

BADANIA NAD DZIAŁANIEM MOLIBDENU ZASTOSOWANEGO DOGLEBOWO POD LUCERNE

Ewa Stanisławska-Głubiak

Zakład Technik Uprawy Roli i Nawożenia we Wrocławiu,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Wstęp

W Polsce dominują gleby zakwaszone. Mikroelementem słabo przyswajalnym dla roślin w tych warunkach jest molibden. Stąd już wiele lat temu prowadzono szereg doświadczeń z nawożeniem różnych roślin tym pierwiastkiem. Badane dawki od 0,5 kg do 1 kg, a nawet do 2,5 kg molibdenu na hektar powodowały jednak zbyt często nadmierny wzrost jego zawartości w roślinach. Istniały obawy, że molibden stosowany w praktyce może być przyczyną skażenia żywności lub paszy dla zwierząt, dlatego wyników badań na ogół nie wdrażano do produkcji rolniczej. Cennymi roślinami paszowymi, które charakteryzują się dużą lub średnią wrażliwością na niedobór molibdenu są rośliny motylkowate wieloletnie. Problem ustalenia bezpiecznej dawki molibdenu pod koniczynę podjęła autorka już wcześniej dla gleb górskich zakwaszonych [STANISŁAWSKA-GLUBIAK 1989].

Niniejsza praca jest poszerzeniem badań nad optymalizacją dawki molibdenu dla roślin motylkowatych wieloletnich, uprawianych na paszę na glebach o uregulowanym odczynie.

Materiały i metodyka

Założono 3 dwuletnie doświadczenia z lucerną mieszańcową, zlokalizowane w różnych miejscowościach (tab. 1). W Sadłowicach z przyczyn administracyjnych doświadczenie zlikwidowano po I roku. Gleby charakteryzowały się niską lub średnią zawartością molibdenu oraz uregulowanym odczynem, przy czym w Grabowie przed założeniem doświadczenia glebę zwapnowano do $\text{pH} = 6,2$. Zawartość magnezu była średnia.

Doświadczenia prowadzono jako jednoczynnikowe, metodą losowanych bloków, w czterech replikacjach. Schemat obejmował 9 obiektów nawozowych z różnymi mikroelementami, z których w niniejszej pracy omawia się następujące:

- 1) kontrola – bez mikroelementów;
- 2) Mo – 0,3 kg·ha⁻¹ na rok – w I roku doglebowo, przedsięwzięcie, a w II roku wiosną doglebowo, pogłównie;
- 3) (B + Cu + Zn) doglebowo w dawkach 4, 10 i 8 kg·ha⁻¹ na 2 lata przed-

- siewnie + Mo w dawce jak wyżej + (Mn + Fe) dolistnie;
 4) Mo + B w dawkach jak wyżej.

Na całej powierzchni doświadczenia zastosowano nawożenie NPK. W zależności od punktu doświadczalnego fosfor – przedsięwzięcie w dawce 30–60 kg P·ha⁻¹ na 2 lata, a potas – w I roku przedsięwzięcie 70–100 kg K·ha⁻¹ oraz w II roku pogłównie wiosną – 75–145 kg K·ha⁻¹. Ponadto w I roku przedsięwzięcie zastosowano azot w dawce startowej 30 kg N·ha⁻¹.

Tabela 1; Table 1

Lokalizacja oraz warunki glebowe doświadczeń
 Localization and soil of the trial plots

Miejscowość Locality	Typ gleby Soil type	Klasa gleby Soil class	Kompleks glebowy Soil complex	Części sypialne Floatable particles (%)	pH _{KCl}	Zawartość Mo Content of Mo (mg·kg ⁻¹)
Sadłowice	mada brunatna; brown alluvial	IIIb	3*	38	7,0	0,015
Grabów	pseudobielicowa; pseudopodsolic	IIIa	2*	28	6,2	0,035
Kępa	mada brunatna; brown alluvial	IIIb	3*	28	6,1	0,025

2* – kompleks pszeny dobry; good wheat complex

3* – kompleks pszeny wadliwy; defective wheat complex

Wyniki i dyskusja

Poziom plonów lucerny na obiekcie kontrolnym był zależny od roku uprawy oraz od punktu doświadczalnego (tab. 2). W pierwszym roku uprawy w Sadłowicach, gdzie odczyn gleby był obojętny, plony były najwyższe, ponad 10 t·ha⁻¹. W Kępie oraz w Grabowie, na glebie lekko kwaśnej, uzyskano już tylko około 4 t suchej masy z hektara. W drugim roku uprawy zebrano około 3-krotnie więcej siana, niż w pierwszym.

Tabela 2; Table 2

Plony suchej masy lucerny (t·ha⁻¹)
 Dry matter yields of lucerne (t·ha⁻¹)

Obiekty nawozowe Fertilizer treatment	Sadłowice I rok; I st year	Grabów		Kępa	
		I rok I st year	II rok II nd year	I rok I st year	II rok II nd year
Kontrola; Control	10,78	3,72	12,47	4,32	26,49
Mo	10,68	3,99	13,08	3,64	17,71
B + Cu + Zn + Mo	10,66	3,96	13,57	3,78	18,20
Mo + B	10,72	–	–	3,70	17,23
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	1,15	0,32	1,48	1,54	3,28

Nawożenie lucerny molibdenem nie spowodowało istotnych zwyżek plonów, chociaż w Grabowie i w Kępie w II roku uprawy wystąpiła tendencja wyższego plonowania roślin po nawożeniu Mo. Przyczyną braku efektów plonotwórczych

było prawdopodobnie słabe zaopatrzenie lucerny w makroelementy. Powszechnie zalecane dawki NPK okazały się za niskie, a zasobność gleby w magnez na poziomie średnim – niewystarczająca dla roślin. Analiza chemiczna części wskaźnikowych I pokosu (część szczytowa rośliny, około 15 cm, w początku kwitnienia) wykazała, według kryteriów BERGMANNA [1986], niedobory azotu, potasu, magnezu, a nawet fosforu (tab. 3). W takiej sytuacji niedostateczne zaopatrzenie roślin w azot spowodowało prawdopodobnie mniejsze zapotrzebowanie roślin na molibden, który bierze udział w procesach syntezy azotu z powietrza jak również z przemiany azotu w roślinie.

Tabela 3; Table 3

Zawartość makroelementów w częściach wskaźnikowych lucerny I-go pokosu
Macroelement contents in 1st cut of lucerne foliage

Miejscowość; Locality	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)
Sadłowice	3,5	0,24	1,3	0,39
Grabów – I rok; year I	3,3	0,29	2,7	0,29
Grabów – II rok; year II	2,9	0,32	2,3	0,13
Kępa – I rok; year I	3,1	0,30	2,7	0,21
Kępa – II rok; year II	3,0	0,30	2,6	0,17
Optimum	3,5–5,0	0,30–0,60	2,5–3,8	0,30–0,80

Zawartość molibdenu w lucernie można oceniać pod kątem potrzeb samej rośliny oraz pod kątem potrzeb paszowych zwierząt przeżuujących. Kryteria pod kątem potrzeb roślin, zaproponowane przez BERGMANNA [1986], wskazują, że w Sadłowicach i Grabowie była ona niedostateczna w I roku, podczas gdy w Kępie niedobór wystąpił dopiero w II roku uprawy lucerny (tab. 4). W Grabowie w II roku nastąpiła sytuacja odwrotna, niż w Kępie, ponieważ wskutek wcześniejszego wapnowania wzrosła zawartość molibdenu w roślinach obiektu kontrolnego. Zastosowana dawka 300 g Mo·ha⁻¹ w większości przypadków powodowała już w I roku wzrost zawartości Mo do ponadoptymalnej (> 2 mg Mo·kg⁻¹ s.m.). Podobna sytuacja wystąpiła przy aplikacji Mo wraz z innymi mikroelementami. Zawartość „bezpieczna” dla zwierząt karmionych sianem z lucerny – 5,0 mg Mo·kg⁻¹ s.m. była również przekraczana często już w I roku uprawy lucerny [TISDALE i in. 1985; KRUCZYŃSKA 1985]. W Grabowie na przykład koncentracja Mo wzrosła nie tylko powyżej zakresu optymalnego dla roślin, ale również nieco powyżej granicy zawartości dopuszczalnej w paszy. Łączne zastosowanie mikroelementów wpłynęło tu znacznie łagodniej na wzrost zawartości Mo w roślinach, niż sam molibden. W II roku uprawy nawożenie samym molibdenem spowodowało około 8-krotny wzrost zawartości do 9,16 mg Mo·kg⁻¹ s.m., a nawożenie Mo łącznie z innymi mikroelementami – 5-krotny wzrost, co również przekraczało wartość bezpieczną dla zwierząt. Przyczyną tak dużej akumulacji molibdenu w liściach była zapewne interakcja tego pierwiastka z zastosowanym wcześniej wapnem. W punkcie doświadczalnym Kępa, nawożenie samym molibdenem lub w kombinacji z borem spowodowało w I roku około 2-krotny wzrost zawartości Mo, która była ponadoptymalna dla samych roślin, ale jeszcze dopuszczalna z punktu widzenia wartości biologicznej siana. Na obiekcie nawożonym wszystkimi mikroelementami zawartość molibdenu w lucernie już nieco ją przekroczyła. W II roku na skutek nawożenia samym molibdenem nastąpił ponad 10-krotny wzrost jego koncentracji do wartości nieco wyższej, niż górna granica zakresu optymalnego dla roślin. Na-

wożenie Mo w połączeniu z borem lub kompletem mikroelementów powodowało mniejszy przyrost zawartości tego pierwiastka w roślinach. W Sadłowicach natomiast zawartość Mo wzrosła 10-krotnie, ale jeszcze w granicach optimum dla roślin. Zastosowanie molibdenu razem z borem lub łącznie z wszystkimi mikroelementami spowodowało jeszcze większy wzrost koncentracji molibdenu w roślinach, niż po zastosowaniu samego molibdenu, aczkolwiek nie powyżej zawartości dopuszczalnej z punktu widzenia wartości konsumpcyjnej siana.

Tabela 4; Table 4

Zawartość molibdenu ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w częściach wskaźnikowych lucerny I-ego pokosu
Molybdenum content in lucerne foliage – I cut ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Obiekty nawozowe Fertilizer treatment	Sadłowice I rok; I st year	Grabów		Kępa	
		I rok I st year	II rok II nd year	I rok I st year	II rok II nd year
Kontrola; Control	0,18 (39 : 1)*	0,38 (14 : 1)	1,16 (3,5 : 1)	1,72 (2,5 : 1)	0,20 (38 : 1)
Mo	1,94 (3,5 : 1)	5,70 (1 : 1)	9,16 (0,4 : 1)	3,24 (1,4 : 1)	2,55 (3 : 1)
B + Cu + Zn + Mo	3,58 (2 : 1)	2,92 (2 : 1)	6,20 (0,8 : 1)	5,80 (0,8 : 1)	1,19 (12 : 1)
Mo + B	3,46 (2 : 1)	–	–	3,48 (1,2 : 1)	1,80 (4 : 1)
Optimum dla roślin; Optimal content for plant				0,5–2,0	
Zawartość dopuszczalna w paszy; Admissible in fodder				do 5,0	

* w nawiasach podano stosunek zawartości miedzi do molibdenu w roślinie
relation of Cu : Mo content in plant (in brackets)

Bardzo ważnym kryterium oceny jakości paszy dla przeżuwaczy jest relacja Cu : Mo [ANONIM 1985; KRUCZYŃSKA 1985]. Stosunek ten nie powinien być węższy niż 4 : 1. W świetle tego kryterium ryzyko molibdenozy u zwierząt było zazwyczaj największe na obiektach nawożonych samym Mo w dawce rocznej $300 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$. W I roku badań w Sadłowicach, gdzie plon był najwyższy relacja ta, w zależności od obiektu nawożonego, wynosiła 2–3,5 : 1. W Grabowie stosunek Cu : Mo w lucernie nawożonej samym molibdenem wyniósł w I roku 1 : 1 oraz w II roku – 0,4 : 1, podczas gdy na obiekcie z wszystkimi mikroelementami odpowiednio 2 : 1 i 0,8 : 1. W Kępie w I roku stosunek Cu : Mo wynosił 1,4 : 1 na obiekcie z samym molibdenem oraz 0,8 : 1 po zastosowaniu wszystkich mikroelementów. W II roku, przy wyższych plonach, relacje te były korzystniejsze i kształtowały się na poziomie 3 : 1 i 12 : 1.

Wnioski

1. W warunkach badań nie uzyskano zwyżek plonów lucerny w wyniku nawożenia molibdenem mimo, że jego zawartość była niska lub średnia w glebie i często niska w roślinach. Przyczyną było prawdopodobnie słabe zaopatrzenie roślin w makroelementy.
2. Stosowana corocznie dawka $300 \text{ g Mo}\cdot\text{ha}^{-1}$ okazała się zbyt wysoka. Powodowała ona wzrost zawartości molibdenu do poziomu ponadoptymalnego dla roślin, a często powyżej wartości dopuszczalnej w paszy ($> 5 \text{ mg Mo}\cdot\text{kg}^{-1}$ i Cu : Mo $< 4 : 1$).

3. Do czasu przeprowadzenia dalszych badań pod lucernę można zalecić jednorazową znacznie niższą dawkę molibdenu.

Literatura

- ANONIM 1973. *Tracing and treating mineral disorders in dairy cattle*. 1973. Centre for Agricultural Pub. and Doc., Wageningen: 61 ss.
- BERGMANN W. 1986. *Farbatlas Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen*. VEB Gustav Fischer Verlag: 306 ss.
- KRUCZYŃSKA H. 1985. *Zapotrzebowanie zwierząt na mikroelementy*. Prace Komisji Naukowych PTG 93: 37-42.
- STANISŁAWSKA-GLUBIAK E. 1989. *Potrzeby nawożenia molibdenem koniczyny czerwonej uprawianej na glebach górskich*. Wyd. IUNG Puławy, Praca dok.: 51 ss.
- TISDALE S. L., NELSON W. L., BEATON J. D. 1985. *Soil fertility and fertilizers*. IV th ed., Macmillan Publishing, Co., N. York: 756 ss.

Słowa kluczowe: molibden, lucerna, optymalizacja nawożenia

Streszczenie

Przedmiotem badań była ocena działania molibdenu lucerny uprawianej na paszę na glebach o uregulowanym odczynie. Założono 3 ściśle doświadczenia z lucerną mieszańcową, w których porównywano obiekty nawożone doglebowo dawką po 300 g Mo·ha⁻¹ w obu latach uprawy oraz obiekt, na którym molibden stosowano łącznie z innymi mikroelementami. Stwierdzono niskie zawartości Mo w liściach lucerny. Jednakże skutek nawożenia Mo nie uzyskano istotnych zwyczaj plonów. Wynikało to prawdopodobnie z niedostatecznego, według analizy liściowej, zaopatrzenia roślin w potas, magnez, a często w fosfor. Zastosowana dawka molibdenu powodowała nadmierną akumulację tego pierwiastka w liściach, często ponad poziom dopuszczalny w paszy dla zwierząt - > 5 mg Mo·kg⁻¹ s.m., przy czym stosunek Cu : Mo kształtował się poniżej wymaganego. Zaleca się więc pod motylkowate wieloletnie stosowanie dawek nie większych, niż 150-200 g Mo na hektar.

STUDY ON THE EFFECT OF MOLYBDENUM APPLIED INTO SOIL UNDER LUCERNE

Ewa Stanisławska-Glubiak

Department of Soil Cultivation and Fertilization Techniques in Wrocław,
Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Puławy

Key words: molybdenum, lucerne, fertilization, optimization

Summary

The research topic was estimation of the effect as applied Mo under lucerne on the soils of nearly neutral reaction. Three field trials with lucerne (*Medi-*

cago media PERS.) were conducted. On molybdenum only treated object the dose of 300 g Mo per ha was applied every year. An additional treatment, where Mo was applied with other micronutrients was included, as well. Low Mo content in plant foliage was stated on control plots. No statistically proved yield increase was observed after Mo fertilization, probably because of too low plant supply with K, Mg, and often P, as showed the quantitative foliage analyses. Applied Mo rates caused its excessive accumulation in plants, often above the level permissive for animal fodder – 5 mg Mo·kg⁻¹ dry matter. The Cu : Mo ratio was narrower than required, as well. The molybdenum doses not exceeding 150–200 g Mo per ha could be recommended under multiannual legumes.

Dr inż. Ewa **Stanisławska-Głubiak**
Zakład Technik Uprawy Roli i Nawożenia
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
pl. Św. Macieja 5
50-244 WROCLAW