

A. MAKSIMOW i ST. LIWSKI

MIKRONAWOZY NA GLEBACH TORFOWYCH

(Z Zakładu Torfoznawstwa S. G. G. W. w Warszawie)

W związku z intensyfikacją naszego rolnictwa wysuwa się na pierwszy plan kwestia podniesienia wysokości i jakości plonów. Wymaga to zmobilizowania i wzięcia pod uwagę przydatności wszelkich środków, pozwalających cel ten osiągnąć. Wyłania się tu możliwość wzięcia pod uwagę tak licznych w naszym kraju gleb torfowych, które w rolnictwie wykorzystywane są w stosunkowo niedużym procencie i w ogólnej gospodarce rolniczej są mocno zaniedbane.

Praktyka zagraniczna, zwłaszcza praktyka rolnicza Związku Radzieckiego, od dawna już zwróciła szczególną uwagę na uprawę torfów i stwierdziła, że torfowiska po odpowiednio przeprowadzonej melioracji mogą stanowić dobre warsztaty rolnicze, zwłaszcza przy uprawie roślin pastewnych i warzyw.

Okolo półtora miliona ha torfów niskich w Polsce stanowi niewiele więcej 5% gruntów użytkowanych rolniczo, toteż zagadnienie zagospodarowania rolniczego obszarów torfowych posiada dużą wagę.

Należy podkreślić, że specyficzne własności torfów wymagają oprócz zabiegów melioracyjnych, odpowiedniego płodozmianu z udziałem traw wieloletnich, racjonalnej uprawy i nawożenia, co sprzyja mobilizacji składników odżywczych w górnej ornej warstwie torfu i działa pobudzająco na rozwój mikroflory gleb torfowych. Jak dotychczas, stosowanie nawozów na torfach nosi u nas charakter standartowy. Panuje pogląd, że gleby torfowe wymagają przede wszystkim nawożenia potasowego, a potem fosforowego. Badania jednak ostatniego dziesięciolecia wykazały, że przy uprawie roślin gospodarczych na torfach należy je traktować indywidualnie, przy czym poważny wpływ na ilość i jakość plonów mogą mieć niektóre mikroelementy (Cu, Mn, B, Co i inne), stosowane w postaci nawozów. Dowiodły tego liczne doświadczenia wazonowe i polowe, przeprowadzone w Związku Radzieckim (1, 6, 11, 12, 15, 16, 18, 23) i innych krajach (2, 3, 4, 13, 19, 21, 22).

Praktyczne znaczenie mikronawozów nie ogranicza się tylko do ich wpływu na powiększenie plonów roślin uprawnych, lecz w wielu wypadkach posiadają one duży wpływ na jakość i zdrowotność plonów, a niektóre z mikroelementów poprostu są niezbędne dla życia roślin, zwierząt i ludzi. Jest to jedno z największych osiągnięć biologii lat ostatnich. (7, 10, 14, 17, 18, 20).

Gleby torfowe na ogół są ubogie w mikroelementy. Stosując więc mikronawozy powiększamy żyzność tych gleb oraz zwalczamy w ten sposób wiele chorób roślin, spowodowanych niedostateczną zawartością mikroelementów w torfie.

W celu stwierdzenia wpływu mikronawozów na żyzność torfów, od kilku lat Zakład Torfoznawstwa SGGW prowadzi doświadczenia wazonowe i polowe z różnymi roślinami. Praca niniejsza przedstawia jeden z fragmentów opracowanych doświadczeń wazonowych przeprowadzonych w tym kierunku.

BADANIA WŁASNE

Doświadczenia z rajgrasem, rzepakiem jarym, owsem i szpinakiem, przeprowadzono w hali wegetacyjnej pola doświadczalnego SGGW w Skierniewicach. Zastosowano w tym celu emaliowane wazony Mitscherlicha w 4-krotnym powtórzeniu. Do doświadczeń użyto torfu trzciniowego z głębokości warstwy ornej o stopniu rozkładu 90% i reakcji obojętnej (pH — 6,8). Torf pochodzi z torfowiska Błonie — Topola. Torfowisko to jest zmeliorowane i od dawna użytkowane rolniczo. Do każdego wazonu odważono po 3,2 kg torfu o zawartości wilgoci 60%. Pojemność wodna torfu wynosiła 320%. Podczas całego okresu wegetacyjnego podlewano rośliny wodą destylowaną do 75% całkowitej pojemności wodnej torfu. Skład chemiczny torfu uwidoczony jest w poniżej zamieszczonych tablicach Nr 1 i Nr 2.

Tablica 1.
Skład chemiczny torfu w % a. s. m. torfu

Nazwa składnika	Zawartość w %
Popiół surowy	21,35
Popiół czysty	10,60
Substancje organiczne	78,65
Azot (N)	3,28
Fosfor (P_2O_5)	0,35
Potas (K_2O)	0,43
Wapń (CaO)	4,69
Suma tlenków (R_2O_3)	3,37

Tablica 2.

Zawartość mikropierwiastków w torfie w mg/kg a.s.m.

Nazwa składnika	Zawartość w mg/kg
Mangan ogólny (Mn)	180
Mangan wymienny (Mn)	10
Bor ogólny (B)	105
Bor rozpuszcz. w H ₂ O (B)	30
Miedź ogólna (Cu)	14

Tablica 3.

Kombinacje i dawki nawozowe

L. p.	Kombinacja	Rodzaj nawozu	Dawka w g na wazon	Uwagi
1	K	K ₂ SO ₄ ch. cz.	1,2	
	PK	K ₂ SO ₄ Na ₂ HPO ₄ ”	1,2 0,95	
3	NPK	K ₂ SO ₄ Na ₂ HPO ₄ ” NH ₄ NO ₃ ”	1,2 0,95 0,72	
4	NPK+Cu	CuSO ₄ ”	0,63	o zawartości 24,4 % Cu
5	NPK+2 Cu	CuSO ₄ ”	1,25	
6	NPK+Mn	MnSO ₄ ”	0,8	o zawartości 19,8 % Mn
7	NPK+Mn+Cu	MnSO ₄ CuSO ₄ ”	0,8 0,63	
8	NPK+Mn+S	MnSO ₄ S ”	0,8 1,25	w postaci kwiatu siarkowego
9	NPK+B	odpadki borowe	0,1	o zawartości 12 % B ₂ O ₃
10	NPK+B+S	odpadki borowe S	0,1 1,25	

Doświadczenie z rajgrasem

Rajgras holenderski westerwoldzki zasiano dnia 18.VII.1949 r. po 2,5 g nasion na wazon. Po 1,5 miesiącu wegetacji dały się zauważyć następujące różnice:

W kombinacji K silnie zaakcentowane usychanie koniuszków liści. Rozwój roślin słaby, liście wąskie a długie, wzrost wyraźnie zahamowany.

PK — usychanie końców liści słabsze, blaszki liściowe wyraźnie szersze niż w K, wysokość na ogół mniejsza, lecz rośliny bujniejsze, wyraźny wpływ fosforu.

NPK — to samo, co PK.

NPK + Cu — bujny wzrost traw, liście szerokie, długie o intensywnej barwie zielonej. Na podwójnej dawce miedzi rośliny trochę słabsze.

NPK + Mn + Cu — rośliny dobre, jak w kombinacji z podwójną dawką miedzi.

NPK + Mn i NPK + Mn + S — rośliny takie, jak z podwójną dawką miedzi.

W kombinacji z borem rośliny bardzo ładne, zaś w NPK + B + S — wyraźnie słabsze.

Po 2,5 miesiącach wegetacji, to znaczy przed sprzętem zaobserwowano następujące różnice:

W kombinacji K rośliny cienkie, długie, silnie podsychające i ciemniejące, silnie zaakcentowane usychanie czubków blaszek liściowych, zieleni jaśniejsza, niż w pozostałych kombinacjach. Wysokość roślin 20 cm.

PK — rośliny wyglądają lepiej, bardziej intensywny kolor, usychanie słabsze, blaszki szersze, wyraźny wpływ fosforu.

NPK takie same — jak PK.

Widać ogromny wpływ miedzi w kombinacji NPK + Cu, drugie tyle masy zielonej, kolor ciemno-zielony. Bujny wzrost, wysokość 45 cm. Podwójna dawka miedzi wykazuje nieco gorsze działanie, widocznie już lekko toksyczne.

Kombinacje z Mn i z B dobre, podobnie jak z Cu.

Dodatek zaś siarki wykazuje lekko ujemny wpływ. Szczególnie dało się to zauważyć w kombinacji B + S, gdzie rośliny są znacznie słabsze (jaśniejsze zabarwienie).

Sprzęt nastąpił 3.X.1949 r.

Wyniki plonów podajemy w tablicy Nr 4.

Tablica 4

Zestawienie średnich plonów abs. s. m. siana rajgrasu holenderskiego w g/wazon.

L. p.	Kombinacja	Plon siana	Plony w liczbach względnych
1	NPK + Cu	22,6 ± 0,23	184
2	NPK + Cu + Mn	20,1 ± 1,13	164
3	NPK + B	20,0 ± 0,22	164
4	NPK + Mn	18,4 ± 2,25	151
5	NPK + Mn + S	16,2 ± 0,44	133
6	NPK + 2Cu	15,5 ± 1,50	127
7	NPK + B + S	14,8 ± 0,80	121
8	PK	13,3 ± 0,73	109
9	NPK	12,2 ± 0,48	100
10	K	10,5 ± 0,21	87

Doświadczenie to wykazało dodatni wpływ mikronawozów na plon rajgrasu, zwłaszcza wybitny wpływ wykazały nawozy miedziowe, następnie borowe i w końcu manganowe. W porównaniu z NPK zwyżka plonów na mikronawozach wynosiła od 20 do 84%.

Zastosowanie boru łącznie z siarką obniżyło plon rajgrasu w porównaniu z działaniem samego boru. Podwójna dawka miedzi okazała działanie depresyjne w stosunku do pojedynczej dawki Cu.

Istnieją wzmianki w literaturze, że obecność mikroelementów w środowisku odżywczym powoduje oszczędne użytkowanie niektórych makropierwiastków. Chcąc to sprawdzić, wykonaliśmy analizy rajgrasu na zawartość azotu (N) i fosforu (P_2O_5).

Wyniki analiz zamieszczone są w tablicy Nr 5.

Tablica 5

Plony rajgrasu, oraz procentowa zawartość i plony N-ogólnego i P_2O_5 .

Kombinacje nawozowe	Plon siana w g/wazon	azot w %	Plon azotu w mg/waz:	P_2O_5 w %	Plon P_2O_5 w mg/waz.
K	10,5	2,84	298	0,35	36
PK	13,3	3,64	484	0,81	107
NPK	12,2	3,76	458	0,72	87
NPK+Cu	22,6	3,11	702	0,61	135
NPK+2Cu	15,5	3,49	540	0,69	99
NPK+Mn	18,4	3,15	579	0,60	110
NPK+Mn+Cu	20,1	3,22	647	0,58	116
NPK+Mn+S	16,2	3,45	558	0,68	110
NPK+B	20,0	3,22	644	0,60	120
NPK+B+S	14,8	3,65	540	0,70	103

Z tablicy powyższej wynika, że zawartość procentowa azotu we wszystkich kombinacjach z dodatkiem Cu, Mn, B była niższa, niż kombinacji NPK, najniższa zaś w kombinacji z K. Ta sama współzależność zachodzi z fosforem.

Siarka zaś przypuszczalnie obniżając pH, wpływała na podniesienie procentowej zawartości azotu jak i fosforu, na skutek czego w tej kombinacji różnic zawartości N i P_2O_5 w porównaniu z NPK nie ma. Ogólny plon azotu czy fosforu jest wyższy we wszystkich kombinacjach z mikronawozami.

Stwierdzono przy tym, że w wypadku rajgrasu zmniejszenie procentowej zawartości N i P_2O_5 w roślinach zupełnie nie wpływa na normalny rozwój i plon roślin. Zachodzi za tym lepsze użytkowanie przez rośliny pobranego azotu i fosforu. Wskutek tego zwiększa się znacznie współczynnik wykorzystania azotu i fosforu w roślinach na jednostkę substancji organicznej.

W razie niedostatecznej ilości powyższych mikropierwiastków w pokarmie, produkcja substancji organicznej ulega częściowemu zahamowaniu, plony są wtedy mniejsze, zaś składniki odżywcze nagromadzone w tkankach roślinnych pozostają niecałkowicie zużytkowane przez rośliny.

Analizy te wykazały więc, że rajgras gospodaruje oszczędniej azotem i fosforem, o ile w środowisku odżywczym znajduje się dostateczna ilość przyswajalnych mikropierwiastków.

W tablicy Nr 6 zamieszczone są średnie zawartości boru manganu i miedzi obliczone w mg/kg s. m. rajgrasu.

Tablica 6
Zawartość boru (B), manganu (Mn) i miedzi (Cu) w mg/kg s.m rajgrasu.

Kombinacje nawozowe	Bor B	Mangan Mn	Miedź Cu
K.	66	26	9
PK	71	24	—
NPK	88	24	16
NPK+Cu	71	20	15
NPK+2Cu	71	16	—
NPK+Cu+Mn	60	26	—
NPK+Mn	71	39	16
NPK+Mn+S	88	48	9
NPK+B	88	30	—
NPK+B+S	93	28	11

Pełne nawożenie wpłynęło dodatnio na większe pobieranie boru, zawartego w torfie. Obecność miedzi i manganu obniżyły zawartość boru w rajgrasie, siarka zaś wykazała tendencję do podwyższenia zawartości boru w tej roślinie.

Nawożenie borowe nie wykazało istotnego wpływu na podniesienie zawartości boru w rajgrasie.

Torf, na którym przeprowadzono doświadczenia, posiadał dość dużą ilość boru rozpuszczalnego w wodzie. Poza tym torf ten był już w długoletniej uprawie, więc z nawozami mineralnymi a szczególnie z surowymi solami potasowymi prawdopodobnie mógł się do niego dostać bor.

Dawki manganu, a zwłaszcza manganu łącznie z siarką znacznie podnoszą zawartość tegoż w rajgrasie. Uwidocznia się działanie siarki obniżającej pH, natomiast nawożenie miedziowe obniża ilość manganu nie tylko tam, gdzie nie było nawożenia manganowego, ale i w kombinacji manganu z miedzią. Widzimy tu, że miedź działa obniżająco na zawartość Mn. Należy więc przypuszczać, że Cu i Mn są albo antagonistami,

albo wzajemnie się uzupełniają. Nawożenie zaś miedziowe nie wpłynęło na zawartość miedzi w rajgrasie, podczas gdy dawki siarki zmniejszyły ilość w nim miedzi.

Przy wykonywaniu analiz posługiwaliśmy się następującymi metodami:

Azot (N) — metodą Kjeldahla

Fosfor (P_2O_5) — metodą Lorenza,

Bor (B) — metodą fotokolorymetryczną, za pomocą chinolizariny,

Mangan (Mn) — metodą fotokolorymetryczną nadsiarczanową Beli-Horwatha,

Miedź (Cu) — metodą fotokolorymetryczną za pomocą dwuetylodwutio-karbaminianu sodowego,

Żelazo (Fe) — metodą fotokolorymetryczną za pomocą orto-fenantroliny.

Metody kolorymetryczne oznaczania boru i manganu podane są w naszych publikacjach (8, 9). Opis metody oznaczania miedzi podajemy w końcu niniejszej pracy.

D o ś w i a d c z e n i e z o w s e m

Siew owsa o sile kiełkowania 90% wykonano 20 maja. Siano po 25 ziaren na wazon. Kombinacje i dawki nawozu takie same, jak w tabelicy Nr 3. Po miesiącu zauważono chorobliwy stan owsa. Koniuszki roślin we wszystkich wazonach oprócz kombinacji z miedzią zaczęły nabierać zabarwienia różowawo-żółtego. Zabarwienie to posuwało się stopniowo z góry na dół z tym, że po zabarwieniu różowo-żółtym następował kolor czerwono-szary przy całkowitym zeschnięciu listka.

Zauważono większe nasilenie występowania usychających liści w partiach dolnych źdźbeł. Przesuwanie się zabarwienia chorobliwego i za nim idącego zasychania występowało w pierwszych momentach na bocznych partiach wierzchołków liści, a następnie wzdłuż użytkowania przesuwało się w dół.

Choroba opanowała kombinacje z borem w 80%, z borem i siarką w 50%, wszystkie inne kombinacje oprócz miedzi i manganu ca 40%. W kombinacjach z miedzią i manganem około 10% roślin było porażone chorobą. Wybrano z każdej kombinacji po jednym wazonie i potraktowano je 50 ml 0,1% roztworu sublimatu jako antydotum przeciwko ewentualnym chorobotwórczym mikroorganizmom w glebie. Zabieg ten nie spowodował polepszenia zdrowotności owsa. Przed sprzętem owies wykazał poważne różnice między kombinacjami z miedzią i bez miedzi. Rośliny z nawożeniem miedziowym były najbardziej rozkrzewione, najwyższe i najszybciej dojrzewające. Porównanie ze sobą roślin z poszczególnych kombinacji nawozowych podaje tablica Nr 7.

Tablica 7

Porównanie roślin owsa otrzymanego na różnych kombinacjach nawozowych.

Kombinacja nawozowa	Przeciętna wielkość roślin	Krzewienie	Wiechy
K	30 cm	słabe	słabe
PK	40 „	dobre	słabe
NPK	40 „	niezbyt dobre	niezbyt dobre
NPK+Cu	65 „	b. dobre	b. dobre
NPK+2Cu	65 „	b. dobre	b. dobre
NPK+Cu+Mn	60 „	b. dobre	b. dobre
NPK+Mn	50 „	dobre	dobre
NPK+Mn+S	50 „	dobre	dobre
NPK+B	35 „	słabe	słabe
NPK+B+S	35 „	słabe	słabe

Oprócz kombinacji z miedzią wszystkie inne rośliny posiadały sporo blaszek liściowych czerwonych, najwięcej w kombinacjach z manganem. Ogólne plony na miedzi dobre, na manganie — średnie, na nawożeniu fosforo-potasowym — słabe, przy NPK — jeszcze słabsze. Bardzo słabe plony otrzymano przy użyciu boru, najslabsze przy samym tylko nawożeniu potasowym.

Wystąpiła różnica pomiędzy kombinacjami K i PK (PK o wiele lepsze). Zbiór owsa na kombinacji NPK + Cu, NPK + 2Cu, NPK + Cu + Mn nastąpił 6 sierpnia, resztę sprzątnięto 9 sierpnia.

Kwasowość torfu w wodzie po sprzęcie pozostała w granicach pH — 6,6 do 6,7 i tylko na kombinacji NPK + B + S — pH zostało obniżone do 6,2.

Pomimo chorobliwego stanu owsa kombinacje z miedzią oraz z miedzią i manganem wydały normalne plony ziarna owsa.

Plony ziarna na innych kombinacjach były niskie. Szczególną depresję plonu obserwuje się w wypadku zastosowania nawożenia borowego.

Plony owsa wykazuje tablica Nr 8.

Wysuszone i zmielone plony ziarna i słomy owsa poddano analizie chemicznej na zawartość N i P₂O₅, boru (B) i manganu (Mn). Wyniki przytoczono w tablicy Nr 9.

Nawożenie miedziowe w pojedynczej dawce i nawożenie manganowe w porównaniu z NPK obniżyły procentową zawartość azotu i to tylko w słomie.

Zawartość procentowa fosforu uległa obniżce w wypadku stosowania mikronawozów za wyjątkiem kombinacji B + S. Obniżka w porównaniu z kombinacją NPK wyniosła 25—30% zawartości fosforu. Widzimy

Tablica 8
Plony owśa

Kombinacje nawozowe	Średni plon ogólny w g/wazon	Średni plon ziarna w g/wazon
K	5,84 ± 1,06	0,38 ± 0,098
PK	13,48 ± 1,45	1,40 ± 0,24
NPK	10,17 ± 1,51	0,81 ± 0,23
NPK+Cu	19,27 ± 2,36	6,90 ± 0,97
NPK+2 Cu	19,41 ± 0,99	7,45 ± 0,58
NPK+Mn	14,34 ± 0,36	1,95 ± 0,22
NPK+Mn+Cu	19,38 ± 1,60	7,26 ± 0,44
NPK+Mn+S	16,82 ± 0,79	2,72 ± 0,28
NPK+B	3,91 ± 0,25	0,15 ± 0,03
NPK+B+S	10,22 ± 1,84	0,91 ± 0,36

Tablica 9
Owies

Kombinacja nawozowa	Azot w % s.m.		P ₂ O ₅ w % s.m.		Bor w mg/kg s.m.		Mangan w mg/kg s.m.	
	słoma	ziarno	słoma	ziarno	słoma	ziarno	słoma	ziarno
K	0,59	1,85	0,46	0,63	55	6	19	7
PK	0,61	1,72	0,49	0,88	55	7	19	—
NPK	0,66	1,59	0,42	0,85	55	—	25	20
NPK+Cu	0,44	2,03	0,25	0,56	34	8	6	ślady
NPK+2 Cu	0,73	1,82	0,30	0,56	30	10	8	„
NPK+Mn	0,59	1,62	0,28	0,77	40	10	31	26
NNK+Mn+Cu	0,82	2,02	0,27	0,56	34	10	13	10
NPK+Mn+S	0,91	1,50	0,29	0,76	44	18	52	—
NPK+B	0,54	—	0,37	—	64	14	27	—
NPK+B+S	0,87	2,09	0,42	1,06	60	20	28	—

tu korzystny wpływ mikronawozów na lepsze wykorzystanie i zużytkowanie fosforu przez owies.

Jeżeli chodzi o zawartość boru (B) w owsie, to gromadzi się on głównie w słomie, gdzie zawartość dochodzi do 60 mg/kg a. s. m. Zawartość boru (B) w ziarnie owśa jest nieznaczna i waha się w granicach 6—10 mg/kg a. s. m.

Z powodu bardzo małych plonów ziarna nie mogliśmy wykonać analiz na zawartość manganu we wszystkich kombinacjach. Wykonano analizy na mangan w ziarnie z kombinacji NPK, NPK + Cu, NPK + Cu + Mn i NPK + Mn. Z wyników przytoczonych w tablicy Nr 9 widzimy tę samą zależność jak w doświadczeniu poprzednim, a mianowicie: zarówno w ziarnie jak i w słomie miedź wpływa obniżająco na zawartość manganu w roślinach. Siarka wpłynęła i w tym doświadczeniu zupełnie wyraźnie na powiększenie pobierania manganu przez roślinę.

D o ś w i a d c z e n i e z r z e p a k i e m

Zastosowano 9 kombinacji, bez kombinacji PK podanej w schemacie. Nawożenie stosowano jak podano w tablicy III, z tym jednak, że nawożenie K i NPK дано w dwukrotnie większej ilości. Powtórzenie czterokrotne.

Doświadczenie założono 17.V.1949 r. tegoż dnia zasiano po 24 nasiona na wazon, rzepak jary „Śląski“.

Wschody trwały od 23.V. do 26.V.

W początkach wegetacji dały się zauważyć różnice między kombinacjami. Najgorzej wyglądały rośliny na kombinacji K i NPK; roślinki drobne o małych listkach. Na innych — rośliny większe i lepiej rozwinięte. Szczególnie wyróżniały się kombinacje B + S, przy czym podwójna dawka CuSO_4 działała nieco niekorzystnie.

5.VIII. — rośliny we wszystkich kombinacjach zakryły liśćmi powierzchnię wazonów. 9. VIII. — dodano po 0,2 g N.

Po dwóch miesiącach rośliny tworzą pączki kwiatowe. Kombinacje bez mikroelementów opóźnione w rozwoju. Wyróżniają się kombinacje Mn + Cu, Cu oraz B. Najbardziej przyspieszone jest kwitnienie kombinacji Mn + Cu, Mn + S i z B. Opóźnione z K i NPK. Ilość łodyg kwitnących i przekwitłych w poszczególnych kombinacjach:

K	— 2	rośliny
NPK	— 2	„
NPK + Cu	— 9	„
NPK + 2Cu	— 5	„
NPK + Mn	— 6	„
NPK + Mn + Cu	— 18	„
NPK + Mn + S	— 16	„
NPK + B	— 16	„
NPK + B + S	— 8	„

Sprzątnięto rzepak w dniach od 25. IX. do 5. X., czyli po przeszło 4-ech miesiącach wegetacji.

Po sprzęcie roślin wykonano pomiary pH torfu w wazonach.

Okazało się, że najniższe pH (6,4) było w wazonach, gdzie była dana siarka. Miedź zaś i mangan podwyższyły nieco pH (7,2). Na podstawie wyżej podanych obserwacji widzimy, że mikronawozy wpływają na przyspieszenie wegetacji roślin, w pierwszym zaś rzędzie kombinacje nawozowe takie jak: Mn + Cu, Mn + S i B.

Szczególnie w pierwszej fazie rozwoju wszystkie mikronawozy zwiększały masę roślinną. Tłumaczymy to pobudzającym działaniem mi-

kronawozów na mikroflorę torfową, głównie zaś prawdopodobnie intensywnym przebiegiem nityfikacji azotu w pierwszych tygodniach wegetacji. (24)

Średnie plony powietrznie suchej masy rzepaku podane są w tabelicy Nr 10.

Tablica 10
Powietrznie suchy plon rzepaku w g/wazon.

L.p.	Kombinacje nawozowe	Plon ogólny	Plon ziarna	Plon słomy
1	NPK + B	43,36	4,45 ± 0,15	38,91
2	NPK + B + S	40,59	3,02 ± 0,28	37,57
3	NPK + Mn + S	40,55	2,92 ± 0,43	37,63
4	NPK + Mn + Cu	39,46	2,72 ± 0,28	36,74
5	NPK + Cu	39,33	2,44 ± 0,16	36,89
6	NPK + 2Cu	39,20	1,96 ± 0,15	37,24
7	K	34,20	1,62 ± 0,17	32,58
8	NPK	43,10	1,42 ± 0,11	41,66
9	NPK + Mn	39,32	1,41 ± 0,09	37,91

Z danych tabelicy Nr 10 widzimy, że wszystkie mikronawozy, z wyjątkiem samego Mn, działały dodatnio na plonowanie rzepaku.

Zwyzka plonów ziarna na kombinacji z borem w porównaniu z NPK wynosiła kilkaset procent.

Na kombinacji Mn + S otrzymano także plon o 100% większy w porównaniu z kombinacją NPK.

Natomiast na kombinacji z samym Mn żadnej zwyzki plonów nasion nie otrzymano.

Najmniejszy wpływ na plon rzepaku wykazała kombinacja z Cu, przyczym zaznaczyło się, że pojedyncza dawka miedzi działa lepiej od dawki podwójnej.

Charakterystyczne jest, że dodatek siarki do nawozów borowych działa depresyjnie; natomiast dodatek S do nawozów manganowych wpłynął dodatnio.

Reasumując możemy powiedzieć, że przy uprawie rzepaku jarego na torfach przede wszystkim pożądane jest stosowanie nawożenia dodatkowego borowego i manganowego z siarką.

Celem przekonania się, jak obecność mikroelementów w środowisku odżywczym wpływa na gromadzenie się tłuszczów w nasionach rzepaku, wykonano analizy nasion z niektórych kombinacji na zawartość tłuszczu surowego.

Otrzymane wyniki umieszczone są w tabelicy Nr 11.

Tablica 11

Procent i plon tłuszczu w nasionach rzepaku w a.s.m. nasion

Kombinacje nawozowe	Plon nasion w g/wazon	Zawartość tłuszczu w %%	Plon tłuszczu w mg/wazon
NPK	1.28	37.12	475
NPK+Mn	1.27	38.31	486
NPK+Cu	2.20	39.40	866
NPK+B	4.01	39.69	1587

Z powyższej tablicy wynika, że zawartość procentowa tłuszczu surowego w nasionach była na badanych kombinacjach z mikroelementami większa niż na kombinacji NPK.

Zawartość zaś tłuszczu na kombinacji z borem wzrosła w nasionach o 2,5% w porównaniu z kombinacją NPK.

Plon tłuszczu surowego na wazon był na serii borowej przeszło trzykrotnie wyższy, a na serii z miedzią prawie dwukrotnie wyższy niż na NPK.

W literaturze fachowej są wzmianki, że zawartość mikroprzewodników w roślinach nie jest stała i zależna od ilości ich w środowisku odżywczym, od gatunku roślin, oraz okresu wegetacji.

Doświadczenia wykazały, że stosując odpowiednie nawożenie można powiększyć zawartość tych pierwiastków w roślinach, co prawda do pewnej tylko granicy, gdyż zbyt duże nawożenie działa toksycznie na rośliny, powodując zaburzenia w ich rozwoju.

Chcąc sprawdzić wpływ nawożenia borowego, miedziowego i manganowego na zawartość tychże pierwiastków w rzepaku oznaczono je w uzyskanym z doświadczeń materiale.

Wyniki tych analiz przedstawia tablica Nr 12.

Tablica 12

Zawartość mikroprzewodników w słomie rzepaku w mg/kg s. m.

Kombinacje nawozowe	Bor	Mangan	Miedź
K	66	27	—
NPK	66	37	6
NPK+Cu	71	20	7
NPK+2 Cu	71	22	8
NPK+Mn	71	46	—
NPK+Mn+C	88	31	—
NPK+Mn+S	104	48	—
NPK+B	121	30	—
NPK+B+S	137	31	—

Przypatrując się danym tablicy Nr 12 widzimy, że stosowanie nawożenia borowego znacznie podwyższyło zawartość boru w słomie rzepaku, zwłaszcza w wypadku stosowania boru z siarką. Również Mn+S spowodował wyższe pobranie boru przez rzepak.

Stosowanie nawożenia manganowego oraz manganowego z siarką podwyższa zawartość tego pierwiastka w słomie rzepaku. Charakterystyczny wpływ na pobieranie manganu wykazała miedź, a mianowicie na kombinacjach z Cu zawierał rzepak mniej manganu niż na kombinacji NPK, również na kombinacji Mn+Cu rośliny zawierały mniej Mn, aniżeli na NPK. Zjawisko to tłumaczymy, jak już wspomnieliśmy wyżej w ten sposób, że albo miedź i mangan są antagonistami, lub też działanie ich jest analogiczne. Zawartość miedzi w słomie rzepaku uzyskana na kombinacji z Cu i na NPK była jednakowa. A więc w tym wypadku nawożenie miedzią nie wpłynęło na zwiększenie zawartości Cu w rzepaku. Z powyższego widzimy więc, że ze zwiększeniem ilości boru czy manganu w środowisku odżywczym ilość tych pierwiastków w roślinach wzrasta. Przy tym siarka z powyższymi mikroelementami podwyższa także ich zawartość przez obniżenie pH torfu.

D o ś w i a d c z e n i e z e s z p i n a k i e m

Szpinak „Matador“ zasiano dnia 13.VIII. po 20 nasion na wazon. Wschody — 20.VIII. Kombinacje nawozowe jak na tablicy Nr 3.

Podczas wzrostu zaznaczyło się wyraźnie działanie miedzi. Najlepiej działała miedź z manganem, następnie sama miedź. Na podwójnej dawce miedzi rośliny nieco słabsze. Zaznaczył się w pewnym stopniu wpływ dodatni siarki.

Bor i mangan nie objawiły dodatniego działania, dlatego może że torf ten zawierał już dostateczne ilości boru i manganu.

W wyniku otrzymano plony zamieszczone w tablicy Nr 13.

Tablica 13
Zestawienie średnich plonów szpinaku w g/wazon

Kombinacje nawozowe	Zielona masa	Powietrznie sucha masa
NPK+Cu+Mn	81,77	10,44 ± 0,26
NPK+Cu	69,73	7,78 ± 0,12
NPK+2 Cu	62,22	7,05 ± 0,45
NPK+Mn+S	33,97	3,53 ± 0,19
NPK+S+odpadki borowe	30,45	3,47 ± 0,16
NPK+Mn	24,32	2,69 ± 0,07
NPK	24,95	2,47 ± 0,25
NPK+B (boraks)	25,25	2,37 ± 0,25
NPK+B (odpadki borowe)	21,57	1,87 ± 0,12
K	16,73	1,73 ± 0,12

Z poniższych danych widzimy, że nawożenie miedziowe wybitnie wpłynęło na plon szpinaku, szczególnie miedź z manganem wykazały wielce korzystne działanie, gdyż plon był czterokrotnie wyższy, niż na NPK.

Nawozy borowe nie wpłynęły raczej na plon szpinaku.

Zastosowanie manganu łącznie z siarką, jak i w doświadczeniu z rzepakiem, wykazało dodatnie działanie.

Plony szpinaku zostały zanalizowane na zawartość boru, manganu, miedzi i żelaza. Tablica Nr 14 podaje wyniki analiz.

Tablica 14
Zawartość boru, manganu, miedzi i żelaza w mg/kg s.m. w szpinaku

Kombinacje nawozowe	Bor B	Mangan Mn	Miedź Cu	Żelazo Fe
K	44	30	—	1200
NPK	31	27	14	700
NPK+Cu	26	25	13	500
NPK+2 Cu	30	22	—	500
NPK+Cu+Mn	24	35	13	500
NPK+Mn	34	41	—	500
NPK+Mn+S	31	71	—	650
NPK+B (boraks)	49	31	13	700
NPK+B odpadki borowe	64	31	—	750
NPK+B+S „ „	64	31	—	650

Mangan z miedzią i sama miedź obniżyły zawartość boru, co jest zgodne z wynikami doświadczenia z rajgrasem.

Nawożenie borowe wpłynęło wybitnie na podniesienie zawartości boru w szpinaku. Rośliny nawożone borem zawierały dwukrotnie większe ilości boru, niż rośliny nienawożone.

W zawartości manganu widzimy taką samą współzależność, jak i w poprzednich doświadczeniach. Nawożenie manganowe podwyższa jego ilość w roślinach, zaś obecność miedzi w środowisku odżywczym wpłynęła obniżająco na zawartość tegoż szpinaku.

Nawożenie miedzią, podobnie jak w doświadczeniu z rzepakiem i rajgrasem, nie wpłynęło na zawartość jej w szpinaku.

Jeśli chodzi o zawartość żelaza w szpinaku, to widzimy, że w kombinacji K, NPK i NPK + B pobrał szpinak największe ilości żelaza, a mianowicie 750, a nawet 1200 mg/kg s.m. Plony roślin na tych kombinacjach były mniejsze, na innych zaś kombinacjach pobrane zostały mniejsze ilości żelaza, a mianowicie 500 do 550 mg/kg s.m. Wskazuje to, że zarówno jak Cu, tak i Mn wpływają na lepsze wykorzystanie przez szpinak żelaza. Jeżeli w środowisku odżywczym brakuje Cu czy Mn, rośliny pobierają większe ilości żelaza, gromadząc go w swych tkankach, lecz całkowicie go nie zużytkowują.

Z e s t a w i e n i e o g ó l n e w y n i k ó w.

Reasumując wyniki doświadczeń ze stosowaniem niektórych mikronawozów na glebach torfowych, możemy powiedzieć że:

1. Na ogół wszystkie stosowane przez nas mikronawozy podniosły plony rzepaku, rajgrasu i szpinaku.

2. Nawożenie borowe wpłynęło wybitnie na zwiększenie plonu ziarna rzepaku, jak również na procentową zawartość tłuszczu w nasionach, a ujemnie, wpłynęło na plonowanie owsa.

3. Miedź oraz miedź z manganem zwiększyły w dużym stopniu plony zielonej masy rajgrasu i szpinaku, w rajgrasie stwierdziliśmy również dodatni wpływ boru i samego manganu, oraz wybitnie dodatni okazał się wpływ miedzi na plonowanie owsa.

4. Wynika więc z tego, że rośliny należy traktować indywidualnie przy wyborze i stosowaniu poszczególnych mikronawozów.

5. Mikronawozy obniżały procentową zawartość N i P_2O_5 we wziętych do doświadczeń roślinach, podnosząc współczynnik wykorzystania azotu i fosforu na jednostkę substancji organicznej.

6. Rośliny nawożone borem i manganem pobierały większe ilości tych pierwiastków.

7. Miedź i mangan zachowywały się w stosunku do siebie antagonistycznie lub uzupełniająco. Miedź obniżała zawartość manganu w roślinach.

8. Nawożenie miedziowe nie wpłynęło na procentową zawartość tego pierwiastka w roślinach.

9. Stosowanie siarki z manganem na glebach torfowych powiększało zawartość przyswajalnego Mn w torfie.

10. Obecność w środowisku odżywczym manganu i miedzi pozwalała na lepsze użytkowanie żelaza przez rośliny.

K o l o r y m e t r y c z n e o z n a c z a n i e m i e d z i (5)

Próbkę materiału roślinnego spopieliamy w parownicze kwarcowej lub porcelanowej w piecu elektrycznym w temperaturze ciemno-czerwonego żaru ($550^{\circ}C$). Po ostudzeniu, jeżeli spalenie niezupełne (ciemne zabarwienie popiołu) należy ostrożnie rozetrzeć próbkę i spalić ją ponownie.

Następnie należy dodać 3—5 ml. HCl stężonego i gotować w ciągu 1 minuty. Dodać kilka mililitrów gorącej wody i przesączyć do kolby miarowej (100 ml), przenieść nierozpuszczalny osad na sączek i przemywać go gorącą wodą aż do zaniku reakcji na Cl. Następnie ostudzić, dopełnić do kreski i wymieszać. Z przesączu odpipetowujemy odpowiednią ilość o zawartości 0,015—0,030 mg. Cu do lejka rozdzielczego, dodajemy 5 ml. kwasu cytrynowego 15%, wrzucamy skrawek papierka lakmusowe-

go, neutralizujemy całość amoniakiem, dodajemy 10 ml. roztworu dwuetylo-dwutiokarbaminianu sodu (1 gr na litr) i 5 ml. czterochlorku węgla (CCl_4), wytrząsamy silnie 2—3 minuty i pozostawiamy do oddzielenia się warstw.

Następnie spuszczaemy CCl_4 (warstwę dolną) do małej kolbki 25 ml. Powtarzamy ekstrakcję trzykrotnie aż do chwili, gdy CCl_4 będzie bezbarwny (po 5 ml).

Zebrany w kolbie roztwór CCl_4 przesączamy przez sączek z waty szklanej, wypełniony małą ilością Na_2SO_4 (bezwodny), do kolby miarowej na 25 ml.

Przemywamy sączek czystym CCl_4 i uzupełniamy nim do kreski, dobrze skłócając zawartość.

Roztwór oznaczamy kolorymetrycznie. Przy kolorymetrowaniu używamy filtra Nr 554 (niebieski). Z uprzednio przygotowanej krzywej odczytujemy zawartość Cu. Barwa standartu od jasno słomkowej do ciemnobrązowej, zależnie od zawartości Cu.

S p o r z ą d z a n i e s t a n d a r t u. Odważamy 0,7587 g bezwodnego CuSO_4 lub 1,179 g. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ i rozpuszczamy w 1 litrze wody; 100 ml. tego roztworu przenosimy do kolby miarowej na 1 litr i uzupełniamy wodą do kreski. 1 ml. powyższego roztworu odpowiada 0,03 mg Cu.

Posługując się określonymi ilościami tego roztworu sporządzamy szereg innych roztworów o ściśle określonej zawartości w nich Cu w granicach badanych stężeń: od 0 do 0,06 mg Cu w 25 ml. Roztwory te przesączamy w taki sam sposób jak przy przygotowywaniu do kolorymetrowania roztworu badanej próbki.

Na podstawie sporządzonych standartów wykreślamy krzywą, na której możemy odczytać stężenie miedzi w badanym roztworze.

А. МАКСИМОВ И С. ЛИВСКИ

МИКРОУДОБРЕНИЯ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

(Инст. Торфведения Гл. Школы Сель. Хозяйства в Варшаве)

Резюме

Проведены были опыты на культурах овса, шпината и ярового рапса в сосудах Митчерлиха с низинным торфом. Все сосуды получили одинаковое основное удобрение NPK и различные микроудобрения: марганцевые, медные и борные. На основании проведенных опытов можно прийти к следующим заключениям:

1. Медные удобрения вызвали повышение урожая зерна овса.
2. Марганцевые и медные удобрения резко повысили урожай зеленой массы райграсса и шпината.

3. Борные удобрения значительно повысили урожай зерна рапса и вызвали понижение урожая зерна овса.

Анализ растений выявил повышенное процентное содержание масла в зернах рапса.

4. Оптимальные дозы микроудобрений понизили процентное содержание азота и фосфора в исследуемых растениях.

5. Анализ растений выявил, что медные и марганцевые удобрения, применяемые совместно, проявляют себя либо антагонистически, либо взаимно дополняют друг друга. В присутствии меди в питательной среде количество усвоенного марганца в растениях значительно меньше, чем без солей меди.

A. MAKSIMOW and S. LIWSKI

THE MICRO-MANURES ON THE PEATY SOILS

(Institute of Peat Science — Central College of Agriculture in Warsaw)

S u m m a r y

The pot experiments with different micro-manures on the peaty give the following results:

1. The all studied micro-manures gave the favourable effect on the yields of the rape-seed, raigrass and spinage,

2. The bor-manure favourable influenced upon the seed-crops of rape-seed, and arised its fat-content, but decreased the crops grain cats.

3. The copper alone and the combination of copper with manganese-manure increased the yields of green matter of raigrass and spinage and the crops of grain cats.

4. The results of these experiments show, that every plant must receive the individual dates of different micro-manures.

5. The optimal dates of micro-manures decreased the Nitrogen and Phosphorus-content of plants and arised the using-coefficient of these two elements in relation to the unit-production of organic matter.

6. The plants under the influence of bor — and manganese-manure arised the content of these salts.

7. The copper and the manganese acted anatagonistical or supplementary. The copper-manure reduced the manganese-content of plant.

8. The copper-manuring had no influence upon the coppercontent in the plants.

9. The sulphur — and manganese-manuring on the peat soil increased the content of absorbing manganese in the peat.

10. The presence of manganese and copper in the enviroment enabled the better assimilation of iron by the plants.

LITERATURA

1. J. Antipow - Karatajew. Poczwowiedenje. 11 (1947). 641.
 2. E. Brunne. Bodenkunde u. Pflanzenernehrung 20 (1941) 200.
 3. E. Felix — Phytopathology. 17 (1927) 51.
 4. M. Harmer — Micz. Agr. Exper. Sta. Sp. Bull. nr 301, (1941).
 5. H. Lepper — Methods of Analysis. Washington (1945), 932.
 6. A. Łazarew — Chimiz. Socj. Ziemed. 7 (1939).
 7. A. Maksimow — Mikroelementy i mikronawozy. Warszawa (1949).
- PIWR.
8. A. Maksimow — Wartość nawozowa odpadków przemysłu borowego. Roczn. N.R. 59 (1952).
 9. A. Maksimow i T. Pawlak — Sorbcja manganu w torfach. Roczn. N.R. 59 (1952).
 10. C. Monier-Wiliams — Trace Elements in Food. London (1949).
 11. Primienjenje mikroudobrenij. izd. Wsesojuzn. Akad. Selchoz. Nauk im. W. I. Lenina, Moskwa (1941).
 12. S. Proskura — Lenikonopie 9 (1940) 17.
 13. B. Rademacher — Bodenkunde u. Pflanzenern. 19 H/80 (1940).
 14. F. Russel — Imperial Bureau of Animal Nutrition, Technic. Communic. nr 15 (1944).
 15. Selchoz. oswojenje bołot. Moskwa (1940).
 16. D. Sideri — Agrobiologia. Moskwa 1 (1950) 78.
 17. B. Stails — Mikroelementy w żyzni rastenij i żywotnych. Moskwa (1949).
 18. M. Szkolnik — Znaczenje mikroelementów w żyzni rastenij i ziemledelji.
 19. L. Teakle — Journ. Dep. Agr. West. Austr. 19 (1942) 71.
 20. Trace Elements in Plant Physiology — wyd. Masam USA (1951) 144.
 21. L. Turk — Soil Sci. 47 (1939) 420.
 22. J. Weigert u. Fürst F. — Prakt. Bl. Pflanzenern. u. Pflanzenschutz. H 17 (1939) 117.
 23. A. Zeniuk — Miednyje udobrenia pod ziernowyyje kultury na osuszonych bołotach. Wses. Inst. Bołotn. Coz. Moskwa (1937).
 24. A. Maksimow i S. Dłubakowski — Nitryfikacja azotu w torfach amonifikowanych. R. N. R. 66 (1952) 77.