

WPŁYW RÓŻNYCH NAWOZÓW AZOTOWYCH NA ZAWARTOŚĆ Mo, Cu i Mn W TRAWACH *

Jadwiga Stuczyńska, Stanisław Skalański

Zakład Traw IHAR, Gorzów Wlkp.

Intensyfikacja produkcji pasz przy zastosowaniu wysokich dawek nawozów mineralnych prowadzi nie tylko do wzrostu plonów, ale również do zmian ich składu chemicznego. Dotyczy to zarówno analizowanych w paszach makroskładników (N, P, K, Ca, Mg i Na), jak i mikroelementów, których niedobór lub nadmiar w żywieniu może wpływać ujemnie na zdrowotność zwierząt [6, 10, 13].

Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że prace dotyczące zawartości mikroelementów w trawach pastewnych, nawożonych wysokimi dawkami azotu, są nadal nieliczne, aczkolwiek zagadnieniom tym poświęca się coraz więcej uwagi [2, 3, 4-8, 12]. Niektórzy autorzy uwzględniają w swych pracach także różne formy azotu stosowanego na trawy [2, 5-7].

Wyniki badań nad działaniem różnych nawozów azotowych na plon i zawartość niektórych makroskładników w kupkówce były przedmiotem wcześniejszej publikacji [12]. Niniejsza praca miała na celu uzyskanie dalszych informacji dotyczących wpływu tych nawozów na zawartość mikroelementów Mo, Cu i Mn w kupkówce i życicy westerwoldzkiej.

METODYKA

Badania wykonano w suchej masie kupkówki z doświadczenia polowego i życicy westerwoldzkiej z doświadczenia wazonowego.

Doświadczenie polowe z kupkówką odmiany Nakielska przeprowadzono w latach 1964-1968 metodą kwadratu łacińskiego w trzech seriach na polu doświadczalnym w Gorzowie Wlkp. na glebie pseudo-

* Doświadczenia przeprowadzono w latach 1964-1969 w IUNG.

bielicowej z piaskiem gliniastym mocnym w warstwie ornej W każdej serii kupkówkę użytkowano w okresie dwu lat na paszę.

Przed założeniem poszczególnych serii doświadczeń pobierano próbki glebowe. Średnia zawartość składników mineralnych, oznaczonych w 100 g gleby, była następująca: 28,6 mg P_2O_5 , 7,7 mg K_2O wg metody Egnera, 2,4 mg Mg wg metody Schachtschabela; pH w KCl 6,9. Zawartość przyswajalnych mikroelementów, oznaczonych w glebie wg metody opracowanej przez Centralny Ośrodek Metodyczno-Naukowy IUNG¹, wynosiła 0,053 ppm Mo, 7,5 ppm Cu i 13,0 ppm Mn. Na podstawie literatury można stwierdzić, że gleba posiadała niedostateczną zasobność Mo oraz Mn i dobrą Cu [1, 9].

Przedsięwzięte nawożenie mineralne na ha wynosiło w pierwszej serii 34,9 kg P w supertomasynie, 66,4 kg K w soli potasowej; w drugiej serii 69,8 kg P, 132,8 kg K i 12,1 kg Mg w siarczanie magnezu oraz w trzeciej serii 34,9 kg P, 132,8 kg K i 12,1 kg Mg. Przedsięwzięte nawożenie azotem było jednakowe we wszystkich seriach w ilości 30 kg N/ha w saetrze amonowej. Nawożenie pogłównie — 360 kg N/ha, podzielone na trzy dawki po 120 kg — zastosowano zgodnie ze schematem doświadczenia w: saetrze amonowej, saetrzaku, saetrze wapniowej, siarczanie amonu i moczniku. Pierwszą dawkę wysiewano w każdym roku na wiosnę, w okresie ruszenia vegetacji, następne w trzy dni po zbiorze pierwszego i drugiego pokosu. Szczegółowe omówienie przebiegu doświadczenia znajduje się w pracy Stuczyńskiego i in. [11].

Doświadczenie wazonowe z życią westerwoldzką odmiany Gotra przeprowadzono w dwu seriach w latach 1968 i 1969 w sześciu powtórzeniach w wazonach typu Mitscherlicha o pojemności 10,5 kg absolutnie suchej masy gleby.

Gleba o składzie mechanicznym piasku słabo gliniastego zawierała: 2,4 mg P_2O_5 i 5,9 mg K_2O wg Egnera, 1,2 mg Mg wg Schachtschabela; pH w KCl 6,02. W glebie stwierdzono ponadto niedostateczną zasobność w Mo (0,040 ppm), Cu (0,95 ppm) i Mn (8,5 ppm). Maksymalna pojemność wodna gleby wynosiła 22,6 procent. W okresie vegetacji utrzymywano w wazonach wilgotność na poziomie 75% w stosunku do maksymalnej pojemności wodnej gleby.

Nawożenie azotem w ilości 0,4, 0,8, 1,2 i 1,6 g N/wazon w postaci NH_4NO_3 , $Ca(NO_3)_2$, $(NH_4)_2SO_4$ lub $CO(NH_2)_2$ dano przedsięwzięcie i ponow-

¹ Przepisy robocze oznaczania przyswajalnych form magnezu, miedzi i molibdenu oraz opis uproszczonego sposobu przeprowadzania ekstrakcji z roztworów wodnych rozpuszczalnikiem organicznym opracowano w ramach współpracy Katedry Chemii Rolnej, Ośrodka Metodyczno-Naukowego i Pracowni Nawożenia IUNG we Wrocławiu (maszynopis). IUNG Wrocław 1965.

nie w trzy dni po pierwszym pokosie. Nawożenie mineralne innymi składnikami, jednakowe dla całego doświadczenia, było następujące: 0,35 g P w $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 1,00 g K w KCl, 0,07 g Mg w $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ na wazon. Nawożenie stosowano w odczynnikach rozpuszczonych w wodzie destylowanej. Dawki przewidziane mieszano z całą ilością umieszczanej w każdym wazonie gleby.

Nasiona życicy westerwoldzkiej wysiano 30 IV 1968 i 25 IV 1969 na kiełkowniki. Po 5 dniach podkiełkowane rośliny wysadzano po 14 (1968 r.) lub 12 (1969 r.) sztuk na wazon. W początku krzewienia wykonano przerwkę, pozostawiając po 7 roślin w wazonie. Zbiór wykonywano w początkowym okresie kłoszenia życicy — w pierwszej serii 2 VII i 27 VII 1968 r., zaś w drugiej serii 25 VI i 19 VII 1969 r.

Zawartość mikroelementów w suchej masie kupkówki i życicy oznaczono wg Johnsona i Ulricha² — Mo metodą rodankową, Cu metodą karbaminianową i Mn metodą nadmanganianową.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń i analiz chemicznych można stwierdzić, że nie tylko wysokość dawki [12], ale także rodzaj nawozu azotowego wpływa na zawartość badanych mikroelementów tak w kupkówce, jak i w życicy westerwoldzkiej. Wprawdzie reakcja tych traw na zastosowane nawozy azotowe okazała się częściowo różna, jednak trzeba wziąć pod uwagę różnice warunków środowiska w doświadczeniu polowym i wazonowym, a także genetyczne różnice między gatunkami traw.

Jak wynika z poprzedniej pracy [12] oraz z wykresów 1-3, rodzaj nawozów azotowych nie spowodował dużego zróżnicowania w plonach suchej masy kupkówki, a jedynie przy moczniku uzyskano przeważnie niższe plony, co w efekcie rzutowało na poziom przeciętnych plonów rocznych.

Również życica westerwoldzka nie wykazała znaczniejszych odchyłeń w plonach suchej masy w zależności od formy zastosowanego nawożenia, a głównym czynnikiem zwiększającym plony były wzrastające dawki N (rys. 4-5). Wprawdzie w roku 1969 zaznaczyła się w plonach pierwszego pokosu mniej korzystna reakcja na nawożenie $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ w porównaniu z innymi badanymi nawozami, ale na to wpłynąć mogła niedostateczna zasobność gleby w przyswajalny Mn, a ponadto na skutek wprowadzenia do gleby wraz z nawozem jonów Ca podwyższenie jej pH i zahamowanie działalności mikroflory glebowej [12], uruchamiającej ten mikroelement,

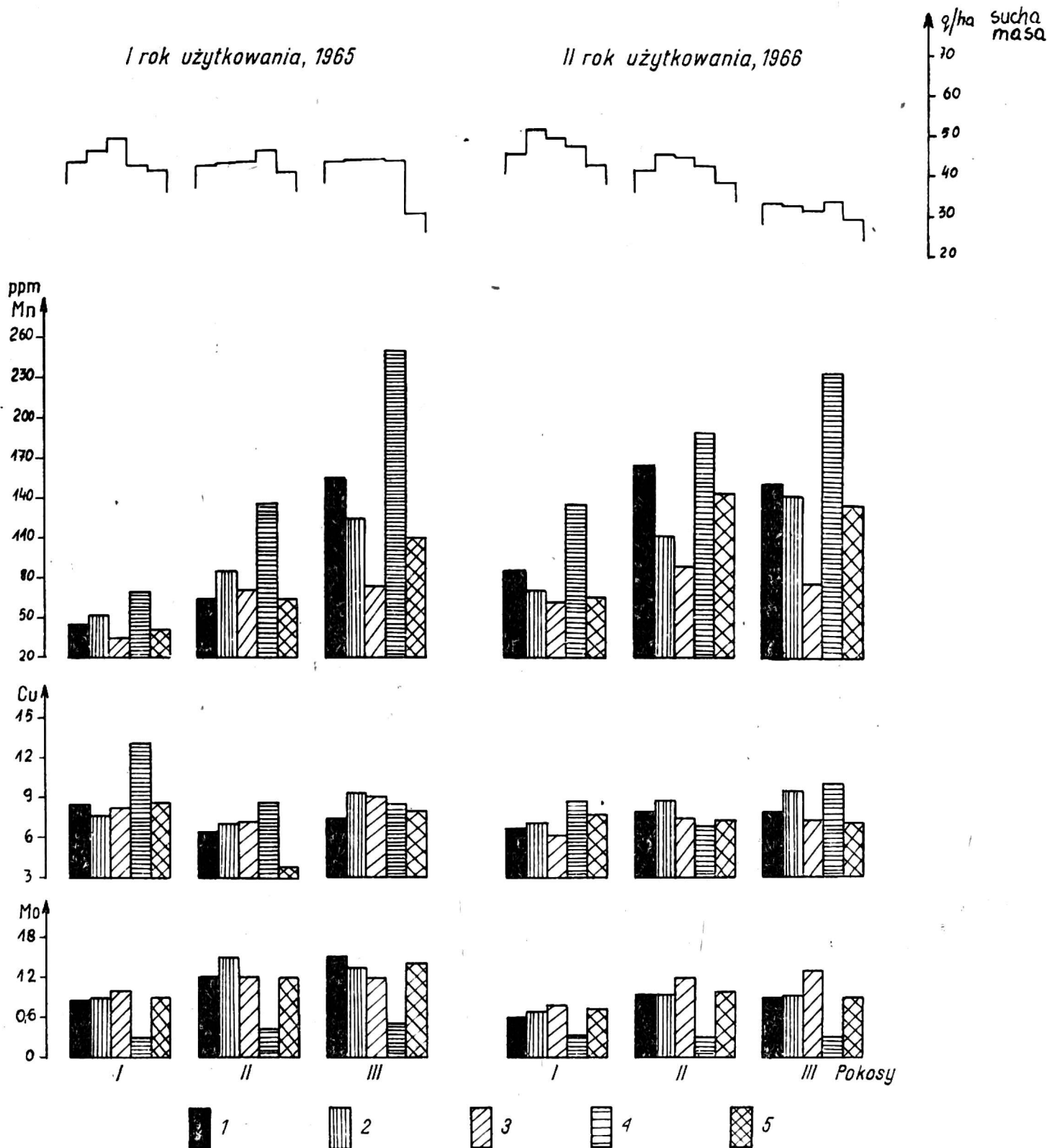
² Johnson C. M., Ulrich A.: II Analytical Methods for use in plant analysis. Calif. Agr. Exp. Sta. Bull. 1959, z. 766, s. 25-78.

który, jak wiadomo, posiada dla roślin decydujące znaczenie w procesach fotosyntezy. Wniosek taki nasuwa się przy porównaniu zawartości Mn w plonach suchej masy życicy (rys. 5), aczkolwiek nie przemawiają za nim wyniki przedstawione dla kupkówki (rys. 1-3). Wydaje się jednak, że różnice w reakcji obu gatunków traw były związane z różnym ich wiekiem w momencie stosowania badanych nawozów azotowych, a ponadto odmiennymi warunkami wegetacji w doświadczeniu polowym i wazonowym.

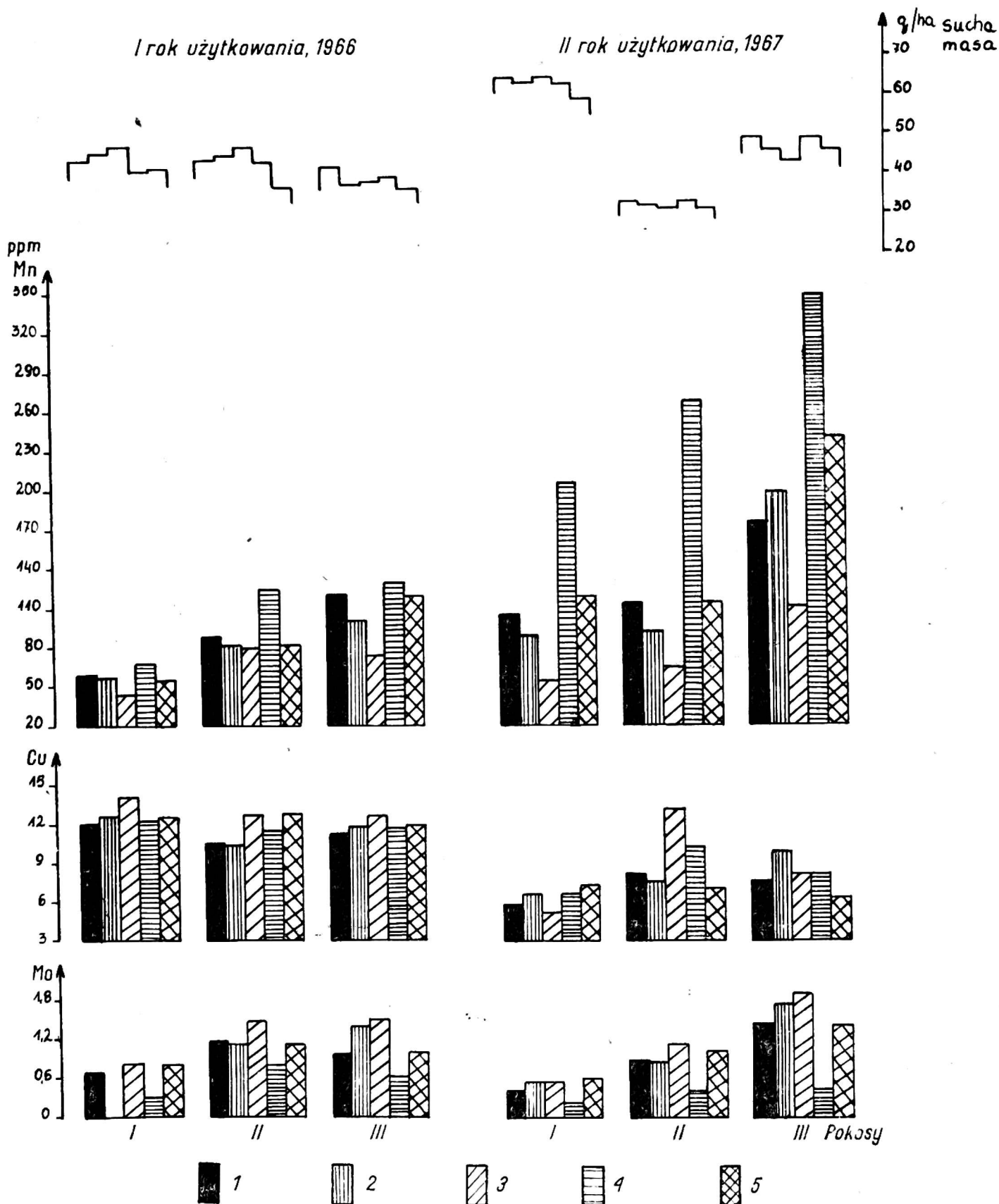
W drugim pokosie w obu latach doświadczenia z życicą stwierdzono obniżenie plonów suchej masy pod wpływem zwiększonych dawek siarczanu amonu, a zwłaszcza mocznika. Przypuszczalnie przyczyna takiej reakcji życicy na te nawozy tkwiła w zbyt powolnych procesach nitryfikacji w glebie i stratach N w postaci amoniaku.

W znacznie większym stopniu niż w plonach uwidoczniło się zróżnicowanie wpływu badanych nawozów azotowych na zawartość mikroelementów Mo i Mn w obu gatunkach traw. Zarówno kupkówka, jak i życica, zawierały najwięcej Mo przy nawożeniu saletrą wapniową, zaś najmniej przy siarczanie amonu. Odwrotnie niż Mo kształtowało się stężenie Mn. Najwięcej tego składnika zawierały rośliny nawożone siarczanem amonu, a najmniej nawożone saletrą wapniową. Pod wpływem innych porównywanych nawozów azotowych stwierdzone ilości Mo i Mn były pośrednie. Wiązało się to zapewne z charakterem fizjologicznie kwaśnym, obojętnym lub zasadowym poszczególnych nawozów oraz ich wpływem na pH gleby, zwłaszcza w strefie intensywnego pobierania składników pokarmowych przez korzenie roślin. Nie jest wykluczone, że do modyfikacji stwierdzonych zawartości Mo i Mn przyczyniły się również antagonizmy między jonami poszczególnych makro- i mikroskładników (np. Ca : Mn i Mo : SO₄). Otrzymane wyniki potwierdzają w dużej mierze badania innych autorów dotyczące zawartości Mo i Mn w kupkówce, względnie w innych trawach, na użytkach zielonych w zależności od rodzaju zastosowanych nawozów azotowych [2, 6, 7].

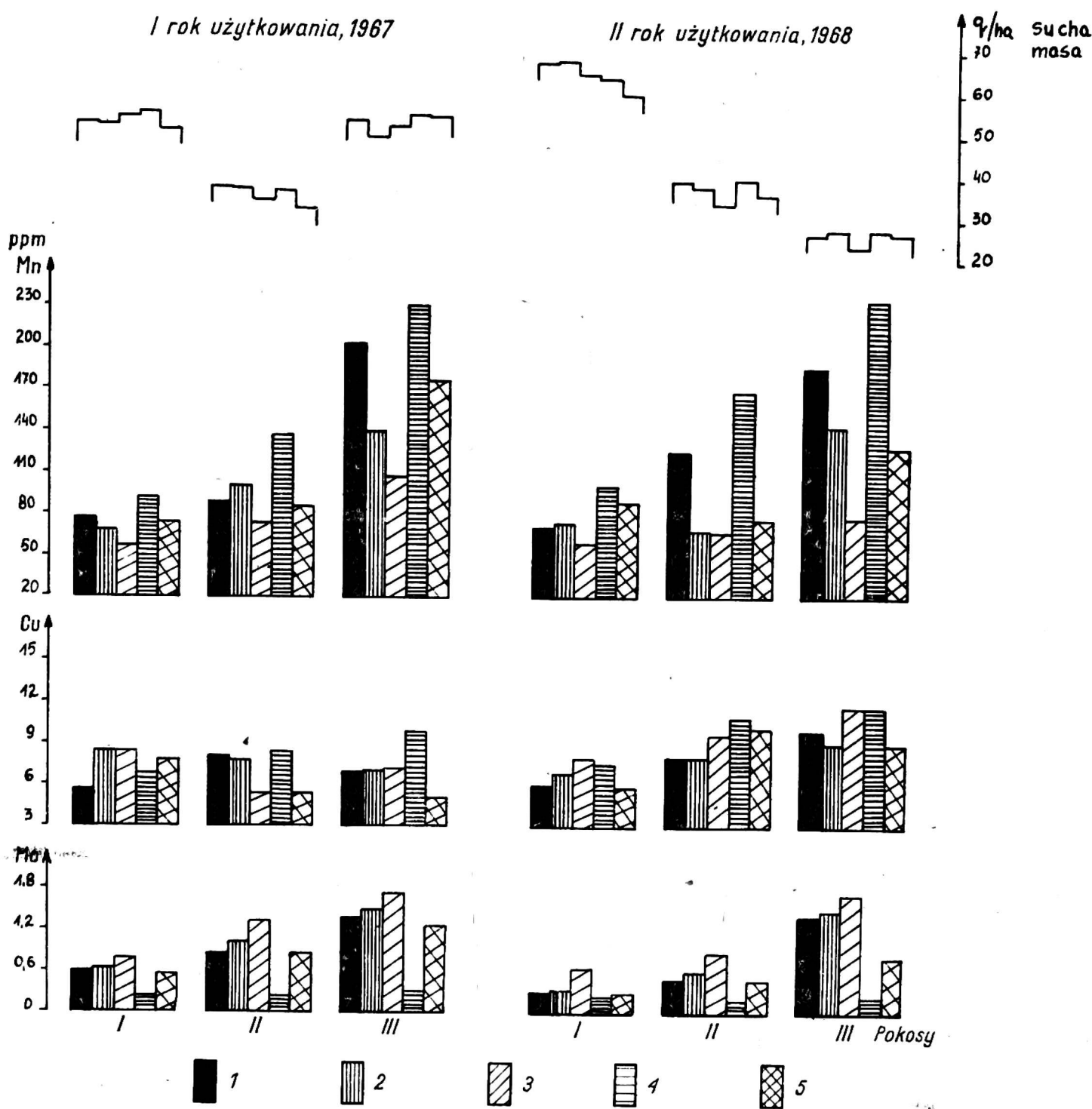
Zawartość Cu tak w kupkówce, jak i w życicy, nie wykazała zdecydowanej zależności od formy nawozu azotowego (rys. 1-5), co zgodne jest z danymi z literatury [2, 5, 6, 7]. Jedynie w niektórych pokosach w poszczególnych seriach doświadczenia stwierdzono stężenie Cu w kupkówce przy nawożeniu siarczanem amonu wyższe niż przy innych nawozach. Fakt ten trudno jest zinterpretować wobec twierdzenia Voisin [14] o powinowactwie jonów NH₄ do Cu, powodującego w glebie powstawanie związków chelatowych, z których dostępność miedzi dla roślin jest ograniczona. Można tylko przyjąć prawdopodobieństwo, że w tych pokosach rośliny pobierały sprawniej jony NH₄, względnie procesy nitryfikacji w glebie przebiegały ze zwiększoną intensywnością. Słuszna natomiast



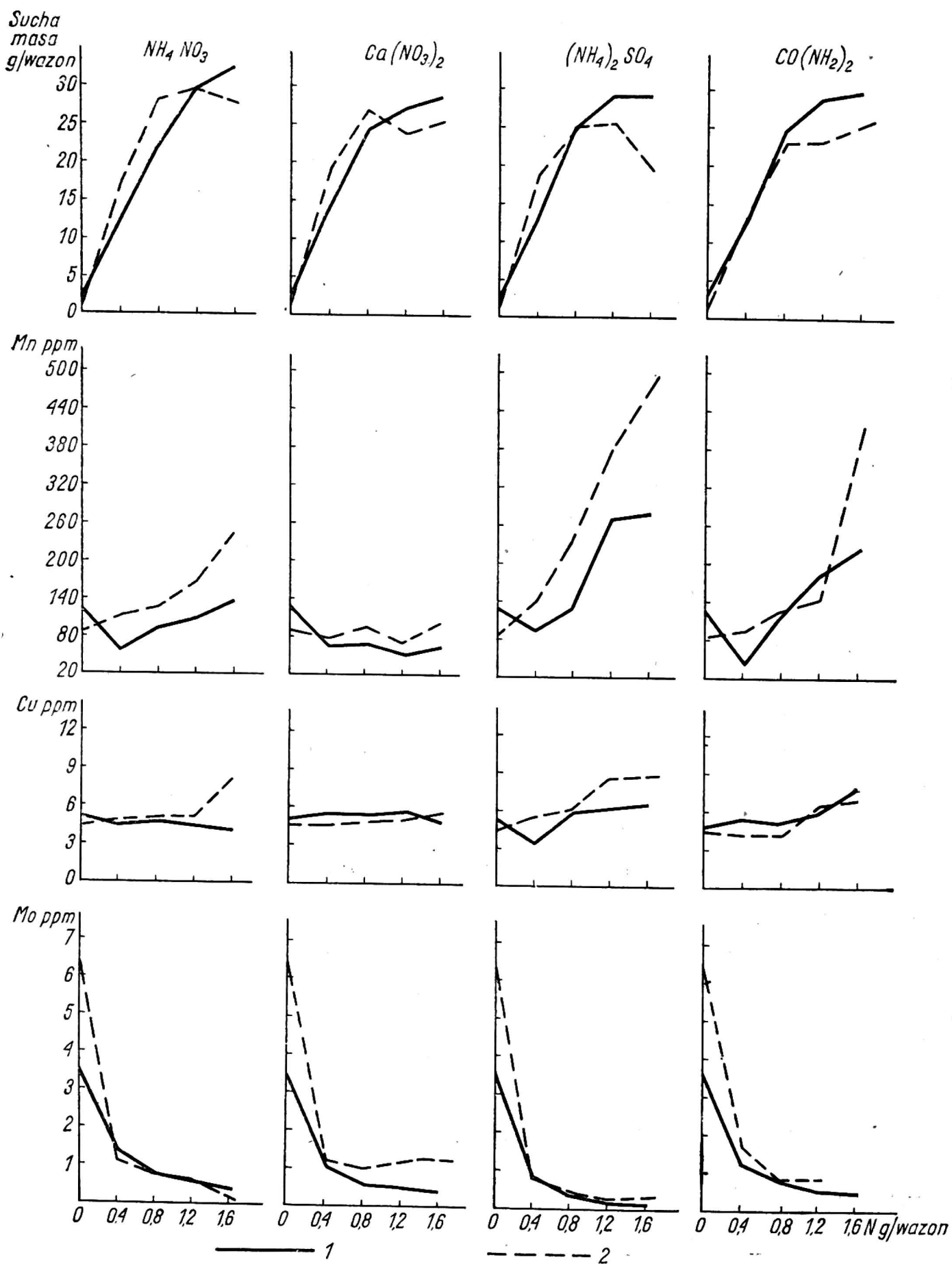
Rys. 1. Wpływ różnych nawozów azotowych na plony suchej masy oraz zawartość Mo, Cu i Mn w kępówce — I seria: 1 — saletra amonowa, 2 — saletrzak, 3 — saletra wapniowa, 4 — siarczan amonu, 5 — mocznik



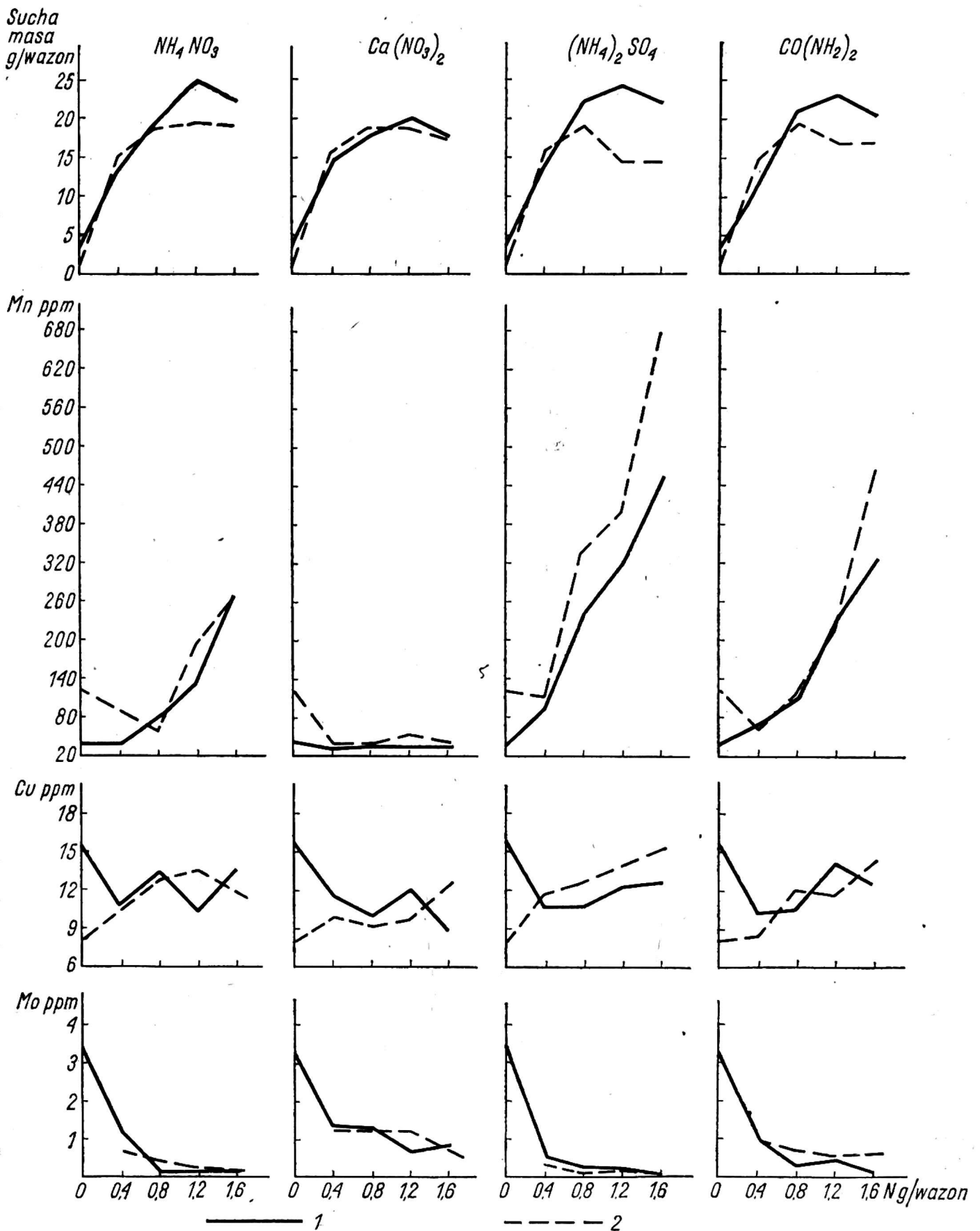
Rys. 2. Wpływ różnych nawozów azotowych na plony suchej masy oraz zawartość Mo, Cu i Mn w kępówce — II seria; objaśnienia jak na rysunku 1



Rys. 3. Wpływ różnych nawozów azotowych na plony suchej masy oraz zawartość Mo, Cu i Mn w kupkówce — III seria; objaśnienia jak na rysunku 1



Rys. 4. Wpływ różnych rodzajów i dawek nawozów azotowych na plony suchej masy oraz zawartość Mo, Cu i Mn w żytcy westerwoldzkiej I seria, 1968 r.: 1 — pierwszy pokos, 2 — drugi pokos



Rys. 5. Wpływ różnych rodzajów i dawek nawozów azotowych na plony suchej masy oraz zawartość Mo, Cu i Mn w żyłcy westerwoldzkiej — II seria, 1969 r.; objaśnienia jak na rysunku 4

wyduje się hipoteza Ruszkowskiej [9], że na lepsze pobranie Cu z gleby, wykazującej nawet niskie zaopatrzenie w ten składnik, może w znacznym stopniu wpłynąć aktywność oksydaz miedziowych.

W życicy westerwoldzkiej zawartość Mo i Mn kształtowała się zależnie od poziomu nawożenia azotem. Nawożenie wszystkimi badanymi formami azotu powodowało w tej trawie silny spadek zawartości Mo, nieco łagodniejszy jedynie przy nawożeniu $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ i $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Równocześnie wraz ze zwiększeniem dawek następował duży wzrost zawartości Mn, zwłaszcza przy nawożeniu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, natomiast prawie nie ulegało zmianie stężenie tego składnika w roślinach przy zwiększeniu dawek $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Reakcja Mo i Mn w życicy westerwoldzkiej na dawki azotu okazała się podobna do stwierdzonej u kupkówki w poprzedniej pracy [12] oraz przez innych autorów [2-4, 6, 7]. Jedynie Reid i in. [8], mimo zastosowania wysokich dawek azotu, nie uzyskali zdecydowanych zmian stężenia tych mikroelementów w kupkówce.

Podobnie jak w pracach wielu autorów [3-8,12], zaobserwowano zmiany sezonowe w zawartości badanych mikroelementów. Dotyczyły one przede wszystkim stężenia Mn w kupkówce, które silnie zwiększało się

T a b e l a

Roczne pobranie mikroelementów przez kupówkę w g/ha w zależności od rodzaju nawozów azotowych

Rodzaj nawozu	Mikro- elementy	Seria						Przeciętne z trzech serii	
		I		II		III		z trzech serii	
		rok użytkowania		rok użytkowania		rok użytkowania		z trzech serii	
		1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Saletra amonowa	Mo	16	10	12	13	13	6	14	10
Saletrzak		17	11	—	14	14	7	16	11
Saletra wapniowa		15	13	17	15	18	10	17	13
Siarczan amonu		5	4	7	4	3	4	5	4
Mocznik		13	10	11	13	13	6	12	10
Saletra amonowa	Cu	99	92	148	101	99	98	115	97
Saletrzak		111	107	149	111	108	101	123	106
Saletra wapniowa		113	88	175	107	102	113	130	103
Siarczan amonu		134	106	145	114	125	125	135	115
Mocznik		77	82	141	94	88	97	102	91
Saletra amonowa	Mn	1163	1573	1160	1905	1859	1472	1394	1650
Saletrzak		1165	1326	1018	1766	1377	1165	1187	1419
Saletra wapniowa		807	955	864	1017	1121	802	931	925
Siarczan amonu		2015	2253	1334	3894	2312	1967	1887	2705
Mocznik		785	1224	964	2162	1630	1160	1126	1515

od pierwszego do trzeciego pokosu, zwłaszcza przy nawożeniu siarczanem amonu, a najmniej przy saletrze wapniowej. Także zawartość Mo podlegała zmianom sezonowym (które najmniej uwidoczniły się przy nawożeniu siarczanem amonu) oraz zawartość Cu, jednak dla Cu w poszczególnych latach doświadczenia zmiany te nie układały się regularnie. Zapewne nie obojętny w tym wypadku był wpływ warunków atmosferycznych.

Pewien wzrost zawartości Mn nastąpił również w drugim pokosie życicy w porównaniu z pierwszym pokosem (głównie przy siarczanie amonu). Natomiast, podobnie jak u kupkówki, nieregularne, a ponadto bardzo małe były różnice między oboma pokosami w zawartości Mo i Cu.

Stosowane formy nawozów azotowych wpływały nie tylko na plony suchej masy i zawartość Mo, Cu i Mn, ale także na pobranie tych składników przez trawy. Na podstawie wyliczonego w tabeli 1 przeciętnego rocznego pobrania badanych mikroelementów przez kupkówkę można stwierdzić, że wyniesione z gleby wraz z plonami ilości mikroelementów były znaczne. W związku z tym minimalne ilości mikroelementów, dostarczane dotychczas do gleby z niektórymi nawozami mineralnymi, mogą okazać się niedostateczne [3, 12, 13, 14] i wskazane będzie ich uzupełnienie zarówno z uwagi na zapotrzebowanie roślin, jak zwierząt [10, 14].

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań nad zawartością mikroelementów Mo, Cu i Mn w kupkówce i życicy westerwoldzkiej w zależności od rodzaju zastosowanego nawozu azotowego wyprowadzono następujące wnioski:

1. W obu gatunkach traw stwierdzono najwyższe stężenie Mo i najniższe Mn przy nawożeniu saletrą wapniową i odwrotnie — najniższe stężenie Mo, zaś najwyższe Mn przy nawożeniu siarczanem amonu. Zawartość tych mikroelementów w trawach traktowanych saletrą amonową, saletrakiem lub mocznikiem była pośrednia.

2. Zwiększenie dawek wszystkich form azotu powodowało u życicy westerwoldzkiej spadek zawartości Mo, oraz, oprócz saletry wapniowej, wzrost zawartości Mn.

3. Nie stwierdzono wyraźnej zależności stężenia Cu w badanych trawach od rodzaju nawozu azotowego, niemniej w niektórych pokosach zaobserwowano tendencję wzrostu zawartości tego składnika, głównie pod wpływem siarczanu amonu, a u życicy westerwoldzkiej również przy zwiększeniu dawek azotu.

4. Wystąpiły znaczne zmiany sezonowe w postaci wzrostu stężenia Mn w kolejnych pokosach. Zawartość Mo i Cu podlegała również zmia-

nom sezonowym, jednak w poszczególnych latach dla Cu zmiany te nie układały się regularnie.

5. - Zwraca uwagę pobranie przez trawy znacznych ilości badanych mikroelementów z gleby przy intensywnym nawożeniu wszystkimi rodzajami nawozów azotowych.

LITERATURA

1. Bergmann W.: Metody określania zawartości magnezu i mikroelementów w glebach. *Międz. Czas Rol.* z. 3, 1963, s. 49-53.
2. Havre G. N. Dishington I. W.: The mineral composition of pasture as influenced by various types of heavy nitrogen dressing. *Acta Agr. Scand.* t. 12, nr 4, 1962, s. 298-308.
3. Hemingway R. G.: Copper, molybdenum, manganese and iron contents of herbage as influenced by fertilizer over a three-year period. *J. Brit. Grassl. Soc.*, t. 17, nr 3, 1962, s. 182-187.
4. Knabe O., Knabe B., Kreil W.: Einfluss der N-Düngung auf den Kupfergehalt im Weidegras. *Z. Landeskultur* t. 5, z. 3, 1964, s. 245-258.
5. Knabe O.: Einfluss der N-Düngung auf den Mg-, Cu- und Mn-Gehalt im Weidegras. *Z. Landeskultur* t. 8, z. 2, 1967, s. 99-106.
6. Perigaud S.: Les carences en oligoéléments chez ruminants en France. Leur diagnostic. Les problèmes soulevés par l'intensification fourragère. *Ann. Agron.*, t. 21, nr 5, 1970, s. 635-669.
7. Perigaud S.: Oligo-éléments et qualité des fourrages: Influence de la fumure minérale. *Fourrages* nr 57, 1974, s. 43-60.
8. Reid R. L., Jung G. A., Kinesey C. M.: Nutritive value of nitrogen-fertilized orchardgrass pasture at different periods of the year. *Agron. J.*, t. 59, nr 6, 1967, s. 519-525.
9. Ruskowska M., Łyszcz S.: Różne kryteria oceny zaopatrzenia gleb w przyswajalne formy manganu, molibdenu i miedzi. *Pam. puł.* z. 47, 1971, s. 7-31.
10. Stählin A.: Grünfutter und Heu. *Handbuch der Futtermittel*, Wyd. Paul Parey, Hamburg-Berlin, t. 1, 1969, s. 1-177.
11. Stuczyński E., Stuczyńska J., Jakubowski S.: Działanie różnych nawozów azotowych na plon i skład chemiczny kupkówki. *Pam. puł.* z. 51, 1972, s. 233-248.
12. Wpływ nawożenia azotem na zawartość niektórych mikroelementów w kupkówce. *Pam. puł.* z. 59, 1974, s. 197-209.
13. Szukalski H.: *Mikroelementy*. PWRiL, Warszawa 1973.
14. Voisin A.: *Nawożenie a nowe prawa naukowe*. PWRiL, Warszawa 1967.