

STEFAN LIWSKI, MIECZYŚLAWA PIECHNA

WPŁYW MIEDZI I MOLIBDENU NA PLONY NIEKTÓRYCH ROŚLIN WARZYWNYCH

Katedra Torfoznawstwa SGGW Warszawa

WSTĘP

Konieczność stosowania miedzi pod niektóre rośliny uprawne na glebach torfowych została już dawno udowodniona. Wydaje się, że na torfach silnie rozłożonych, zawierających duże ilości kwasów huminowych oraz duże ilości azotu mineralnego, a w szczególności azotanów, zawsze niemal będzie potrzebne nawożenie miedziowe [6].

W naszej literaturze rolniczej istnieje wiele prac donoszących o dodatnim działaniu miedzi jako nawozu [5, 6, 8, 9, 10, 11, 12].

Wpływ molibdenu na rośliny jest zagadnieniem stosunkowo nowym, które nie zostało jeszcze wyczerpująco wyjaśnione.

W Polsce badania wstępne nad działaniem nawozowym molibdenu przeprowadzili Maksimow i współpracownicy [10]. Uzyskali oni wyższą plonów sałaty, fasoli i łubinu na glebach mineralnych i torfowych.

Według wyników badań przeprowadzonych za granicą [3, 7, 14, 15, 16] nawożenie molibdenem podnosiło plony roślin motylkowych, a także takich roślin warzywnych, jak sałata, pomidory i ogórki.

Niedobór molibdenu występuje najczęściej na glebach kwaśnych, a także silnie żelazistych, w związku z niską zawartością przyswajalnych dla roślin form tego pierwiastka [12, 15].

W ostatnich latach zwrócono uwagę na występujące pomiędzy miedzią i molibdenem współzależności [2]. Zaobserwowano między innymi, szczególnie w organizmach zwierzęcych, pewien antagonizm pomiędzy tymi pierwiastkami.

Molibden może być szkodliwy dla zwierząt już przy zawartości 5 mg/kg suchej masy roślin. O szkodliwości nadmiaru molibdenu w pożywieniu dla ludzi niewiele do tej pory wiemy.

Wiadomo jednak, że nawożenie molibdenowe może podwyższać znacznie zawartość tego pierwiastka w roślinach. W celu przekonania się o wpływie miedzi i molibdenu na plony i jakość niektórych warzyw przeprowadzono doświadczenia wazonowe z sałatą, szpinakiem i rzodkiewką.

BADANIA WŁASNE

METODYKA DOŚWIADCZEŃ

Doświadczenia wazonowe z sałatą, szpinakiem i rzodkiewką przeprowadzono w 1961 r. używając emaliowanych wazonów Mitscherlicha o pojemności 4 kg gleby torfowej.

Doświadczenia założono w 4-krotnym powtórzeniu, stosując następujące dawki nawożenia mineralnego na wazon:

- N — 0,40 g w postaci NaNO_3 ,
 P_2O_5 — 0,25 g w postaci $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12 \text{H}_2\text{O}$,
 K_2O — 0,50 g w postaci K_2SO_4 ,
 Cu — 127 mg w postaci $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,
 Mo — 12 mg w postaci molibdenianu amonu.

Wazon-y z torfami podlewano wodą destylowaną do 70% maksymalnej pojemności wodnej.

T a b l i c a 1

Charakterystyka torfów użytych do doświadczeń
 Characteristics of the experimental peats

Miejsce pobrania torfu Locality	Gatunek torfu Kind of peat	Sto- pień roz- kładu Degree of dis- inte- gra- tion	pH w H_2O	W % s.m. torfu - In % d.m. peat							W mg/kg s.m. In mg/kg d.m.		
				po- piół su- rowy raw ash	po- piół czy- sty pure ash	N	P_2O_5	CaO	F_2O_3	R_2O_3	Cu	Mo	Mn
Kampinos	drzewno- turzycowy woody-sedge	40	6,0	25,0	10,1	2,76	0,11	3,85	0,52	5,3	13,4	1,3	120
Życzyn	drzewny woody	40	5,1	36,8	9,7	2,45	0,15	3,85	0,75	4,7	17,2	1,0	160

Miedź oznaczono metodą kolorymetryczną wg Barona [6], a molibden wg metody podanej przez Maksimowa i współpracowników [10].

Charakterystykę użytych do doświadczeń torfów podano w tabl. 1.

Doświadczenia z sałatą

Sałatę odmiany Królowa Majowych zasadzono na torfie z Kampinosu 3.V. po 4 rośliny na wazon.

Już w drugim tygodniu wegetacji zaobserwowano między wazonami poszczególnych kombinacji różnice we wzroście roślin. Rośliny z wazonów kombinacji kontrolnej były niższe, miały drobniejsze listki oraz odznaczały się jaśniejszym zabarwieniem. Najlepiej wyglądały rośliny nawożone miedzią; podobny wygląd miały rośliny nawożone molibdenem.

Wiązanie główek sałaty pochodzącej z wazonów dwu ostatnich kombinacji zaczęło się o kilka dni wcześniej w porównaniu do kombinacji kontrolnej. Doświadczenie sprzątnięto 10.VI. Uzyskane plony oraz zawartość w sałacie Cu, Mo i Mn zamieszczono w tabl. 2.

Plony sałaty z wazonów nawożonych miedzią i molibdenem są istotnie wyższe w stosunku do kombinacji kontrolnej NPK.

Najwyższy plon otrzymano z wazonów z dodatkiem miedzi. Różnica pomiędzy plonami uzyskanymi z wazonów nawożonych miedzią i molibdenem wynosiła 10 g/wazon i mieściła się w granicach błędu doświadczenia. Jak z powyższego wynika, reakcja sałaty na dodatek miedzi była większa niż na dodatek molibdenu.

Nawożenie miedzią i molibdenem spowodowało znacznie wyższe nagromadzenie się tych pierwiastków w sałacie. W przypadku miedzi zawartość ta wzrosła prawie 2-krotnie, a w przypadku molibdenu około 2,5-krotnie.

Dodatek miedzi spowodował wyraźne zmniejszenie ilości pobieranego przez rośliny molibdenu w stosunku do kombinacji kontrolnej. Natomiast dodatek molibdenu nie spowodował obniżenia zawartości miedzi, a nawet nieco podwyższył nagromadzenie się tego pierwiastka w roślinach.

T a b l i c a 2

Średni plon świeżej masy sałaty i zawartość niektórych mikroelementów
w suchej masie roślin
Mean green-matter crop cabbage lettuce and d.m. content of some microelements

Kombinacja nawozowa Treatment	Plon - Crop	Zwyżka plonu Crop increase	Cu	Mo	Mn
	g/wazon - g/pot		mg/kg s.m. - mg/kg d.m.		
NPK	138,9	-	12,5	1,4	72
NPK + Cu	178,0	39,1	22,5	0,7	75
NPK + Mo	168,0	29,1	15,0	3,1	105
Przedział ufności Confidence interval P = 0,95		22,8			

Zaobserwowano również wyraźny wpływ dodatku molibdenu na zwiększenie się zawartości manganu z 72 mg/kg suchej masy na kombinacji kontrolnej do 105 mg na kombinacji z molibdenem. Nawożenie miedzią nie wpłynęło na pobieranie manganu przez rośliny.

Doświadczenia ze szpinakiem

Doświadczenie założono 29.VIII na glebie torfowej pochodzącej z Kampinosu. Do każdego wazonu wysiano po 15 nasion szpinaku odmiany Uniwersal, pozostawiając do zbioru po 10 roślin.

Różnice pomiędzy roślinami poszczególnych kombinacji dały się zaobserwować bardzo wcześnie, bo tuż po wschodach.

Rośliny w wazonach nawożonych miedzią odznaczały się szczególnie silnym wzrostem w porównaniu z pozostałymi: liście były jędrniejsze, o bardziej intensywnej zielonej barwie.

Doświadczenie sprzątnięto 28.XI. Wysokość plonów oraz ilość zawartej w nich miedzi i molibdenu ilustruje tabl. 3.

T a b l i c a 3

Sredni plon świeżej masy szpinaku oraz zawartość niektórych mikroelementów
w s.m. roślin
Mean green-matter crop in spinach and d.m. content of some microelements

Kombinacja nawozowa Treatment	Plon - Crop	Zwyżka plonu Crop increase	Cu	Mo
	g/wazon - g/pot		mg/kg s.m.-mg/kg d.m.	
NPK	16,9	-	7,5	1,3
NPK + Cu	63,2	46,3	12,5	2,4
NPK + Mo	14,8	-	5,0	3,6
Przedział ufności Confidence interval P = 0,05	5,4			

W doświadczeniu tym wybitny wpływ na plony szpinaku wykazało nawożenie miedziowe. Plony z wazonów kombinacji NPK + Cu były prawie czterokrotnie wyższe w porównaniu do kombinacji kontrolnej NPK. Dawka molibdenu natomiast nie wpłynęła na zwyżkę plonów szpinaku, zaobserwowano nawet nieznaczną obniżkę (plonu), mieszczącą się jednak w granicach błędu doświadczenia.

Dodatek miedzi — podobnie jak w doświadczeniach z sałatą — spowodował zwiększenie się zawartości tego pierwiastka w roślinach.

Natomiast w przeciwieństwie do poprzedniego doświadczenia dodatek miedzi spowodował zwiększenie ilości pobranego molibdenu w porównaniu do kombinacji kontrolnej.

Stosowana dawka molibdenu spowodowała prawie trzykrotny wzrost ilości Mo pobranego przez rośliny, a wpłynęła obniżająco na zawartość Cu w szpinaku.

Doświadczenie I z rzodkiewką

Doświadczenie to przeprowadzono również na torfie z Kampinosu. Założono je 15.VI z rzodkiewką odmiany Sopol Lodu, pozostawiając do sprzętu po 15 roślin z wazonu.

W okresie wegetacji nie obserwowano różnic we wzroście i wyglądzie roślin w wazonach wszystkich kombinacji. Sprzętu dokonano 20.VII. Wyniki uzyskanych plonów oraz zawartość mikroelementów zestawiono w tabl. 4.

Tablica 4

Średni plon świeżej masy rzodkiewki oraz zawartość niektórych mikroelementów w s.m. roślin
Mean green-matter crop in radishes and d.m. content of some microelements

Kombinacja nawozowa Treatment	Plon w g/wazon Crop in g/pot			Zawartość w mg/kg s.m. - Content in mg/kg d.m.					
	ogólny total	korzeni roots	liści leaves	Cu		Mo		Mn	
				korzenie roots	liście leaves	korzenie roots	liście leaves	korzenie roots	liście leaves
NPK	127,2	65,6	61,6	7,5	6,2	1,5	2,9	17	75
NPK + Cu	110,6	60,4	50,2	13,0	8,7	1,0	2,6	17	55
NPK + Mo	135,5	75,0	60,5	7,5	5,2	3,1	4,9	25	80
Przedział ufności Confidence interval P = 0,05	32,0	13,5	19,0						

Nawożenie miedzią i molibdenem nie wpłynęło w tym doświadczeniu na wzrost plonów rzodkiewki. Najwyższy plon korzeni uzyskano z wazonów kombinacji NPK + Mo. Jednak różnice w plonach między kombinacjami nie są statystycznie udowodnione, mieszczą się one w granicach błędu doświadczenia.

Natomiast nawożenie mikroelementami spowodowało zwiększenie ilości poszczególnych mikroprzewodników w plonach.

Nawożenie miedzią pociągnęło za sobą wzrost zawartości tego pierwiastka w korzeniach i liściach rzodkiewki i jednocześnie obniżyło zawartość molibdenu i manganu w liściach. Większe ilości miedzi zawierały korzenie — 13 mg w porównaniu do liści — 8,7 mg. Dodatek molibdenu spowodował mniejsze nagromadzenie miedzi w liściach, natomiast w korzeniach zawartość miedzi pozostała na poziomie kombinacji kontrol-

nej. Zawartość molibdenu była najwyższa w roślinach z kombinacji nawożonej tym pierwiastkiem.

Molibden, w przeciwieństwie do miedzi, występował w większych ilościach w liściach.

Podobnie było z manganem. Jego zawartość w liściach przewyższała trzykrotnie ilość tego pierwiastka w korzeniach. Rzodkiewka pobrała, podobnie jak w doświadczeniu z sałatą, największą ilość manganu z wazonów nawożonych molibdenem.

Doświadczenie II z rzodkiewką

Doświadczenie II z rzodkiewką odmiany Szkarłatna Okrągła z Białym Końcem założono 29. VIII na glebie torfowej pochodzącej z Życzyna, pozostawiając do sprzętu po 15 roślin w wazonie.

Najlepiej rosły rośliny nawożone miedzią, a liście miały bardzo intensywną barwę zieloną. Na pozostałych kombinacjach rozwój rzodkiewki był słabszy. Doświadczenie sprzątnięto 21. X. Uzyskane plony podano w tabl. 5.

T a b l i c a 5

Sredni plon świeżej masy rzodkiewki oraz zawartość niektórych mikroelementów w s.m. roślin
Mean green-matter crop in radishes and d.m. content of some microelements

Kombinacje nawozowa Treatment	Plon w g/wazon Crop in g/pot			Zawartość w mg/kg s.m. - Content in mg/kg d.m.					
	ogólny total	korzeni roots	liści leaves	Cu		Mo		Mn	
				korzenie roots	liście leaves	korzenie roots	liście leaves	korzenie roots	liście leaves
NPK	142,9	48,6	99,3	7,5	9,0	1,0	1,4	17	125
NPK + Cu	220,1	58,1	162,0	14,0	12,5	0,6	0,8	14	130
NPK + Mo	146,5	49,4	97,1	7,5	5,0	2,7	4,4	21	140
Przedział ufności Confidence inter- val P = 0,05	33,9	7,4	35,0						

Dodatek miedzi spowodował istotną zwyżkę plonu ogólnego oraz plonu liści i korzeni, w szczególności plonu liści. Nawożenie molibdenem nie wpłynęło zupełnie na plony rzodkiewki. Podobnie jak we wszystkich poprzednich doświadczeniach nawożenie miedzią zwiększyło pobieranie tego pierwiastka przez rośliny. Dodatek miedzi wpłynął na zmniejszenie zawartości molibdenu w rzodkiewce.

Korzenie rzodkiewki zawierały ogólnie więcej miedzi niż liście, w przypadku molibdenu natomiast było odwrotnie.

Zastosowanie molibdenu przyczyniło się do wzrostu stopnia pobierania tego pierwiastka przez rośliny. Poza tym nawożenie molibdenem spowodowało zmniejszenie zawartości miedzi w liściach rzodkiewki.

Jak w poprzednich doświadczeniach tak i w tym największe ilości manganu stwierdzono w roślinach nawożonych molibdenem. Liście rzodkiewki zawierały 7—9-krotnie większe ilości manganu niż korzenie.

WNIOSKI

1. Nawożenie miedziowe spowodowało istotne zwwyżki plonów sałaty, szpinaku, hodowanych na torfie drzewnym i drzewno-turzycowym, a rzodkiewki tylko na torfie drzewnym. Szczególnie na dodatek miedzi reagował szpinak, u którego zwwyżka plonów świeżej masy wynosiła 373% w porównaniu z kombinacją kontrolną NPK.

2. Dodatek molibdenu tylko w jednym doświadczeniu wpłynął na istotne zwiększenie plonów sałaty.

3. Rośliny nawożone miedzią zawierały zawsze większe ilości tego pierwiastka w stosunku do roślin nie nawożonych, co niewątpliwie wpłynęło na lepszą jakość produktów. Nawożenie miedzią spowodowało w większości przypadków zmniejszenie ilości molibdenu pobieranego przez badane rośliny. Wskazuje to na istniejący w roślinach antagonizm pomiędzy tymi pierwiastkami.

4. Dodatek molibdenu w ilości 12 mg/wazon zwiększał zawsze kilkakrotnie ilość tego pierwiastka w roślinach.

5. Nawożenie molibdenem zwiększało intensywność pobierania manganu przez wszystkie badane rośliny.

6. Molibden i mangan występowały w większych ilościach w liściach rzodkiewki niż w korzeniach.

7. Badane rośliny zawierały w kg suchej masy następujące ilości pierwiastków: miedzi 5,0—22,5 mg, molibdenu 0,6—4,9 mg manganu 14—140 mg.

LITERATURA

- [1] Anderson A. J.: The role of molybdenum in plant nutrition. Symposium on inorganic nitrogen metabolism. Baltimore 1956, s. 23—32.
- [2] Arnon D.: Rol mikroelementow w pitanji rastienija. Przekład z angiels. Mikroelementy, Moskwa 1962.
- [3] Hewitt E.: J. Annual Review of Plant Physiology, z. 2 1951, s. 25—52.
- [4] Katalymow M. W.: Proizvodstvo i primienienie mikroudobrenij w SSSR i za rubieżom. Moskwa 1960.
- [5] Koter M., Krauze A.: Wpływ nawożenia mikroelementami na plony, skład chemiczny i wartość witaminową niektórych roślin pastewnych uprawianych na glebie torfowej (w druku).

- [6] Liwski S.: Rola miedzi w żyzności gleb torfowych. Roczn. Nauk Roln., s. A, t. 87, 1962, z. 3.
- [7] Magher W., Johnson C., Stant P.: Plant Physiol. Lancaster, t. 27, 1952, s. 223.
- [8] Maksimow A., Chroboczek E.: Znaczenie mikroelementów w uprawie warzyw na glebach torfowych. Roczn. Nauk Roln. s. A, t. 68, 1954, s. 434—479.
- [9] Maksimow A., Liwski S.: Mikronawozy na glebach torfowych. Roczn. Glebozn., t. 2, 1952, s. 187—204.
- [10] Maksimow A., Liwski S., Biernacka E.: Pobieranie i wpływ molibdenu na wzrost niektórych roślin. Roczn. Nauk Roln., s. A, t. 85, 1962, z. 2, s. 193—207.
- [11] Maksimow A., Tuchołka Z.: Zagadnienie mikroelementów. Aktualne zagadnienia nawożenia mineralnego. Warszawa 1962, s. 42—61, NOT.
- [12] Mulder A. G., Bormal P., Von Veen V. L.: Molybdenum in symbiotic nitrogen fixation and in nitrate assimilation. Plant and Soil, t. 10, 1959, s. 319—335.
- [13] Musierowicz A., Krzyszkowski J., Wondrausch A.: Studia nad wpływem wielkości dawki siarczanu miedzi na wysokość plonów ziarna owsa i jęczmienia uprawianych na dublańskim torfie niskim. Roczn. Nauk Roln. i Leśn., t. 50, 1948, z. 1, s. 51—70.
- [14] Nason A.: Rol wanada i molibdenu w obmianie wieszcstw. Przekład z angielskiego.: Mikroelementy. Moskwa 1962.
- [15] Peive Ja.: Mikroelementy w praktyce sielskiego chozjajstwa. Primienienije mikroelementow w sielskom chozjajstwie i medicinie. Riga 1959.
- [16] Van Reen R., Williams M. A.: Arch. Biochem. Biophys., t. 63, 1956, s. 1—8.

С. ЛИВСКИ, М. ПЕХНА

ВЛИЯНИЕ МЕДИ И МОЛИБДЕНА НА УРОЖАЙ НЕКОТОРЫХ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЙ

Кафедра Торфоведения Варшавской Сельско-хозяйственной Академии

Резюме

В 1961 году проведены были вегетационные опыты по влиянию меди и молибдена на урожай салата, шпината и редиса, возделываемых на торфяных почвах.

Опыты проводились в сосудах Митчерлиха наполненных 4 кг низинного торфа из Кампиноса и Жычина. рН торфов 5,1 и 6,0.

Микроудобрения давали на фоне основного удобрения NPK, медь — количестве 127 мг Cu на сосуд в $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, молибден — 12 мг Mo на сосуд в молибденовокислом аммонии.

Медное удобрение существенно повысило урожай салата, шпината и редиса сорт Пурпурный Круглый с белым кончиком. Особенно сильно на удобрение медью отдывался шпинат, которого урожай свежей массы повысился на 373% по сравнению с контролем NPK.

Удобрение молибденом существенно повысило урожай только в одном опыте, с салатом.

Растения удобряемые медью содержали высшее количество этого элемента по сравнению с неудобряемыми. Медь понижала усвоение молибдена растениями.

Удобрение молибденом всегда повышало в несколько раз количество этого элемента в растениях и повышало во всех испытываемых растениях усвоение марганца.

Как молибден так и марганец накапливались в большем количестве в листьях редиса по сравнению с содержанием этих элементов в корнях.

S. LIWSKI, M. PIECHNA

EFFECT OF COPPER AND MOLYBDENUM ON SOME VEGETABLE CROPS

Chair of Peat Science, Warsaw Agricultural University

Summary

Pot experiments on the effect of copper and molybdenum on crops of cabbage lettuce, spinach and radish grown on peat soil were made in 1961 at the Chair of Peat Science.

The tests were performed in Mitscherlich pots filled with 4 kg low peat from Kampinos and Życzyn with pH 5.1 and 6.0, respectively.

A copper dose of 127 mg Cu per pot was applied in the form of $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, the molybdenum dose was 12 mg Mo/pot in the form of ammonium molybdate, with basic NPK dressing. Findings were as follows:

Copper fertilization had a significant effect on crop increase in cabbage lettuce, spinach and radishes of the variety White-tipped Scarlet Round. Specially strong response to copper addition was noted in cabbage lettuce where green matter yield rose to 373% in comparison with the NPK control test.

Molybdenum dosage gave a significant increase of crops only in one experiment with cabbage lettuce.

Plants fertilized with copper addition contained always a higher percentage of this element than those without copper treatment.

Copper had a reducing effect on plant-uptake of molybdenum.

Molybdenum dosage caused always an increase of this element in the plants by several hundred percent and also favourably influenced uptake of manganese in all tested plants.

Accumulation of both molybdenum and copper in radishes was greater in the leaves than in the roots.

