05}–LSD_{0,05}: dla formy nawozu – for form of fertilizer – 0,6

Tabela 4. Plon białka w ziarnie owsa (kg·ha⁻¹)

Table 4. Yield of protein in oat grain (kg·ha⁻¹)

Lata Years	Kontrola Control	Forma nawozu – Form of fertilizer						Średnio Mean
		(NH ₄) ₂ SO ₄		K ₂ SO ₄		Wigor S		
		Dawka siarki – Dose of sulphur (kg S·ha ⁻¹)						
		20	40	20	40	20	40	
2001	392	423	467	413	430	494	435	435
2002	375	410	395	430	410	431	409	409
2003	452	525	497	474	496	481	466	485
Średnio Mean	407	452	453	440	445	468	437	–

NIR_{0,05}–LSD_{0,05}: dla formy nawozu – for form of fertilizer – 13

Przeprowadzone badania pozwalają sądzić, że nawożenie siarką w warunkach jej niedoboru w glebie, bez względu na zastosowaną formę, ma istotne znaczenie dla możliwości uzyskania wysokiego plonu owsa oraz kumulacji w nim azotu.

WNIOSKI

1. Nawożenie siarką, niezależnie od formy nawozu zawierającego ten składnik, istotnie podwyższało w porównaniu z obiektem kontrolnym, wielkość plonu ziarna i słomy owsa.
2. Dla dawki 20 kg S·ha⁻¹ wykazano korzystniejsze plonotwórcze oddziaływanie formy elementarnej siarki znajdującej się w nawozie Wigor S w porównaniu z formą jonową, aplikowaną w postaci siarczanów (VI) amonu lub potasu. Dla tej dawki siarki istotnie wyższe plony ziarna owsa uzyskano pod wpływem stosowania siarczanu (VI) amonu niż siarczanu (VI) potasu.
3. W wyniku nawożenia siarką, niezależnie od jej dawki i formy, nastąpił w porównaniu z obiektem kontrolnym wzrost zawartości azotu w ziarnie owsa, jednak istotne zwiększenie wystąpiło jedynie na obiekcie nawożonym 40 kg S·ha⁻¹ w postaci siarczanu (VI) amonu. Konsekwencją oddziaływania siarki na wielkość plonu ziarna owsa i zawartość w nim azotu, było zwiększenie plonu białka na wszystkich obiektach nawożonych siarką. Największy jego przyrost spowodowało zastosowanie 20 kg S·ha⁻¹ w formie Wigoru S.

PIŚMIENNICTWO

- Brodowska M. 2003. Wpływ wapnowania i nawożenia siarką na wzrost, rozwój i plonowanie jarych form pszenicy i rzepaku. Cz. I. Pszenica jara. *Acta Agrophys.* 1(4): 617–622.
- Cyna K., Grzebisz W. 2003. Wpływ nawożenia siarką elementarną na zawartość siarczanów w glebie i plonowanie rzepaku ozimego. *Naw. Nawoż./Fert. Fertil.* 5(4): 104–116.
- Eriksen J., Mortensen J.V. 2002. Effects of timing of sulphur application on yield, S-uptake and quality of barley. *Plant Soil* 242: 283–289.
- Fotyma E. 2003. Wpływ nawożenia siarką na wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych przez rośliny uprawy polowej. *Naw. Nawoż./Fert. Fertil.* 5(4): 117–136.
- Gawęcki J. (red.) 2003. Białka w żywności i żywieniu. Wyd. AR Poznań: ss. 109.
- Griffiths M. W., Kettlewell P. S., Hocking T. J. 1995. Effects of foliar-applied sulphur and nitrogen on grain growth, grain sulphur and nitrogen concentrations and yield of winter wheat. *J. Agric. Sci.* 125: 331–339.
- Haneklaus S., Bloem E., Schnug E. 2000. Sulphur in agroecosystems. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 204, *Agricultura* 81: 17–32.
- Hrivna, L., Richter, R., Ryant P. 1999. Possibilities of improving the technological quality of winter wheat after sulphur fertilization. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 349, *Sesja Nauk.* 64: 143–150.
- Inal A., Günes A., Alpaslan M., Adak M.S., Taban S., Eraslan F. 2003. Diagnosis of sulphur deficiency and effects of sulphur on yield and yield components of wheat grown in central Anatolia Turkey. *J. Plant Nutr.* 26: 1483–1498.
- Jakubus M. 2006. Siarka w środowisku. Wyd. AR Poznań: ss. 49.
- Klikocka H. 2004. Wpływ nawożenia siarką na plon i skład chemiczny ziarna pszenżyta jarego oraz właściwości gleby. *Fragm. Agron.* 22(3): 70–78.
- Kozłowska J. 2001. Bezpośredni i następczy wpływ nawożenia siarką oraz wapnowania na zawartość i pobranie magnezu przez rośliny. *Biul. Magnezol.* 6(3): 287–294.
- Kulczycki G., Karoń B. 2003. Wpływ oddziaływania wybranych zakładów przemysłowych na zawartość siarki w glebie i roślinach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 493: 185–192.

- Lipiński W., Terelak H., Motowicka-Terelak T. 2003. Propozycja liczb granicznych zawartości siarki siarczanowej w glebach mineralnych na potrzeby doradztwa nawozowego. *Rocz. Glebozn.* 54(3): 79–84.
- Morris R.J. 2007. Sulphur in Agriculture: global overview. *Fert. Focus.* 1–2: 12–16.
- Motowicka-Terelak T., Terelak H. 2000. Siarka w glebach i roślinach Polski. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 204, *Agricultura* 81: 7–16.
- Podleśna A., Cacak-Pietrzak G. 2006. Kształtowanie plonu oraz parametrów przemiałowych i wypiekowych pszenicy jarej poprzez nawożenie azotem i siarką. *Pam. Puł.* 142: 381–392.
- Riley N.G., Zhao F.J., Mc Grath S.P. 2000. Availability of different forms of sulphur fertilisers to wheat and oilseed rape. *Plant Soil* 222: 139–147.
- Stern D. 2005. Global sulfur emissions from 1850 to 2000. *Chemosphere* 58: 163–175.
- Szulc P., Drozdowska L., Kachlicki P. 2003. Effect of sulphur on the yield and content of glucosinolates in spring oilseed rape seeds. *EJPAU, Ser. Agronomy* 6(2): #01.
- Szulc W. 2008. Potrzeby nawożenia roślin siarką oraz metody ich wyznaczania. *Wyd. SGGW Warszawa*: ss. 97.
- Świdarska-Ostapiak M., Stankowski S. 2002. Wpływ nawożenia azotem i siarką na plonowanie i komponenty plonu owsa nieoplewionego i oplewionego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 484: 711–717.
- Walker K., Dawson C. 2003. Sulphur fertiliser recommendations in Europe. *Naw. Nawoż./Fert. Fertil.* 5(3): 71–89.

B. BARCZAK, K. NOWAK

EFFECT OF THE SULPHUR DOSE AND FORM ON YIELDING AND PROTEIN CONTENT IN KOMES CULTIVAR OF OAT GRAIN

Summary

Due to the disturbed sulphur balance in the agroecosystems observed over the recent years, there was carried out a single-factor experiment which aimed at determining the effect of varied sulphur doses and forms on Komes cv. oat yielding and on the protein content and protein yield in oat grain. A three-year field experiment involved sulphur application in a sulphate form (VI) as K_2SO_4 and $(NH_4)_2SO_4$ and in elemental form, as Wigor S fertiliser, containing 90% of elemental sulphur and 10 % of bentonite at the doses of 20 and 40 kg S·kg⁻¹.

The experiment demonstrated its clearly yield-forming effect, irrespective of oat being considered to represent the plant group with low sulphur requirements. Significantly highest oat grain yields of all the treatments applied were recorded following the use of 20 kg S·ha⁻¹ as Wigor S, which shows a more favourable effect of the elemental sulphur as compared with the ionic form. Of the two sulphate fertilisers applied at the dose of 20 kg S·ha⁻¹, the application of ammonium sulphate (VI) resulted in a significantly higher oat grain yield than in the case of potassium sulphate (VI). Sulphur fertilisation, irrespective of its dose and form, increased the content of total nitrogen in oat grain, as compared with the control, however, its significant increase was recorded only in the case of the fertilisation treatment with 40 kg S·ha⁻¹ in a form of ammonium sulphate (VI). As a result of changes in the oat grain yielding and the content of total nitrogen in the yield as a result of sulphur application, for all the experimental treatments an increase in protein yield was recorded. The greatest increase in protein yield occurred after the application of 20 kg S·ha⁻¹ in a form of Wigor S.

The present research suggests that sulphur fertilisation under sulphur deficit conditions in soil is very important for the high oat yielding potential and for its nitrogen accumulation.