

SIARKA W NIEKTÓRYCH ROŚLINACH UPRAWNYCH LUBELSZCZYŹNY

Wiesław Bednarek¹, Przemysław Tkaczyk², Sławomir Dresler¹

¹Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: wieslaw.bednarek@up.lublin.pl

²Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Lublinie, ul. Sławinkowska 5, 20-810 Lublin

Streszczenie. W badaniach środowiskowych przeprowadzonych na Lubelszczyźnie w latach 2001-2003 oceniano zaopatrzenie niektórych roślin (żyto ozime, pszenica ozima, ziemniak, marchew, truskawki, kapusta biała, jabłonie, ogórki) w siarkę oraz określano związki występujące pomiędzy tym pierwiastkiem a niektórymi fizykochemicznymi właściwościami gleby. Analizy chemiczne materiału roślinnego i glebowego wykonano w akredytowanym laboratorium Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Lublinie. Zawartość siarki w częściach użytkowych roślin uprawianych na Lubelszczyźnie (ziarno żyta ozimego i pszenicy ozimej, bulwy ziemniaka, korzenie marchwi, kapusta biała, ogórki, jabłka, truskawki) była wyrównana i nie zależała istotnie od rejonu uprawy tych roślin. Oceniane rośliny były w sposób wystarczający zaopatrzone w siarkę, a jej zawartość w bardzo niewielkim stopniu zależała od niektórych właściwości gleby (zawartości ilu koloidalnego, pH_{KCl} , próchnicy, przyswajalnych form P, K, Mg, S-SO₄).

Słowa kluczowe: siarka, rośliny uprawne, Lubelszczyzna

WSTĘP

Siarka w roślinie występuje przede wszystkim w związkach organicznych, a w mniejszych ilościach – mineralnych i spełnia istotne funkcje fizjologiczne (Boreczek 2000, Marska i Wróbel 2000, Boreczek 2001a,b, Grzebisz i Przygotka-Cyna 2003). Niedobór siarki może wpływać na obniżenie plonowania i jakość roślin uprawnych. Do niedawna pierwiastek ten występował w agrosystemie w nadmiarze, trafiając do niego głównie z atmosfery oraz z niektórymi nawozami. Zaostrzenie wymogów ochrony środowiska spowodowało, że w ostatnich latach emisja SO₂ zmniejszyła się bardzo wyraźnie. W przypadku intensyfikacji produkcji roślinnej oraz zwiększonego zapotrzebowania roślin na siarkę pojawiają się

zauważalne objawy świadczące o niedoborach tego pierwiastka (Motowicka-Terelak i in. 1993, Motowicka-Terelak i Terelak 2000, Nowak i in. 2002). Na liściach można zauważyć chlorozę i ich deformację do kształtu łyżeczek. Następuje odbarwienie kwiatów, zmniejszenie ilości łuszczyń i nasion w łuszczyinach rzepaku. Rośliny wolniej rozwijają się oraz przyjmują charakterystyczny wysmukły wygląd (Boreczek 2001b, Kozłowska-Strawska i Kaczor 2003, Kulczycki i Karoń 2003).

Celem badań była ocena zaopatrzenia w siarkę roślin uprawianych na Lubelszczyźnie oraz określenie zależności występujących pomiędzy tym pierwiastkiem w roślinach a niektórymi fizykochemicznymi i chemicznymi właściwościami gleby.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2001-2003 na obszarze Lubelszczyzny przeprowadzono badania środowiskowe. Do analiz chemicznych z plantacji produkcyjnych pobierano ziarno żyta ozimego (84 próby), ziarno pszenicy ozimej (84), bulwy ziemniaka (84), korzenie marchwi (63), truskawki (63), kapustę białą (63), jabłka (63) i ogórki (63 próby). W miejscach pobierania materiału roślinnego pobierano również próbki glebowe (0-20 cm). W materiale roślinnym, po mineralizacji na mokro stężonym kwasem siarkowym z udziałem 30% perhydrolu, oznaczono zawartość siarki ogółem po utlenieniu siarki organicznej i nieorganicznej do SO_4 (w piecu muflowym o temperaturze 500°C wobec wodorowęglanu sodowego i tlenu z powietrza) metodą nefelometryczną według Bradsleya-Lancastera. W materiale glebowym wykonano następujące oznaczenia: skład granulometryczny metodą Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, węgiel organiczny wg metody Tiurina, pH w 1 mol $\text{KCl}\cdot\text{dm}^{-3}$, fosfor i potas przyswajalny według metody Egnera-Riehma, magnez przyswajalny wg metody Schachtschabela, S- SO_4 po ekstrakcji roztworem 0,5 mol $\text{CH}_3\text{COONH}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ + 0,25 mol $\text{CH}_3\text{COOH}\cdot\text{dm}^{-3}$ metodą nefelometryczną według Bradsleya-Lancastera.

Analizy chemiczne wykonano w akredytowanym laboratorium Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Lublinie (Katalog metod 2007). Uzyskane wyniki oceniono statystycznie metodą analizy wariancji, klasyfikacja podwójna, z zastosowaniem półprzedziałów ufności Tukey'a ($p = 0,05$) oraz obliczono zależności występujące pomiędzy niektórymi cechami gleby a zawartością siarki w materiale roślinnym (współczynniki korelacji wielokrotnej, współczynniki determinacji, równania regresji wielokrotnej). Do obliczeń wykorzystano pakiety statystyczne Statistica, ver. 6.0 i Statgraphics Plus 5.0. Zmiennymi niezależnymi były niektóre właściwości gleby: x_1 – zawartość iłu koloidalnego (the content of colloidal clay), x_2 – pH_{KCl} , x_3 – próchnica (humus), x_4 – P przyswajalny (available P), x_5 – K przyswajalny (available K), x_6 – Mg przyswajalny (available Mg), x_7 – S- SO_4 . Zmienną zależną była zawartość siarki ogólnej w częściach użytkowych poszczególnych roślin (żyta ozimego, pszenicy ozimej, ziemniaka, marchwi, truskawki, kapusty białej, jabłoni i ogórka).

Plantacje tych roślin były zlokalizowane na glebach o odczynie kwaśnym, lekko kwaśnym i obojętnym, średnio, wysoko lub bardzo wysoko zaopatrzonych w przyswajalny fosfor, średnio lub wysoko w przyswajalny potas i nisko lub średnio w przyswajalny magnez. Zawartość S-SO₄ w glebie wahała się w zakresie 5,6-24,9 mg·kg⁻¹, przy średniej zawartości 13,4 mg kg⁻¹. Zawierały one od 23 do 33% cząstek < 0,02 mm i do 2% próchnicy. Oznaczenie rejonów uprawy na rysunkach 1-4 jest takie jak w tabelach 1-3.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość siarki w ziarnie żyta ozimego była bardzo wyrównana, wynosiła od 0,798 do 1,051 g S·kg⁻¹ s.m., i nie zależała istotnie od rejonu uprawy tej rośliny (tab. 1). Natomiast w trzecim roku eksperymentu (2003) stwierdzono statystycznie uodwodnioną, mniejszą ilość tego pierwiastka niż w latach poprzednich. Przeciętna zawartość S w ziarnie żyta (0,938 g kg⁻¹ s.m.) wskazuje, że mieściła się ona w zakresie wahań najczęściej występujących, i że w żadnym przypadku nie przekroczyła wartości progowej (2,50 g·kg⁻¹ s.m.) (Motowicka-Terelak i in. 1993). Była znacznie niższa od zawartości stwierdzonej w ziarnie żyta zebranego z rejonu Dolnego Śląska (1,40 g·kg⁻¹ s.m.) (Kucharzewski i Dębowski 1996). Zawartość siarki w ziarnie pszenicy ozimej nie zależała istotnie od rejonu uprawy (0,632-0,873 g·kg⁻¹ s.m.) i lat trwania badań. Jej przeciętna ilość (0,750 g·kg⁻¹ s.m.) wskazuje, że ziarno pszenicy ozimej było względnie dobrze zaopatrzone w ten pierwiastek i w żadnym przypadku zawartość S nie przekroczyła wartości progowej (Motowicka-Terelak i in. 1993). Natomiast zawartość siarki w ziarnie pszenicy ozimej zebranej na Dolnym Śląsku (1,40 g·kg⁻¹ s.m.) (Kucharzewski i Dębowski 1996) była około dwukrotnie większa niż w ziarnie pochodzącym z Lubelszczyzny. Zawartość tego pierwiastka w bulwach ziemniaka była również bardzo wyrównana (1,216-1,438 g·kg⁻¹ s.m.) i nie zależała istotnie od rejonu uprawy tej rośliny. Natomiast w drugim roku badań (2002) było mniej siarki niż w pozostałych latach. Jej średnia zawartość w bulwach ziemniaka (1,316 g·kg⁻¹ s.m.) wskazuje, że roślina była w wystarczający sposób zaopatrzona w ten pierwiastek i w żadnym przypadku nie przekroczyła wartości progowej (3,00 g·kg⁻¹ s.m.) (Motowicka-Terelak i in. 1993).

Zawartość S w bulwach zebranych z Lubelszczyzny była jednak wyraźnie mniejsza niż w bulwach ziemniaków pochodzących z Dolnego Śląska (1,60-1,70 g·kg⁻¹ s.m.) (Kucharzewski i Dębowski 1996, Nowak i in. 2002).

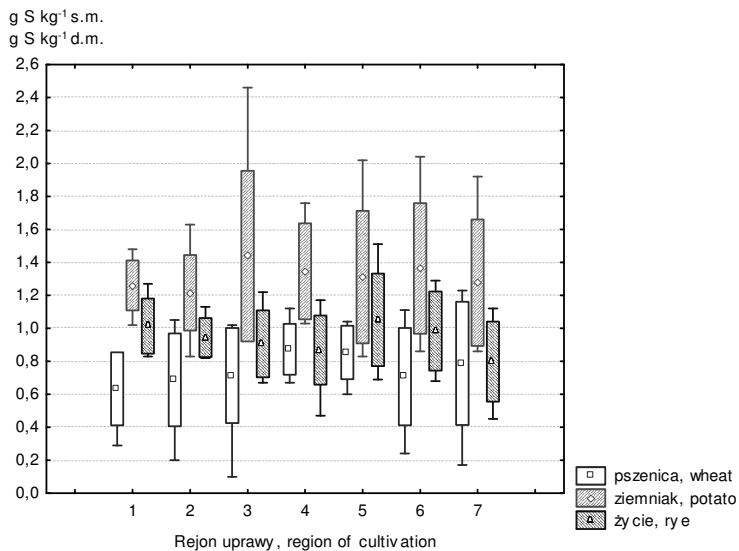
Zawartość siarki w kapuście białej była wysoka, wyrównana (5,531-6,804 g S·kg⁻¹ s.m.), i nie zależała istotnie od rejonu uprawy tej rośliny na Lubelszczyźnie (tab. 2). Przeciętna ilość tego pierwiastka (6,049 g·kg⁻¹ s.m.) wskazuje, że roślina była bardzo dobrze zaopatrzona w siarkę oraz, że w rejonie siódmym w 2001 roku i w rejonie czwartym w 2002 roku nieznacznie przekroczyła wartość progową (7,00 g·kg⁻¹ s.m.) (Motowicka-Terelak i in. 1993).

Tabela 1. Zawartość siarki ogółem w ziarnie zbóż i bulwach ziemniaka (g S·kg⁻¹ s.m.)
Table 1. Overall content of sulphur in cereal grain and potato tubers (g S kg⁻¹ of dry matter)

Rejon uprawy Region of cultivation	Rok – Year			Średnia Average	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	2001	2002	2003		
Ziarno żyta ozimego – Winter rye grain					
1, Biała Podlaska	1,217	0,950	0,873	1,013	Rejon
2, Rossosz	1,043	0,960	0,830	0,944	(region)
3, Wisznice	1,107	0,857	0,753	0,906	0,272;
4, Hanna	0,907	0,897	0,800	0,868	Lata
5, Parczew	1,363	0,963	0,827	1,051	(years)
6, Włodawa	1,080	1,100	0,770	0,983	0,140;
7, Biłgoraj	0,590	1,063	0,740	0,798	Rejon
Średnia Average	1,044	0,970	0,799	0,938	(region) x lata (years)
					0,495
Ziarno pszenicy ozimej – Winter wheat grain					
1, Hrubieszów	0,350	0,763	0,783	0,632	Rejon
2, Tomaszów Lub.	0,740	0,807	0,513	0,687	(region)
3, Zamość	0,513	0,837	0,790	0,713	0,496;
4, Krasnystaw	0,943	0,927	0,750	0,873	Lata
5, Chełm	0,947	0,967	0,647	0,853	(years)
6, Lublin	0,530	0,873	0,717	0,707	0,190;
7, Bychawa	0,677	0,820	0,867	0,788	Rejon
Średnia Average	0,671	0,856	0,724	0,750	(region) x lata (years)
					0,791
Bulwy ziemniaka – Potato tubers					
1, Biała Podlaska	1,443	1,147	1,193	1,261	Rejon
2, Radzyń Podl.	1,383	0,970	1,293	1,216	(region)
3, Międzyrzec Podl.	1,400	0,987	1,927	1,438	0,344;
4, Parczew	1,180	1,137	1,720	1,346	Lata
5, Włodawa	1,233	0,933	1,767	1,311	(years)
6, Janów Lubelski	1,357	0,947	1,787	1,363	0,177;
7, Biłgoraj	1,180	0,930	1,720	1,277	Rejon
Średnia Average	1,311	1,007	1,630	1,316	(region) x lata (years)
					0,613

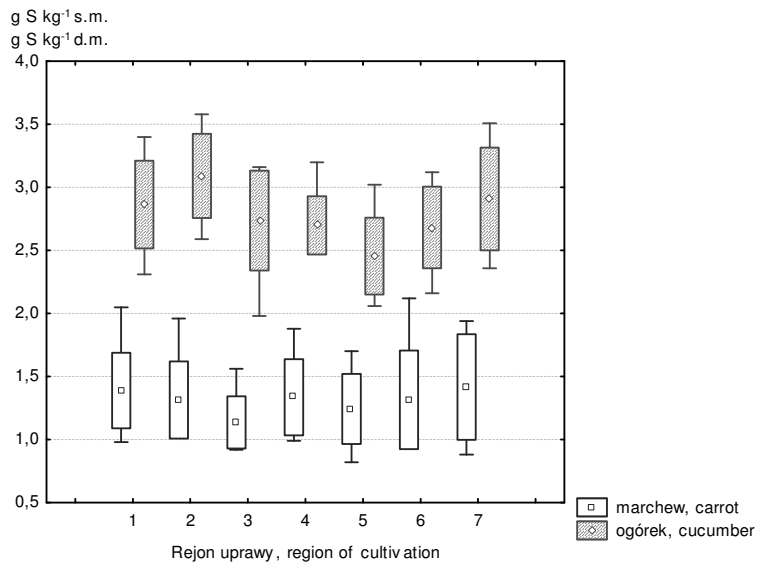
Tabela 2. Zawartość siarki ogółem w częściach jadalnych warzyw (g S·kg⁻¹ s.m.)**Table 2.** Overall contents of sulphur in edible parts of vegetables (g S kg⁻¹ of dry matter)

Rejon uprawy Region of cultivation	Rok – Year			Średnia Average	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	2001	2002	2003		
Kapusta głowiasta biała – White cabbage					
1, Zamość	6,060	6,053	4,487	5,533	
2, Hrubieszów	5,993	6,607	4,153	5,584	Rejon (region) – 1,437; Lata (years) – 0,741;
3, Chełm	6,553	6,333	5,660	6,182	
4, Krasnystaw	5,753	7,700	6,960	6,804	Rejon (region) x lata (years) – 2,924
5, Lublin	6,420	6,733	5,327	6,160	
6, Opole Lub.	6,053	5,253	5,333	5,547	
7, Biała Podlaska	7,033	6,240	6,320	6,531	
Średnia Average	6,267	6,417	5,463	6,049	
Korzenie marchwi – Carrot roots					
1, Zamość	1,177	1,310	1,677	1,388	
2, Hrubieszów	1,330	1,073	1,537	1,313	Rejon (region) – 0,377; Lata (years) – 0,194;
3, Chełm	1,127	0,967	1,313	1,136	
4, Łęczna	1,197	1,270	1,540	1,336	Rejon (region) x lata (years) 0,873
5, Lublin	1,043	1,197	1,487	1,242	
6, Biała Podlaska	1,080	1,257	1,610	1,316	
7, Puławy	1,233	1,230	1,787	1,417	
Średnia Average	1,170	1,186	1,564	1,307	
Ogórek – Cucumber					
1, Lublin	2,493	3,007	3,093	2,864	
2, Łęczna	3,030	3,103	3,140	3,091	Rejon (region) – 0,496; Lata (years) – 0,255;
3, Lubartów	2,783	2,460	2,967	2,737	
4, Chełm	2,887	2,660	2,553	2,700	Rejon (region) x lata (years) – 0,910
5, Zamość	2,317	2,780	2,267	2,454	
6, Radzyń	2,947	2,507	2,593	2,682	
7, Biała Podlaska	3,337	2,707	2,680	2,908	
Średnia Average	2,828	2,746	2,756	2,777	



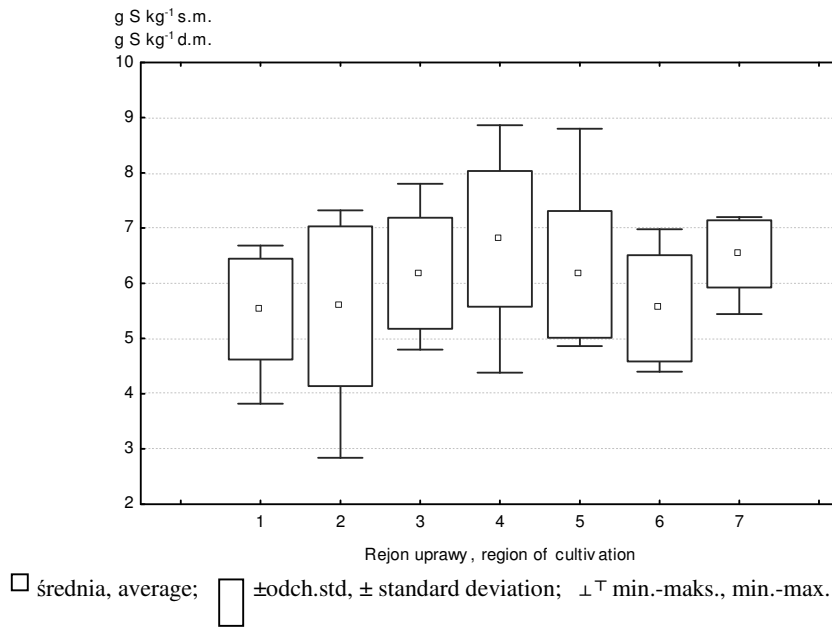
□ średnia, average; ▭ ±odch.std, ± standard deviation; ⊥ min.-maks., min.-max.

Rys. 1. Zawartość siarki ogółem (g·kg⁻¹ s.m.) w pszenicy, ziemniaku i życie
Fig. 1. Content of total sulphur (g kg⁻¹ d.m.) in wheat, potato and rye

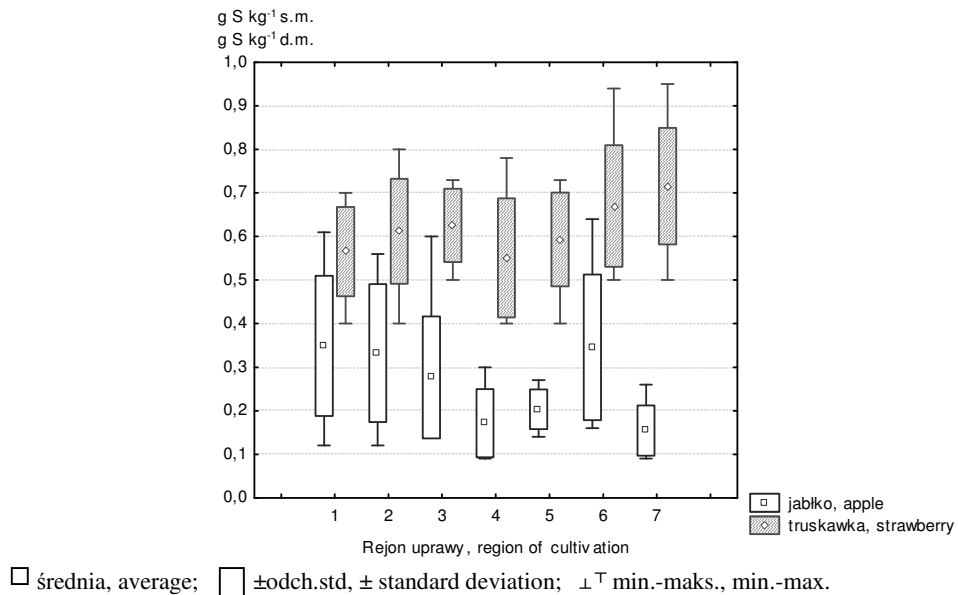


□ średnia, average; ▭ ±odch.std, ± standard deviation; ⊥ min.-maks., min.-max.

Rys. 2. Zawartość siarki ogółem (g·kg⁻¹ s.m.) w marchwi i ogórku
Fig. 2. Content of total sulphur (g kg⁻¹ d.m.) in carrot and cucumber



Rys. 3. Zawartość siarki ogółem (g·kg⁻¹ s.m.) w kapuście
Fig. 3. Content of total sulphur (g kg⁻¹ d.m.) in cabbage



Rys. 4. Zawartość siarki ogółem (g·kg⁻¹ s.m.) w jabłku i truskawce
Fig. 4. Content of total sulphur (g kg⁻¹ d.m.) in apple and strawberry

W roślinach uprawianych na Dolnym Śląsku było wyraźnie więcej siarki ($6,825 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) niż w roślinach z Lubelszczyzny (Nowak i in. 2002). Podobnego określenia można użyć w stosunku do korzeni marchwi ($1,136\text{-}1,417 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$). Były one wystarczająco zaopatrzone w ten pierwiastek ($1,307 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) (Motowicka-Terelak i in. 1993), jednak zawierały go wyraźnie mniej niż rośliny uprawiane na Dolnym Śląsku ($1,525 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) (Nowak i in. 2002). Natomiast w ogórkach zebranych w rejonie drugim było istotnie więcej S niż w tych owocach uprawianych w rejonie piątym. Zawartość siarki w ogórkach z pozostałych obszarów nie różniła się w sposób udowodniony statystycznie.

Tabela 3. Zawartość siarki ogółem w jabłkach i truskawkach ($\text{g S}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$)

Table 3. Overall contents of sulphur in apple and strawberry (g S kg^{-1} of dry matter)

Rejon uprawy Region of cultivation	Rok – Yaer			Średnia Average	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	2001	2002	2003		
Jabłka – Apples					
1, Lublin	0,543	0,290	0,213	0,349	
2, Łęczna	0,527	0,277	0,193	0,332	Rejon (re- gion) – 0,174; Lata (years) – 0,090; Rejon (re- gion) x lata (years) – 0,241
3, Opole Lub.	0,313	0,177	0,340	0,277	
4, Puławy	0,117	0,197	0,200	0,171	
5, Zamość	0,217	0,227	0,167	0,203	
6, Kraśnik	0,317	0,180	0,540	0,346	
7, Biała Podlaska	0,147	0,183	0,133	0,154	
Średnia Average	0,311	0,219	0,255	0,262	
Truskawki – Strawberries					
1, Lublin	0,500	0,613	0,583	0,566	
2, Łęczna	0,600	0,687	0,550	0,612	Rejon (re- gion) – 0,156; Lata (years)– 0,080; Rejon (re- gion) x lata (years) – 0,315
3, Lubartów	0,633	0,570	0,673	0,626	
4, Opole Lub.	0,450	0,693	0,510	0,551	
5, Puławy	0,533	0,573	0,673	0,593	
6, Ryki	0,567	0,807	0,637	0,670	
7, Biała Podlaska	0,633	0,850	0,633	0,716	
Średnia Average	0,560	0,685	0,613	0,619	

W kolejnych latach badań zawartość siarki w tej części rośliny utrzymywała się na podobnym poziomie (tab. 2). Rośliny zebrane z Lubelszczyzny zawierały nieco więcej tego pierwiastka ($2,777 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) niż pochodzące z Dolnego Śląska ($2,40\text{-}2,60 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) (Nowak i in. 2002).

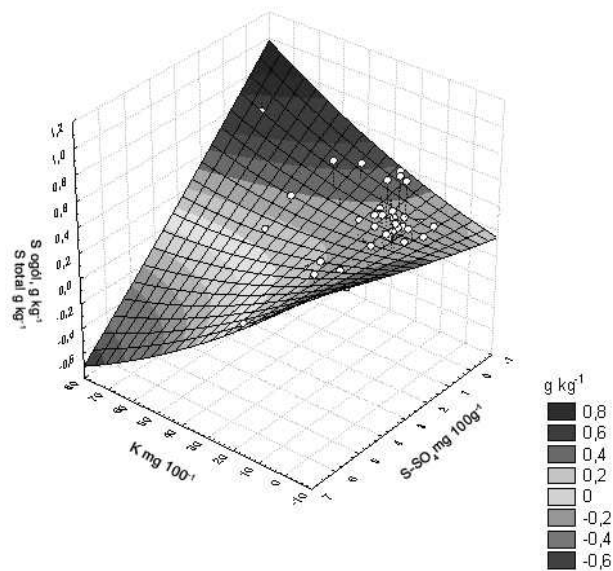
Zawartość siarki w jabłkach była bardzo wyrównana i nie zależała istotnie od rejonu uprawy ($0,154\text{-}0,349 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) (tab. 3). Jedynie w rejonie pierwszym stwierdzono istotnie więcej tego pierwiastka w owocach niż w rejonie czwartym. W pierwszym roku eksperymentu było go więcej niż w drugim. Ocena przeciętnej zawartości S w owocach z Lubelszczyzny ($0,262 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) wskazuje, że było jej około dwukrotnie mniej niż w jabłkach z Dolnego Śląska ($0,475 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) (Nowak i in. 2002). Również zawartość S w truskawce była bardzo wyrównana i nie zależała w sposób udowodniony statystycznie od rejonu uprawy tej rośliny ($0,551\text{-}0,716 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$). Jedynie w owocach zebranych z rejonu siódmego było jej istotnie więcej niż z rejonu czwartego. Zawartość siarki w owocach w drugim roku badań była istotnie większa niż w pierwszym. Przeciętna zawartość siarki w owocach z Lubelszczyzny ($0,619 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) była znacznie mniejsza niż w truskawkach z Dolnego Śląska ($1,60 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) (Nowak i in. 2002).

Podsumowując należy stwierdzić, że zawartość siarki w częściach użytkowych poszczególnych gatunków roślin uprawnych (ziarno żyta i pszenicy ozimej, bulwy ziemniaka, kapusta głowiasta biała, korzenie marchwi, ogórek, jabłka, truskawki) była wyrównana i podobna dla obszaru całej Lubelszczyzny.

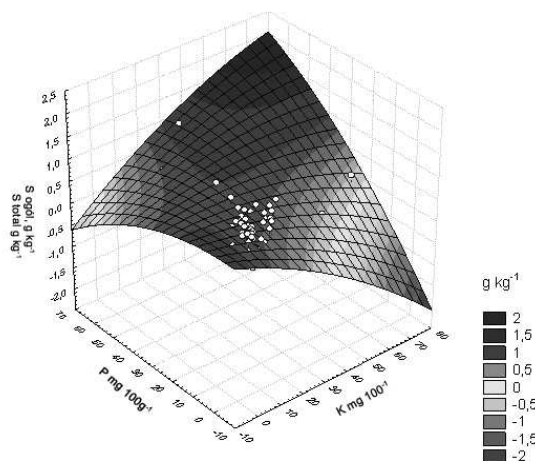
Porównując wyniki badań własnych z zakresem zawartości siarki w roślinach, podanych przez Motowicką-Terelak i in. (1993) oraz w innych opracowaniach (Kucharzewski i Dębowski 1996, Boreczek 2000, Boreczek 2001 a, b, Nowak i in. 2002, Jasiewicz i in. 2003, Kozłowska-Strawska i Kaczor 2003, Kulczycki i Karoń 2003) można zauważyć, że ziarno żyta ozimego i pszenicy ozimej, a także bulwy ziemniaka były względnie dobrze zaopatrzone w ten pierwiastek. Szczególnie dużo siarki zawierała kapusta biała (cecha gatunkowa), ale marchew była również zaopatrzona w S w sposób zadowalający. Podobnego stwierdzenia można użyć w stosunku do ogórków, truskawek i jabłek.

Zależność zawartości siarki w częściach użytkowych roślin uprawianych na Lubelszczyźnie od niektórych właściwości gleby (zawartość iłu koloidalnego, pH_{KCl} , próchnicy, przyswajalnego P, K, Mg, S- SO_4) przedstawiono w tabeli 4 i na rysunkach 5 i 6. Z informacji tych wynika, że zawartość S w roślinach w niewielkim stopniu była zależna od wyżej wymienionych właściwości gleby. Świadczą o tym niskie wartości współczynników korelacji wielokrotnej ($0,197\text{-}0,490$), determinacji ($3,88\text{-}24,0$) i poziom istotności. Spośród rozpatrywanych roślin zawartość siarki w ziarnie pszenicy ozimej najbardziej zależała od właściwości gleby. Informują o tym wartości obliczonych współczynników korelacji wielokrotnej i determinacji. Należy jednak wyraźnie podkreślić, że współczynnik determinacji

wynosił tylko 24%. Zawartość S w ziarnie pszenicy najbardziej była zależna od ilości w glebie przyswajalnego potasu i fosforu oraz próchnicy (tab. 4, rys. 5).



Rys. 5. Zależność pomiędzy zawartością S-ogółem w jabłku a ilością K przyswajalnego i S-SO₄ w glebie
Fig. 5. Relationship between the content of S-total in apple and the amount of available K and S-SO₄ in soil



Rys. 6. Zależność pomiędzy zawartością S-ogółem w ziarnie pszenicy ozimej a ilością P i K przyswajalnego w glebie
Fig. 6. Relationship between the content of S-total in wheat grain and the amount of available K and P in soil

Tabela 4. Statystyczna charakterystyka wpływu niektórych właściwości glebowych na zawartość siarki w roślinach uprawnych**Table 4.** Statistical characteristics of influence of some soil properties on contents of sulphur in crops

Roślina Plant	R	R ² x100	Poziom istotności Significance level	Równanie regresji wielokrotnej Multiple regression equation
Ziarno żyta ozimego Winter rye grain	0,269	7,26	0,214	$Y = 1,1035 - 0,029_{x7} - 0,03_{x2} + 0,011_{x1}$
Ziarno pszenicy ozimej Winter wheat grain	0,490	24,0	0,00098	$Y = 0,809 - 0,0108_{x5} + 0,0023_{x4} + 0,0545_{x3}$
Bulwy ziemniaka Potato tubers	0,289	8,36	0,158	$Y = 1,06 + 0,078_{x2} - 0,0026_{x4} - 0,0734_{x3}$
Korzenie marchwi Carrot roots	0,266	7,09	0,11	$Y = 1,30 - 0,0069_{x5} + 0,0771_{x3}$
Kapusta biała White cabbage	0,197	3,88	0,122	$Y = 5,73 + 0,0158_{x5}$
Ogórek Cucumber	0,304	9,25	0,123	$Y = 2,809 - 0,0246_{x1} - 0,0246_{x6} + 0,1093_{x3}$
Jabłko Apple	0,341	11,6	0,061	$Y = 0,297 + 0,0032_{x5} - 0,021_{x7} - 0,0376_{x3}$
Truskawki Strawberries	0,296	8,76	0,141	$Y = 0,699 - 0,0241_{x2} + 0,0074_{x6} + 0,0163_{x7}$

R – współczynnik korelacji wielokrotnej – multiple correlation coefficient, R²x100 – współczynnik determinacji – determination coefficient, x₁, x₂.. oznaczenia jak w metodyce – explanations like in the chapter methods.

Zawartość siarki w jabłkach zależała w niewielkim stopniu od rozpatrywanych właściwości gleby. Wskazują na to obliczone wartości współczynników korelacji wielokrotnej (0,341), determinacji (11,6) i poziom istotności (0,061). O tej niepełnej 12% zależności decydowała przede wszystkim zawartość w glebie potasu przyswajalnego, S-SO₄ i próchnicy (tab. 4, rys. 6). Zawartość siarki w pozostałych roślinach (żyto ozime, ziemniak, marchew, kapusta biała, ogórki, truskawki) w jeszcze mniejszym stopniu niż w pszenicy ozimej i jabłkach zależała od właściwości gleby. Informują o tym m.in. bardzo niskie wartości współczynników determinacji, które mieściły się w zakresie 3,9-9,3% (tab. 4).

Podsumowując, należy zwrócić uwagę na bardzo niewielką zależność zawartości siarki w roślinach uprawnych od rozpatrywanych właściwości gleby, bardzo duże zróżnicowanie tej zawartości w obrębie gatunków uprawianych roślin oraz, że w przedstawionych badaniach uwzględniono bardzo niewielką liczbę właści-

wości fizykochemicznych gleby (nie wspominając o innych – fizycznych, chemicznych czy biologicznych).

WNIOSKI

1. Oceniane rośliny uprawiane na obszarze Lubelszczyzny (żyto ozime, pszenica ozima, ziemniaki, marchew, kapusta biała, ogórki, jabłonie, truskawki) były wystarczająco zaopatrzone w siarkę.

2. Zawartość siarki w częściach jadalnych roślin uprawianych na Lubelszczyźnie (ziarno żyta ozimego i pszenicy ozimej, bulwy ziemniaka, korzenie marchwi, kapusta biała, ogórki, jabłka, truskawki) była wyrównana i nie zależała istotnie od rejonu uprawy tych roślin.

3. Obliczone współczynniki korelacji wielokrotnej, determinacji i równania regresji wielokrotnej informują, że zawartość siarki w roślinach w niewielkim stopniu zależała od oznaczanych właściwości gleby (zawartości iłu koloidalnego, pH_{KCl} , próchnicy, przyswajalnego P, K, Mg oraz S- SO_4). Zależność ta, jak wskazują wyliczone współczynniki determinacji, w żadnym przypadku nie przekroczyła 25%.

PIŚMIENNICTWO

- Boreczek B., 2000. Bilans siarki w zmianowaniu czteropolowym. *Nawozy i Nawożenie*, 4, 173-184.
- Boreczek B., 2001a. Bilans siarki w uprawie wybranych roślin polowych. *Frag. Agronom.*, 4, 118-146.
- Boreczek B., 2001b. Wykorzystanie testów roślinnych do oceny stanu odżywienia roślin siarką. *Frag. Agronom.*, 4, 136-146.
- Grzebisz W., Przygocka-Cyna K., 2003. Aktualne problemy gospodarowania siarką w rolnictwie polskim. *Nawozy i Nawożenie*, 4, 64-75.
- Katalog metod prowadzenia badań agrochemicznych w stacjach chemiczno-rolniczych. OSCH-R Lublin, 2007, 1-19.
- Kozłowska-Strawska J., Kaczor A., 2003. Zawartość siarki całkowitej i siarczanowej w roślinach nawożonych różnymi formami azotu i potasu. *Nawozy i Nawożenie*, 4, 213-219.
- Kucharzewski A., Dębowski M., 1996. Ocena stopnia skażenia płodów rolnych Dolnego Śląska metalami ciężkimi i siarką. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 434, cz. II.777-786.
- Kulczycki G., Karoń B., 2003. Wpływ wybranych zakładów przemysłowych na zawartość siarki w glebie i roślinach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 456, 323-327.
- Marska E., Wróbel J., 2000. Znaczenie siarki dla roślin uprawnych. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 204, *Agricultura*, 81, 69-76.
- Motowicka-Terelak T., Terelak H., 2000. Siarka w glebach i roślinach Polski. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, 204, *Rolnictwo* 81, 7-16.
- Motowicka-Terelak T., Terelak H., Witek T., 1993. Liczby graniczne do wyceny zawartości siarki w glebach i roślinach. *Wyd. IUNG Puławy*, ser. 53, 15-20.

Nowak L., Kucharzewski A., Dmowski Z., Szymańska-Pulikowska A., 2002. Skład chemiczny roślin uprawianych na Dolnym Śląsku. Cz. III. Zawartość siarki w niektórych owocach i warzywach. Acta Scien. Polon., Formatio Circumiectus, 1-2, (1-2), 157-161.

SULPHUR IN SOME CROPS OF THE LUBLIN REGION

Wiesław Bednarek¹, Przemysław Tkaczyk², Sławomir Dresler¹

¹Department of Agricultural and Environmental Chemistry, University of Life Sciences in Lublin
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

e-mail: wieslaw.bednarek@up.lublin.pl

²Regional Chemical-Agricultural Station, ul. Sławinkowska 5, 20-810 Lublin

Abstract. In environmental studies carried out in the Lublin region in 2001-2003 the content of sulphur in some crops (winter rye, winter wheat, potato, carrot, strawberry, white cabbage, apple, cucumber) was evaluated. Relationship between this element and some physical and chemical properties of soil was assessed. Chemical analyses of plant and soil material were performed in accredited laboratory of Regional Chemical-Agricultural Station in Lublin. Content of sulphur in crops grown in the Lublin region (winter rye, winter wheat, potato, carrot, strawberry, white cabbage, apple, cucumber) was equal and did not depend significantly on the region where the plants were grown. Evaluated crops were provided with sufficient amount of sulphur and its content depended only slightly on some properties of soil.

Key words: sulphur, crop plants, Lublin region