

## WYSTĘPOWANIE W POLSCE CHLOROZY WAPIENNEJ NA LIŚCIACH ROŚLIN SADOWNICZYCH I JEJ ZWALCZANIE

*Władysław Kłossowski*

Instytut Sadownictwa, Skierniewice

W badaniach przeprowadzonych w latach 1963-1968 [3] stwierdzono tylko nieliczne przypadki występowania chlorozy, trzy lata później natomiast stała się ona w pewnych rejonach poważnym problemem.

Zjawisko chlorozy roślin sadowniczych znane jest od dawna. Występuje ona na liściach młodych, na wierzchołkach pędów. Na tle jasnozielonej lub prawie bezbarwnej powierzchni blaszki liściowej odcinają się wyraźnie zielone nerwy. Jeśli chloroza trwa przez kilka lat, początkowo następuje zamieranie długopędów, następnie gałęzi i konarów, aż w końcu — zamieranie całych drzew. Przyczyna występowania chlorozy liści, mimo wielu przeprowadzonych badań, nie jest jeszcze dokładnie znana. Znane są jednak metody jej zwalczania, polegające głównie na nawożeniu żelazem.

### MATERIAŁ I METODY

Badania nad występowaniem chlorozy liści sadowniczych przeprowadzone w latach 1970-1973 wykazały, że występuje ona w południowych województwach, to jest w: lubelskim, kieleckim, krakowskim i opolskim. Na terenie tych województw przebadano ogółem 62 sady. Najczęściej chloroza występowała w sadach i plantacjach roślin jagodowych na terenie województwa kieleckiego, głównie na rędzinach węglanowych, w mniejszym stopniu na glebach brunatnych i czarnoziemach, wytworzonych z lessów, oraz sporadycznie na czarnych ziemiach, nie stwierdzono natomiast występowania chlorozy na rędzinach siarczanowych (gipsowych). Najszybciej po posadzeniu roślin chloroza występowała na gruszech, truskawkach, malinach, jabłoniach, a najpóźniej na śliwach.

W badanych sadach i plantacjach pobierano próbki gleby i liści do analiz chemicznych. W próbkach gleby oznaczano zawartość fosforu, po-

tasu, magnezu, żelaza i manganu oraz pH, węglany i próchnice metodami ogólnie przyjętymi i stosowanymi na stacjach chemiczno-rolniczych [1], natomiast w liściach oznaczano zawartość azotu na mikroaparacie Parnusa po spaleniu w stężonym  $H_2SO_4$  z perhydrolem. Pozostałe składniki oznaczano po spaleniu w mieszaninie trzech kwasów ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $HClO_4$ ). Potas i wapń oznaczano metodą fotopłomieniową, fosfor metodą wanadową, a magnez przy użyciu żółcieni tytanowej. Żelazo i mangan oznaczono w liściach metodą spektrograficzną.

### WYNIKI

Przy ocenie poziomu zawartości składników mineralnych w glebie i liściach posługiwano się liczbami granicznymi, podanymi w publikacji Kłossowskiego [3] i Czuby [1].

Wyniki analiz chemicznych wskazują na duże wahania w zawartości składników mineralnych w glebie (tab. 1), na których występowała chloroza. Gleby brunatne i czarnoziem, wytworzone z lessów (rejon Sandomierza), charakteryzowały się przeciętnie bardzo wysoką zawartością fosforu, potasu i manganu oraz średnią zawartością żelaza, w porównaniu do gleb, na których chloroza nie występowała. Podobnie wysoką zawartość tych składników stwierdzono w głębszych warstwach gleby (20-40 cm). Rędziny kredowe w badanych rejonach charakteryzowały się bardzo wysoką zawartością fosforu, wysoką zawartością potasu, a niską zawartością manganu i żelaza. Gleby, na których występowała chloroza liści, charakteryzowały się wysoką zawartością próchnicy i węglanów w obu badanych warstwach gleby; odczyn tych gleb był przeważnie obojętny lub zasadowy.

W tabeli 2 podano wyniki analiz chemicznych liści. W liściach z chlorozą i bez niej zawartość azotu okazała się na tym samym poziomie. Natomiast zawartość pozostałych składników była wyższa w liściach z chlorozą niż w liściach zdrowych. Wyjątek pod tym względem stanowiło żelazo, którego zawartość była niższa w liściach zdrowych niż w liściach z chlorozą.

W sadach, gdzie występowała chloroza, polecono na podstawie danych z literatury następujące zabiegi:

1. Wprowadzenie murawy między rzędami i czarny ugór herbicydowy w rzędach drzew.

2. W sadach, gdzie stwierdzono wysoką zawartość składników mineralnych w glebie, zwłaszcza fosforu, zmniejszenie dawek nawozów mineralnych oraz stosowanie nawożenia na podstawie wyników analizy gleby i liści.

Tabela 1

Zawartość składników przyswajalnych dla roślin w glebach, na których występuje chloroza liści

Gleba	Głębokość pobrania próbek cm	W mg na 100 g gleby					pH w KCl	CaCO <sub>3</sub> %	Próchnica %
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	Fe %	Mn ppm			
Gleby brunatne i czarnoziemy wytworzone z lessów	0-20	wahania 8,8-50	9-50	20-50	0,58-3,1	26-124	6,9-7,0	0,06-8,63	0,9-4,61
		przeciętna zawartość 19,7	22,5	38,6	1,86	48	6,9	2,63	3,03
Rędzina kredowa		wahania 11-50	10,5-50	10,1-24,5	0,40-0,95	15-54	6,8-7,4	0,32-22,2	1,43-4,27
		przeciętna zawartość 41	26	16,7	0,77	34	7,2	8,87	3,37
Gleby brunatne czarnoziemy, wytworzone z lessów	20-40	wahania 2,7-18,1	5,3-50	14-50	1,35-3,2	7-205	6,7-7,0	0,17-11,2	0,48-4,45
		przeciętna zawartość 12,4	16,3	34,6	1,9	49	6,9	3,46	1,50
Rędziny kredowe		wahania 2,6-32	3,4-11	8,6-19,7	0,46-0,92	2-36	6,7-7,4	0,40-55,8	1,17-3,06
		przeciętna zawartość 12,8	5,5	12,9	0,72	22,7	7,2	20,9	2,37
Gleby, na których nie występuje wała chloroza	0-20	wahania 0,3-41	0,5-69	1,7-14,3	0,90-6,1	20-227	5,6-7,6	—	—
		przeciętna zawartość 12	18	6,6	2,9	98	6,7	—	—
	20-40	wahania 0,3-40	0,5-68	1,0-17,0	0,85-10,0	10-167	4,7-7,5	—	—
		przeciętna zawartość 7	11	6,6	3,0	67	6,6	—	—

Tabela 2

## Zawartość składników mineralnych

Gatunek		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe	Mn
		%					ppm	
W liściach z chlorozą								
Jabłonie	wahania	1,70-3,31	0,41-0,79	1,77-4,55	1,55-3,87	0,32-0,79	74-497	16-105
	przeciętna zawartość	2,24	0,68	2,18	3,14	0,69	296	91
Wiśnie	wahania	1,60-3,70	0,41-0,90	1,90-4,2	1,80-5,6	0,60-0,80	75-403	60-106
	przeciętna zawartość	2,20	0,68	3,92	4,02	0,71	208	92
Morele	wahania	2,41-3,07	0,41-0,68	3,33-4,39	2,28-3,04	0,76-0,99	203-521	81-99
	przeciętna zawartość	2,76	0,49	3,50	2,71	0,87	290	86
W liściach bez chlorozy								
Jabłonie	wahania	1,30-2,92	0,21-0,95	0,48-2,69	0,53-3,80	0,14-0,74	56-750	4-474
	przeciętna zawartość	2,23	0,39	1,40	2,16	0,43	185	72
Morele	wahania	2,38-3,44	0,39-0,61	1,71-4,78	1,52-2,87	0,45-0,84	—	—
	przeciętna zawartość	3,07	0,50	3,55	2,17	0,62		

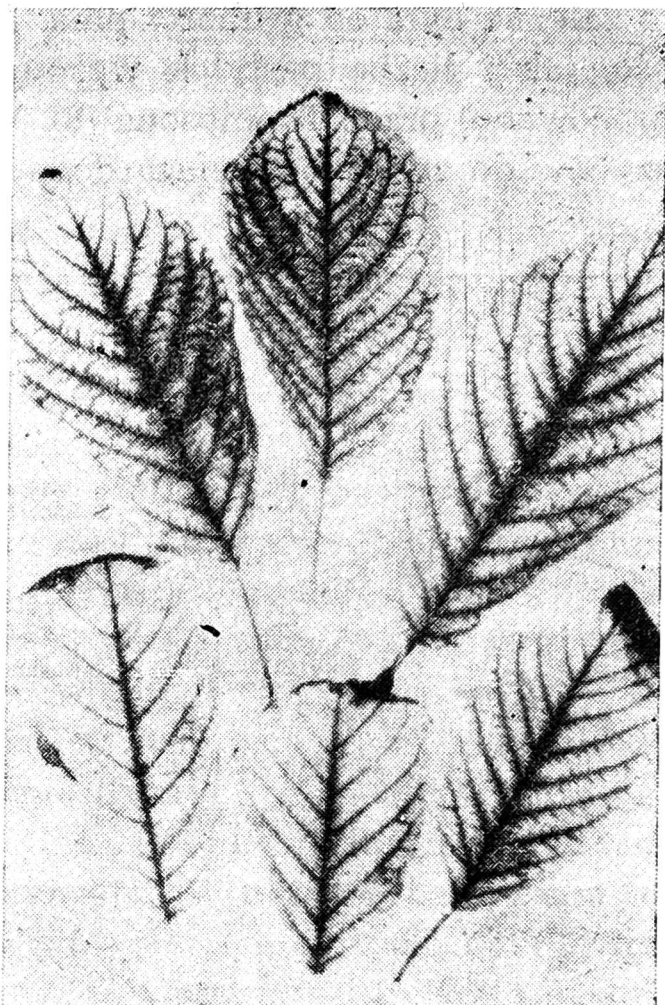
## 3. Stosowanie fizjologicznie kwaśnych nawozów i nawożenie żelazem.

Wprowadzenie murawy powoduje spływanie systemu korzeniowego, który rozwija się wówczas w wierzchnich warstwach gleby, mniej zasobnych w węglan wapnia. Stosowanie zbyt wysokich dawek nawozów mineralnych powoduje zakłócenie równowagi między poszczególnymi składnikami, co może mieć wpływ na występowanie chlorozy. Stosowanie natomiast nawozów w formie siarczanowej ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) powoduje wytrącanie się kationów, zwłaszcza wapnia, w postaci siarczanów mniej rozpuszczalnych w wodzie oraz obniżenie pH gleby.

Nawożenie żelazem w badanych sadach stosowano w formie siarczanu, cytrynianu i chelatu. Nawozy żelazowe stosowano do gleby w postaci opryskiwań liści oraz w formie iniekcji do korzeni i pni drzew. Dawki nawozów stosowanych do gleby wynosiły 50-100 g Fe na drzewo. Przy dolistnym nawożeniu stosowano 0,3% roztwór siarczanu żelaza oraz 0,5% roztwór cytrynianu i chelatu żelaza, polskiej produkcji. Iniekcja do korzeni polegała na odkopaniu korzenia i wprowadzeniu go do plastikowej butelki, zawierającej 0,5% roztwór cytrynianu lub chelatu żelaza. Przy iniekcji do pnia stosowano technikę polecaną przez Thompsona [8], polegającą na wprowadzaniu pastylek siarczanu, cytrynianu lub chelatu żelaza w wywiercone otwory w pień. Ilość 1-gramowych pastylek na drze-



Rys. 1. Chloroza wapienna — występująca na najmłodszych liściach na wierzchołku długopędów

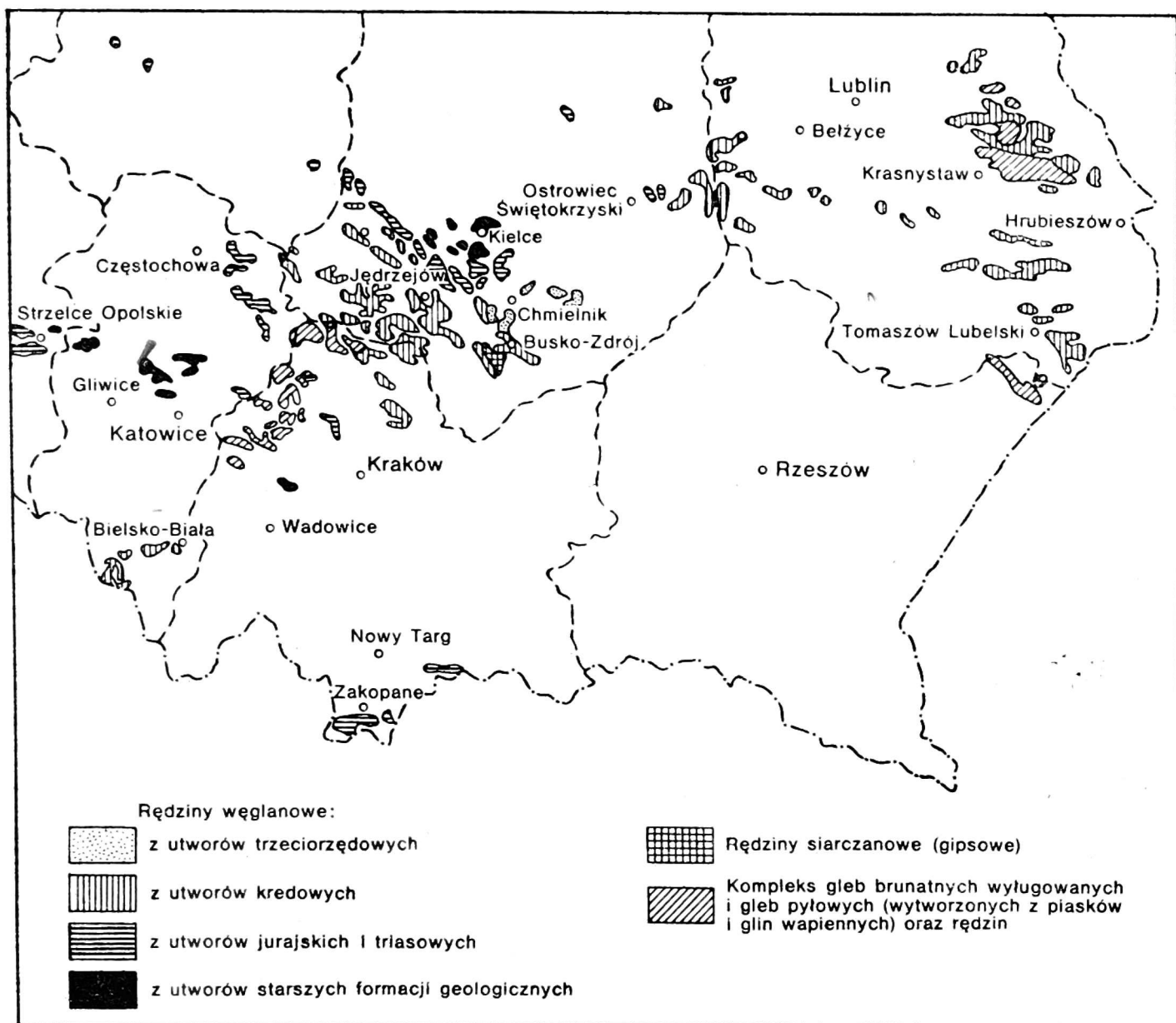


Rys. 2. Chloroza wapienna na liściach czereśni



Rys. 3. Chloroza wapienna na liściach jabłoni

wo zależna była od grubości pnia. Liczbę otworów w drzewie, ich głębokość, jak i liczbę pastylek wprowadzonych w otwór podano w tabeli, opracowanej przez Thompsona [8]. W celu zabezpieczenia przed rozwojem grzybów do związków żelaza dodawano Topsin. Po wprowadzeniu table-



Rys. 4. Rozmieszczenie rędzin w Polsce

tek do pnia otwory korkowano i zasmarowywano pastą ogrodniczą z dodatkiem systemicznego środka Topsin. Przy wierceniu otworów w pniu zwrócono uwagę na ostrość wiertła. Chodziło o to, by przy wierceniu otworów tęym wiertłem nie uszkodzić tkanek.

Wstępne wyniki, omawiane w tej publikacji, wskazują, że najszybciej zlikwidowano chlorozę przy zastosowaniu do pni iniekcji siarczanu, cytrynianu lub chelatu żelaza, przy czym najlepszy okazał się cytrynian żelaza. Po zastosowaniu do pnia cytrynianu żelaza chloroza liści ustąpiła po 10-14 dniach. Iniekcji związków żelaza nie można jednak stosować w przypadku wiśni, śliw i czereśni; powoduje to gumose. Stosowanie nato-

miast 3-6 opryskiwań związkami żelaza powoduje zahamowanie chlorozy. Na tle żółtych powierzchni liści pojawiają się zielone plamy chlorofilu — proces ten trwa jednak około 2-3 miesięcy. Dolistne nawożenie żelazem należy stosować co roku. Nieco skuteczniej działa chelat żelaza.

Zastosowanie murawy, fizjologicznie kwaśnych nawozów, nawożenia siarczanem lub chelatem żelaza likwiduje chlorozę po 2-3 latach.

#### DYSKUSJA

Występowanie chlorozy wapiennej na roślinach uprawnych jest poważnym problemem. Thorne i Peterson [10] uważają, że chloroza wapienna występuje na 25 do 30% powierzchni gruntów uprawnych na świecie. W USA chloroza roślin występuje na  $\frac{1}{8}$  powierzchni gruntów uprawnych [11], natomiast w Polsce rędziny zajmują 600 tys. ha, co stanowi około 2% powierzchni wszystkich gleb występujących w Polsce. Niektórzy badacze w Związku Radzieckim uważają, że gleby zawierające w podłożu węglan wapnia w wysokości 15-20% nie nadają się pod sad, a tym bardziej pod uprawę roślin jagodowych. W naszych badaniach zawartość żelaza w rędzinach była niższa niż w innych glebach, na których chloroza nie występowała. Występowanie bowiem w rędzinach węglanu wapnia wpływa stabilizująco na związki żelaza, a tym samym na jego unieruchomienie. Powstają bowiem w glebie o odczynie zasadowym wodorotlenki żelaza mało przyswajalne dla roślin. Thorne i Wallace [5] oraz Wallace i Lunt [11] na podstawie dotychczasowych badań, przeprowadzonych przez różnych autorów, wymieniają szereg czynników powodujących chlorozę wapniową: niski poziom przyswajalnego Fe, K i Mg, nadmiar Cu, P oraz niektórych metali ciężkich (Cu, Un, Zu, Ni, Cr, Co), jak również wysoki poziom azotanów w glebie.

Obojętny lub zasadowy odczyn, nadmiar wilgoci, niska lub wysoka temperatura, słabe przewietrzanie gleby i zbyt silne wiązanie żelaza przez substancję organiczną powoduje czasowe wystąpienie lub pogłębienie się chlorozy już występującej. W warunkach anareobowych w obecności dostatecznej ilości substancji organicznej żelazo trójwartościowe ulega redukcji do dwuwartościowego. Jeśli warunki beztlenowe są daleko posunięte, w glebie może nagromadzić się nadmiar zredukowanego żelaza ( $Fe^{++}$ ), szkodliwie działającego na system korzeniowy roślin [4].

Chloroza wapienna w latach nadmiernie wilgotnych może wystąpić nie tylko na rędzinach. Wieloletnie nawadnianie wodą zawierającą dwuwęglan wapnia również doprowadza do wystąpienia chlorozy [11]. Wielu badaczy obserwowało występowanie na korzeniach włośnikowych (roślin z chlorozą) powłokę węglanu wapnia, utrudniającą pobieranie żelaza i innych składników mineralnych. W wielu przypadkach stwierdzono na

glebach wapiennych zamieranie korzeni, co prowadziło do usychania drzew [6].

Badania przeprowadzone w Związku Radzieckim wykazały, że utrzymywanie czarnego ugoru na glebach wapiennych prowadzi do nagromadzenia nadmiernej ilości azotanów w glebie, a tym samym naruszenia równowagi w odżywianiu roślin sadowniczych. Wielu autorów uważa, że optymalna zawartość żelaza ogólnego w liściach powinna wynosić 50-220 ppm [7]. W omawianych badaniach zawartość żelaza była niekiedy wysoka, a mimo to liście wykazywały chlorozę. Podobnie wielu autorów nie zawsze stwierdza zależność między ilością żelaza w liściach a występowaniem chlorozy [11]. Ogólna zawartość Fe w liściach z objawami chlorozy często była na podobnym lub wyższym poziomie niż liście zdrowe, zielone [7, 11]. Oserkowski [5] uważa, że lepszym wskaźnikiem potrzeb nawożenia roślin żelazem jest określenie aktywnej formy żelaza, to jest rozpuszczalnej w 1 n HCl.

Na zawartość żelaza w liściach ma wpływ poziom manganu, miedzi i cynku. Stwierdzono bowiem w liściach roślin sadowniczych antagonizm między żelazem a manganem i miedzią oraz synergizm między żelazem a cynkiem [6]. Pobieranie i transport żelaza w roślinie odbywa się w formie dwuwartościowego jonu, który przez wielu badaczy jest uważany za jedyną formę aktywną żelaza. Ilość jego ( $Fe^{++}$ ) w roślinie kontrolowana jest przez mangan i miedź. Jony te mają wysoki potencjał oksydo-redukcyjny; utleniają  $Fe^{++}$  do  $Fe^{+++}$ .

Przy niedoborze Mn stężenie żelaza dwuwartościowego w roślinie może być za duże, przy nadmiarze zaś Mn — za małe [4]. Podobnie działają jony miedzi. W omawianych badaniach zawartość manganu w liściach była różna, najczęściej jednak wysoka. Również wysoka zawartość fosforu w liściach, stwierdzona w omawianych badaniach, może powodować wytrącenie się fosforanu żelaza w tkankach przewodzących [6, 11]. Badania Henke [2] wykazały, że w liściach grusz i brzoskwiń z chlorozą następuje inaktywacja żelaza i zakłócenia w metabolizmie protein. Inaktywacja żelaza w roślinie powoduje intensywną hydrolizę protein, a w następstwie — akumulację wodnych aminokwasów. Autor ten przypuszcza, że nagromadzone wolne aminokwasy do toksycznego poziomu uszkadzają chloroplasty, co powoduje obniżenie zawartości chlorofilu i innych barwników w liściach. Z przytoczonych danych wynika, że chloroza wapienna występuje w wyniku współdziałania wielu czynników i ma charakter kompleksowy.



## LITERATURA

1. Czuba R. i inni: Metody badań laboratoryjnych na stacjach chemiczno-rolniczych, Wrocław 1969.
2. Henke O.: Beitrag zum Stoffwechsel chlorotischer Pflanzen II Die Beziehungen zwischen N-Stoffwechsel und Chlorophyllgehalt. Albrecht-Thaer-Archiv., 7 z. 7/8, s. 537-552, 1963.
3. Kłossowski W., Nawożenie roślin sadowniczych, PWRiL, Warszawa 1972.
4. Nowotny-Mieczysława i inni: Fizjologia mineralnego odżywiania roślin s. 446-466, PWRiL, Warszawa 1965.
5. Oserkowsy Y.: Quantitative relation between chlorophyll and iron in green and chlorotic pear leaves. Plant Physiol. 8, 449-468, 1933.
6. Poczwiennyje usłowija, udobrenije i urozainost płodowych i jagodnych kultur. Materiały Wsesojuznoi nauczno-proizwodstwiennoi Konferencji. Kijew s. 394-489, 1968.
7. Reszczyk W., Kłossowski W.: Poziom odżywiania jabłoni żelazem, borem, manganem i miedzią w trzech rejonach sadowniczych. Prace Inst. Sad. 17, 81-100, 1973.
8. Thompson S. G.: The cure of deficiencies of iron or manganese. Ann. Rep. E. Malling Res. Sta for 1944, s. 119-123, 1945.
9. Thorne D. N., Wallace A.: Some factors affecting chlorosis in high lime soils. I Ferrous and ferric iron Soil Sci. 57, 299-312, 1944.
10. Thorne D. W., Peterson H. B.: Irrigated Soil. The Blakiston Co. Inc New York, 1954.
11. Wallace A., Lunt O. R.: Iron chlorosis in horticultural plants. A review. Proc. A. Soc. Hort. Sci. 75, 819-841, 1960.