



01.10.2019

Efektywność nawożenia siarką

Siarka jest pierwiastkiem bardzo rozpowszechnionym w glebach, wodzie i atmosferze. Jest niezbędna dla wszystkich organizmów żywych. Występuje w glebie w formie organicznej i mineralnej. Przeważa siarka w formie organicznej, zwłaszcza w glebach torfowych. Im gleba zawiera więcej próchnicy (gleby cięższe) tym zasobniejsza może być w ten składnik.

Siarka w glebie

Nieorganiczna siarka w warunkach tlenowych występuje w formie siarczanów, a w beztlenowych w formie zredukowanej – siarczków. Z punktu widzenia możliwości pobrania przez rośliny najważniejsza jest siarka siarczanowa (SO_4^{-2}). Występująca w roztworze glebowym forma siarczanowa może być dostępna dla roślin. Najbogatsze w siarkę są gleby organiczne, na przykład torfy, ale wiosną gdy gleby są bardziej wilgotne jest ona niedostępna dla roślin.

Wobec tego nasuwa się pierwsza praktyczna uwaga. Na glebach organicznych, teoretycznie zasobnych w siarkę, wczesną wiosną, gdy przyrost traw na użytkach zielonych jest duży, siarka może stanowić czynnik minimum. Pomimo iż traw nie zalicza się do roślin o dużych wymaganiach względem siarki, na glebach organicznych obserwuje się bardzo wysoką efektywność wczesnowiosennego nawożenia użytków zielonych umiarkowanymi dawkami siarki. Wzrasta udział roślin motylkowatych i aktywność bakterii brodawkowych, a także zwiększa się efektywność nawożenia azotem.

Najmniej siarki zawierają gleby lekkie, o niskiej zawartości próchnicy i z takich gleb jest najszybciej wymywana. Próchnica i materia organiczna gleby decydują w znacznym stopniu o akumulacji siarki w glebie. Istnieją pewne podobieństwa w glebowych przemianach azotu i siarki. Dla przemian i dostępności siarki dla roślin ważny jest stosunek węgla i siarki, czyli dbając o zawartość materii organicznej w glebie poprawiamy gospodarkę oraz zapasy azotu i siarki. Jak praktycznie wykorzystać powyższe informacje? Przyorując ubogą w siarkę słomę zbóż, następuje mikrobiologiczne wiązanie dostępnej dla roślin siarki glebowej – analogicznie jak azotu. Tak więc uprawa roślin siarkolubnych, czyli rzepaku, gorczycy i innych roślin krzyżowych, w tym warzyw kapustnych wymaga zwrócenia większej uwagi na problem niedoboru siarki i prawidłowe nią nawożenie. Z kolei przyorana słoma rzepaczana, bogata w siarkę, zabezpieczy roślinę następczą w ten składnik.

Dlaczego coraz bardziej brakuje siarki?

Straty siarki z gleby są bardzo zróżnicowane i z reguły duże. Z plonem roślin wynoszone jest od 15 kg do 60 kg S z hektara. Wymyciu z gleby ulega 30-40 kg, a z gleb intensywnie nawożonych do 70 kg S. Natomiast z gleb w rejonach uprzemysłowionych (kwaśne deszcze) może to być wymyte znacznie ponad 100 kg S z hektara rocznie. Siarka jest łatwo wymywana z gleb, również z głębszych poziomów – do wód drenarskich.

Niestety źródła dostarczania siarki do gleb bardzo się skurczyły, ponieważ:

- spadło pogłowie zwierząt, a w związku z tym zmniejszyła się produkcja nawozów naturalnych;
- zwiększa się udział nawozów wysoko skoncentrowanych, nie zawierających balastu, w którym występowała także siarka; tak więc siarka była stosowana „przy okazji” stosowania innych nawozów;
- zmniejszyła się ilość zanieczyszczeń atmosferycznych, które opadają na gleby. Ilość deponowanej (osiadającej „na sucho” i „na mokro” – kwaśne deszcze) z atmosfery siarki nie jest dokładnie określona.

Tylko w okresie od 1990 roku ograniczono w Polsce roczną emisję siarki do atmosfery, między innymi na skutek poprawy energochłonności produkcji, oszczędzania energii oraz lepszego oczyszczania gazów, szacunkowo z ponad 3,2 mln ton SO₂, do 861 tys. ton w 2009 roku. Nie oznacza to wcale, że prawie 4-krotnie mniej siarki jest deponowane przez nasze gleby. Najwięcej siarki osiada w okresie zimowym, gdy wzrasta zużycie nieodnawialnych źródeł energii, głównie węgla, ale wtedy rośliny jej nie wykorzystują.

Przyjmuje się, że nawet w rejonach bardzo czystych ekologicznie, na przykład rejon Suwalszczyzny, osiada rocznie co najmniej 15 kg siarki na jeden hektar, a średnio w Polsce jest to prawie 30 kg S/ha rocznie. Niestety siarka jest łatwo wymywana z gleb i dlatego źródło kwaśnych opadów nie równoważy bilansu tego składnika. Dotyczy to szczególnie terenów z przewagą gleb lekkich lub z intensywną produkcją rolniczą.

Siarka w roślinie

Siarka pobierana jest przez rośliny w formie jonu siarczanowego (SO₄⁻²), głównie przez system korzeniowy i jest transportowana w górę rośliny. Znacznie słabiej transportowana jest w dół rośliny, co wskazuje, że możliwości korzystania z siarki zawartej w zanieczyszczonej atmosferze, kwaśnych deszczach lub oprysku dolistnym jest doraźna i ograniczona. W badaniach wykazano jednak, że w warunkach braku lub głębokiego niedoboru siarki w podłożu roślina dobrze korzysta z siarki zawartej w atmosferze.

Funkcje i przemiany siarki w roślinie nie są poznane tak dobrze jak azotu, ale nie ulega wątpliwości, że jest to niezbędny dla życia roślin i zwierząt pierwiastek, pełniący bardzo ważne i specyficzne funkcje. Jest składnikiem ważnych aminokwasów (cysteina, cystyna, metionina). Aktywizuje wiele enzymów, bierze udział w reakcjach enzymatycznych, oksydoredukcyjnych (aktywność fotosyntezy), wpływając na wzrost zawartości białek, cukrów i tłuszczów w roślinie. Występuje także w lotnych związkach i olejkach (na przykład gorczyczych w roślinach krzyżowych) lub czosnkowych (czosnek, cebula, por), które nadają roślinom charakterystyczny smak i zapach. Rośliny dobrze zaopatrzone w siarkę wykazują większą odporność na mróz i suszę. Siarka pobierana jest przez rośliny w dużych ilościach, często tak dużych jak fosfor. Zbyt duża koncentracja siarki w podłożu powoduje bardzo ostry smak cebuli i czosnku, warzyw kapustnych, rzodkiewki itd. Nadmiar siarki ujemnie wpływa także na jakość oleju rzepaczanego, bo zwiększa się jego kwasowość oraz powoduje wzrost zawartości glukozyolanów w nasionach. Zawsze także wzrasta zawartość szkodliwych metali ciężkich w roślinach.

Niedobór siarki w roślinie hamuje syntezę białek, zakłóca te procesy, prowadząc do powstawania niepożądanych, wolnych amidów, powodujących obniżenie zawartości oraz jakości białka. Należy podkreślić, że dotyczy to także jakości ziarna, mało wymagających względem siarki zbóż. Siarka wpływa na przemiany azotu oraz białka i jej brak może powodować wzrost mineralnych (nieprzetworzonych) form azotu w roślinie, na przykład azotanów. Z praktycznych obserwacji wynika jednak, że nawożenie siarką, zwłaszcza obfite (wbrew powyżej przedstawionym funkcjom fizjologicznym) może powodować istotny wzrost zawartości azotanów w roślinach, na przykład w warzywach, w tym w bulwach ziemniaka. Ziemniak, jako roślina źle reagująca na nadmiar chlorków (sól potasowa) nawożony zgodnie ze sztuką – siarczanem potasu może gromadzić zwiększone ilości azotanów, szczególnie w bulwach wcześniejszych odmian.

Objawy niedoboru

Objawy niedoboru siarki na roślinach są często trudne do odróżnienia od objawów niedoboru azotu. Najpewniej można rozpoznać niedobór siarki na podstawie analizy chemicznej liścia. Przy jej niedoborze, nawet

w jasnozielonych liściach stwierdza się niską zawartość siarki, a dużą akumulację azotu amidowego i azotanów. Warto o tym pamiętać wykorzystując szybki test azotanowy do celów ustalania pogłównych dawek azotu, na przykład dla zbóż.

Niedobór siarki objawia się dopiero przy dużych niedoborach - jasnozielonym wybarwieniem roślin, zaczynając od młodych, górnych liści. Jest to odwrotnie jak przy niedoborze azotu, którego objawy niedoboru widoczne są najpierw na najstarszych, dolnych liściach. Brak siarki powoduje zahamowanie wzrostu roślin, wierzchołki głównych łodyg stają się cieńsze i blade. Jasnozielone zabarwienia liści górnych nie obejmują tkanki na nerwach. Liście stają się węższe, mniejsze, kruche, często u krzyżowych (rzepak) sztywne, wyprostowane lub łyżeczkowate. Rośliny bledną, wolniej rosną i zdecydowanie słabiej kwitną. Klasycznym przykładem jest rzepak, wykształcający mniejsze kwiaty, barwy jasnożółtej, a więc jako mniej atrakcyjne (powabne) dla owadów - gorzej zapylane. Mniejsza jest również liczba i wielkość łuszczyń, czyli niższy plon nasion.

Pod względem wymagań w stosunku do siarki rośliny uprawne można podzielić na trzy grupy:

- najwięcej siarki potrzebują rośliny krzyżowe: rzepak, kapusta, gorczyca, rzodkiew i rzepa oraz liliowate: cebula i czosnek. Pobierają one do 40 kg S (100 kg SO_3) z plonem z hektara, a przy bardzo obfitym plonie nawet do 80 kg S z hektara. Rośliny te reagują też najbardziej efektywnie na nawożenie siarką;
- duże zapotrzebowanie na siarkę (20-40 kg S/ha, czyli 50 – 100 kg SO_3 z 1 ha) wykazują rośliny motylkowate, głównie lucerna i koniczyna, a także buraki i kukurydza. Niedobór siarki w podłożu ogranicza symbiozę motylkowatych z bakteriami wiążącymi azot. Reakcja tych roślin na nawożenie siarką jest mniejsza, ale wyraźnie poprawia się jakość biologiczna plonu, głównie jakość białka;
- najmniejsze wymagania względem siarki wykazują trawy, w tym zboża oraz ziemniak. Pobierają z plonem z hektara 15-30 kg S. Z reguły słabiej reagują na nawożenie siarką, nawet na glebach ubogich w ten składnik. Jednak w warunkach intensywnego nawożenia azotem rośliny te lepiej plonują przy dodatkowym, niskim nawożeniu siarką.

Siarka w glebie podlega specyficznym, dość szybkim przemianom, jest słabo wiązana, a więc jej dostępność dla roślin jest duża. Ruchliwość i łatwość jej wymywania z gleby wskazuje, że pod rośliny siarkolubne powinna być stosowana przede wszystkim wczesną wiosną.

Nadmiar siarki szkodzi glebie

Gleba, do której dostarczana jest nadmierna ilość siarki (kwaśne deszcze, nawozy) nie podlega tak łatwo samooczyszczeniu jak powietrze lub woda. Nadmiar siarki prowadzi do degradacji gleb, co przejawia się:

- przyspieszonym wietrzeniem (rozkładem) minerałów glebowych;
- wypieraniem z gleby podstawowych kationów, w pierwszej kolejności wapnia i magnezu, przyczyniając się do ich przyspieszonego wymywania, tak więc również do bardzo przyspieszonego zakwaszenia gleby;
- zwiększonego wymywania składników pokarmowych;
- zwiększonej rozpuszczalności i w konsekwencji lepszej przyswajalności dla roślin wielu pierwiastków szkodliwych, metali ciężkich – kadmu, ołowiu itd.
- Powszechnie stwierdza się niekorzystny wpływ nadmiaru siarki na szereg podstawowych parametrów chemicznych i mikrobiologicznych gleb i to poważnych, długotrwałych w skutkach.

Nawożenie siarką

W rolniczych regionach kraju, odległych od większych ośrodków przemysłowych i miejskich stwierdza się niedostatek siarki w glebie. Obecnie **ubogich w siarkę jest ponad 60% naszych gleb**. Dlatego obserwuje się tak wysoką efektywność nawożenia siarką, a analizy chemiczne roślin wskazują na jej niską zawartość, czyli występowanie objawów utajonych. Objawy utajone to niedobór pierwiastka, który ogranicza rozwój i plon rośliny pomimo braku wyraźnych, zewnętrznych, widocznych gołym okiem objawów niedoboru na roślinie. Dotyczy to zwłaszcza roślin z przewagą gleb lekkich lub z intensywną produkcją rolniczą oraz gdzie uprawia się dużo rzepaku i warzyw kapustnych.

W związku z tym wzrasta zapotrzebowanie na nawozy z siarką. W ofercie nawozowej Grupy Azoty nawozami

bogatymi w siarkę są:

- Siarczan Amonu AS 21 (24% S = 60% SO₃),
- Saletrosan[®] 26 Makro (13% S = 32,5 SO₃),
- Polifoska[®] 21 (14% S = 35 SO₃).
- Salmag z siarką[®] (4,5 S = 11,2 SO₃)
- Polifoska[®] 12 (11% S = 27% SO₃)
- Polimag[®] S (14% S = 35% SO₃)
- Popularny Polidap[®] i Polifoski[®] zawierają 3-4% siarki (S), a więc nawozy te stosowane w umiarkowanych dawkach zabezpieczają w siarkę rośliny o małych wymaganiach, czyli powszechnie u nas uprawiane zboża.

Bogatymi w siarkę są także superfosfat pojedynczy (14% S) i nawozy mieszane, produkowane na jego bazie oraz kalimagnezja i siarczan potasu (17-18% S). Źródłem siarki są także podstawowe nawozy mineralne (NPK). Stosowanie nawozów bogatych w siarkę w rejonach o zwiększonej ilości osiadania siarki z atmosfery powinno być dokładnie analizowane. W rejonach bardziej zanieczyszczonych tak bogate w siarkę nawozy powinny być stosowane tylko w uzasadnionych przypadkach, czyli pod rośliny siarkolubne. Z nawozami tymi można wprowadzić ilości siarki przekraczające znacznie wymagania najbardziej siarkolubnych roślin. Inaczej przedstawia się problem nawożenia siarką roślin siarkolubnych (krzyżowe: rzepak, gorczyca, warzywa kapustne; cebula, czosnek), które potrzebują siarki do 50 kg S/ha. Pod te rośliny zaleca się dodatkowe nawożenie siarką wczesną wiosną (ze względu na jej pozimowe wymycie w glebie). Najefektywniej działa siarka w postaci rozpuszczalnej w wodzie, a nie w formie gipsu z superfosfatu. Praktycznie najlepiej stosować tanią, bardzo dobrze rozpuszczalną i przyswajalną siarkę w formie Siarczan Amonu AS 21, który zawarty jest także w nawozie Saletrosan[®] 26 Makro i Polifoska[®] 21.

Wieloletnie doświadczenia i opracowane zalecenia nawozowe, również w państwach Europy Zachodniej wskazują, iż wiosenna dawka siarki, nawet pod najbardziej wymagający rzepak nie powinna przekraczać 50 kg S/ha.

Warto wiedzieć, że zawartość siarki w nawozach przedstawiana jest w formie pierwiastkowej (S) lub w formie trójtlenku siarki (SO₃), a bywała wcześniej przedstawiana także w formie SO₄. W opracowaniach dotyczących ochrony środowiska najczęściej podawana jest w formie dwutlenku siarki (SO₂), ale w opracowaniach europejskich często w formie pierwiastkowej (S). Obecnie, zgodnie z przepisami WE oraz naszym prawodawstwem, zawartość siarki w nawozach należy podawać w formie pierwiastkowej (S) i/lub w formie trójtlenku siarki (SO₃).

Dla osób nie lubiących chemii może to trochę skomplikowane, ale to jest bardzo ważna informacja, ponieważ są to bardzo różne wartości. Prosty przykład: 1 kg S – siarki w formie pierwiastkowej, to tyle samo co 2 kg SO₂, lub 2,5 kg SO₃, lub 3 kg SO₄, natomiast 1 kg SO₃ to 0,4 kg S. Dlatego należy zwrócić uwagę na zapis zawartości siarki na opakowaniu nawozu i gdy zapis na opakowaniu wskazuje, że nawóz zawiera na przykład 20% trójtlenku siarki (SO₃) oznacza, że w przeliczeniu na S jest to: 20% SO₃ x 0,4 = 8% S, a odwrotnie zawartość 8% S x 2,5 = 20% SO₃. Deklarując zawartość siarki w nawozie, producent ustawowo zobowiązany jest podać na opakowaniu także jej rozpuszczalność, co ściśle wiąże się z jej przyswajalnością dla roślin. Jeżeli nawóz zawiera na przykład 10% siarki nierozpuszczalnej w wodzie, wtedy jest zapisane: 10% (SO₃) trójtlenku siarki całkowitej, a gdy jest rozpuszczalna w wodzie na worku widnieje zapis: 10% (SO₃) trójtlenku siarki rozpuszczalnej w wodzie, co oznacza, że jest ona łatwo dostępna dla roślin. O szczegółach tych warto pamiętać podejmując decyzję zakupu nawozu i jego stosowania, szczególnie pod rośliny siarkolubne.

Dla większości roślin stosunek azotu do siarki (N:S) powinien wynosić 10:1, a dla roślin o dużych potrzebach względem siarki stosunek N:S powinien wynosić od 7:1 do nawet 5:1.