

WŁADYSŁAW KŁOSSOWSKI
Instytut Sadownictwa, Skierniewice

PROBLEMY NAWOŻENIA MAGNEZEM ROŚLIN SADOWNICZYCH

Rola fizjologiczna magnezu w roślinie znana jest od dawna. Natomiast stosowanie w praktyce nawożenia magnezem roślin sadowniczych nastąpiło z chwilą wystąpienia objawów niedoboru magnezu w sadach handlowych. Pierwszym, który obserwował objawy niedoboru magnezu w angielskich sadach handlowych, był Wallace (1940). W późniejszych latach wystąpiły objawy niedoboru magnezu na roślinach sadowniczych w: Stanach Zjednoczonych, (Boynton i inni 1943, Moon i inni 1952), Szwajcarii (Gester 1958), Nowej Zelandii (Askow i Kindson 1948), Holandii (Mulder 1950), Tasmanii (Word 1958), w NRD (Ilige 1965) i NRF (Gruppe 1955).

W Polsce objawy niedoboru magnezu obserwowano na jabłoniach w 1949 roku w Osinach koło Łodzi. Sad rósł na glebie piaszczystej o bardzo niskiej zawartości próchnicy (Pieniążek 1954). Od 1960 r. bardziej powszechnie zaczęły występować objawy niedoboru magnezu na jabłoniach, kiedy to wzrosło zużycie nawozów mineralnych, a zwłaszcza nawozów potasowych (Kłossowski 1970, Szablowski 1968). Obserwowano występowanie niedoboru magnezu również na plantacjach malin i szkółkach drzew owocowych (Kłossowski 1972). Natomiast jak wykazały badania 140 plantacji truskawek w pięciu rejonach, występowania objawów niedoboru magnezu na liściach tej rośliny nie stwierdzono (Kłossowski 1970).

Objawy niedoboru magnezu występują w pełni okresu wegetacyjnego. Na roślinach jagodowych w okresie dojrzewania owoców, a na drzewach owocowych w lipcu i sierpniu. Początkowo dolne liście długopędów stają się jasnozielone, następnie między żyłkami powstają żółtozielone plamy, powiększające się w kierunku środkowej części liści. W 2—3 dni później plamy stają się żółtobrazowe, a następnie ciemnobrazowe. Liście marszczą się i opadają. Charakterystyczne jest to, że plamy te pojawiają się stopniowo na coraz to wyżej położonych liściach na pędzie w miarę jak dolne liście opadają. Im mniej jest magnezu dostępnego w glebie, tym wcześniej występują objawy opadania liści. Pozostają tylko najmłodsze listki przy wierzchołkach długopędów i nie opadają przed nastaniem przymrozków. Objawy niedostatku magnezu występujące na liściach różnią się znacznie u poszczególnych gatunków i odmian roślin sadowniczych. Pomocą przy

określaniu niedoboru magnezu na podstawie wyglądu zewnętrznego rośliny, są opracowane atlasy barwne i klucze (Wallace 1961, Dawidson i Yudkins 1957, Childers 1966).

Przyczyną występowania niedoboru magnezu stanowi stałe wymywanie tego składnika w głębsze warstwy gleby, potęgowane przez nawożenie solami potasowymi (Pratt i Harding 1957, Gruppe 1960, Word 1958) oraz przez stosowanie takich nawozów azotowych jak siarczan amonu, wapnamon i mocznik (Aldrich i inni 1945).

Objawy niedoboru magnezu na liściach jabłoni występują na glebach kwaśnych oraz na drzewkach młodych intensywnie nawożonych potasem lub na drzewach starszych rosnących w murawie (Kłossowski 1969). W tych przypadkach główna masa korzeni młodych drzew lub rosnących w murawie znajduje się w wierzchnich warstwach ubogich w magnez.

Określenie poziomu zasobności gleb w magnez pozwala na zastosowanie odpowiedniego nawożenia na tyle wcześniej, że zapobiegnie ono wystąpieniu niedostatku tego składnika, zwłaszcza że niedobór magnezu powoduje drobnienie i opadanie owoców przed zbiorami lub w okresie zbiorów.

Powszechnie uznaną metodą określającą najdokładniej potrzeby nawozowe jest określenie ilości magnezu wymiennego w glebie. Badania przeprowadzone przez Gruppego (1960) i Kłossowskiego (1970) wykazały, że istnieje istotna dodatnia korelacja pomiędzy zawartością przyswajalnego magnezu w glebie oznaczonego metodą Schachtschabela a procentową jego zawartością w liściach jabłoni. Podobną istotną korelację stwierdzili Smith i inni (1969), Titus i Boynton (1949). W innych badaniach amerykańskich korelacja pomiędzy zawartością magnezu w glebie i liściach jabłoni okazała się nieistotna (Walrath i Smith 1952, Welhunt i Purvis 1954, Kłossowski 1968).

W latach 1963—1969 przeprowadzono badania nad poziomem zasobności gleb w magnez w sadach jabłoniowych i na plantacjach truskawek i malin oraz szkółkach drzew owocowych (Kłossowski 1969, 1970, 1972). W badaniach tych magnez w glebie oznaczano metodą Schachtschabela.

Wyniki badań 380 sadów jabłoniowych położonych w różnych rejonach sadowniczych Polski wskazują na duże wahania zawartości magnezu w glebie. Podobnie dużą zmienność zawartości magnezu w glebie stwierdzono na plantacjach truskawek i malin (tab. 1).

Posługując się liczbami granicznymi opracowanymi przez Gruppego (tab. 2) dla metody Schachtschabela oceniano poziom zawartości gleb w magnez badanych sadów jabłoniowych i plantacji truskawek i malin. W tabeli 3 zestawiono procent sadów i plantacji w poszczególnych klasach zasobności gleb w magnez. Niska zawartość magnezu w glebie występuje w 20% badanych sadów jabłoniowych, 90% badanych plantacji

Tabela 1

Zawartość magnezu w glebie badanych sadów jabłoniowych i plantacji truskawek i malin (Kłossowski 1969, 1970, 1972)

Wyszczególnienie	Zawartość Mg w mg/100 g gleby		Miejsce badań
	głębokości		
	0—20 cm	20—40 cm	
Wahania	1,7—14,3	1,0—17,0	sady jabłoniowe
Przeciętna zawartość	6,6	6,9	
Współczynnik zmienności %	45,5	52,6	
Wahania	2—16		plantacje truskawek
Przeciętna zawartość	5,2		
Współczynnik zmienności %	42,0		
Wahania	3—6		plantacje malin
Przeciętna zawartość	5		
Współczynnik zmienności %	21,8		

Tabela 2

Liczby graniczne dla oceny poziomu zasobności gleb w magnez oznaczony metodą Schachtschabela (Gruppe 1970)

Typ gleby	Zasobność Mg w mg na 100 g gleby		
	czasowo wysoka	umiarkowana	niska
Warstwa orna 0—20 cm:			
— gleby ilaste	> 18	10—18	< 10
— gleby gliniaste i lessowe	> 15	8—15	< 8
— gleby piaszczyste	> 10	6—10	< 6

Tabela 3

Ocena zasobności gleb w magnez badanych sadów jabłoniowych, plantacji truskawek i malin w % ogólnej liczby próbek (Kłossowski 1969, 1970, 1972)

Głębokość pobrania próbek cm	Zasobność w mg			Miejsce badań
	czasowo wysoka	umiarkowana	niska	
0—20	50,5	27,9	21,6	sady jabłoniowe
20—40	42,4	33,3	19,3	
0—20	—	10	90	plantacje truskawek
0—20	—	36	64	plantacje malin

truskawek i 64% plantacji malin. Czasowo wysoką zawartość magnezu w glebie stwierdzono w około połowie badanych sadów jabłoniowych. Zawartość magnezu w glebie wzrasta z głębokością (Kłossowski 1968). Przeprowadzone badania wskazują, że istnieje dodatnia korelacja ($r = 0,500$) pomiędzy zawartością magnezu w wierzchniej warstwie gleby (0—20 cm) a zawartością magnezu w warstwie głębiej leżącej (Kłossowski 1968 i 1969). Stwierdzono również, że zawartość magnezu w glebie zależna jest od odczynu i wilgotności gleby (Kłossowski 1968c, 1969, 1970). Istotną korelację stwierdzono pomiędzy zawartością magnezu i wapnia wymiennego w glebie.

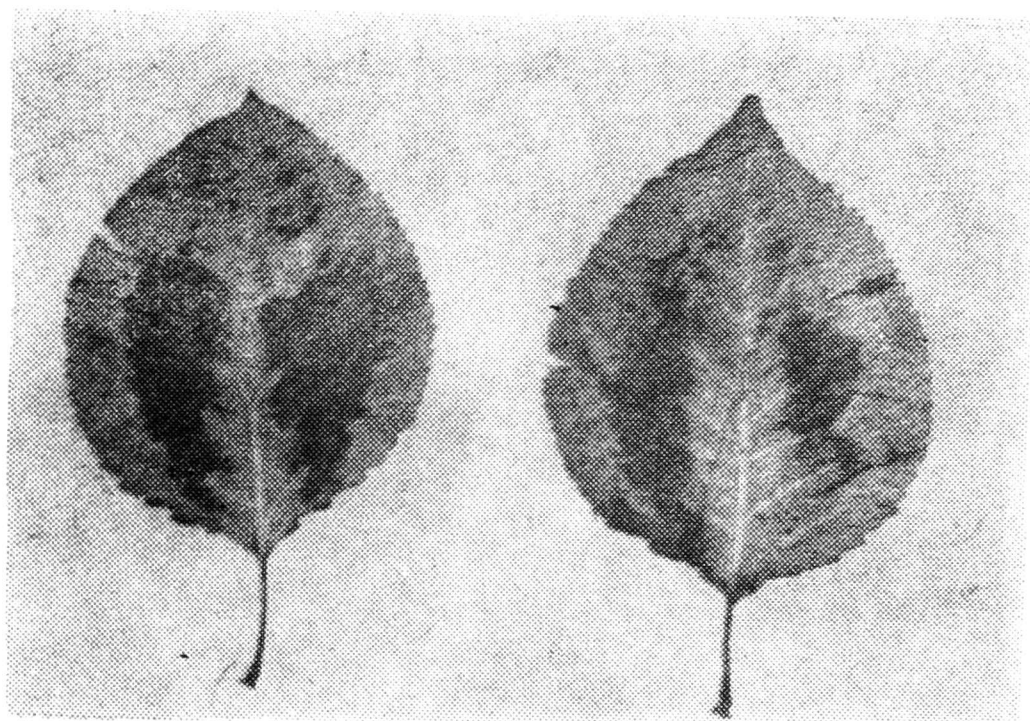
W badaniach przeprowadzonych w Polsce stwierdzono istotną korelację pomiędzy zawartością magnezu w glebie i liściach jabłoni i malin (Kłossowski 1969, 1972). Natomiast nie stwierdzono istotnej korelacji pomiędzy zawartością magnezu w glebie i liściach truskawek (Kłossowski 1970).

Tak, jak dla roślin rolniczych analiza gleby, tak dla roślin sadowniczych powszechnie stosowana jest analiza liści, jako metoda określająca potrzeby ich nawożenia. Zagadnieniem tym zajmowano się od dawna i dlatego literatura związana z tym tematem jest bardzo obszerna. Wiele jest mniej lub bardziej obszernych monografii omawiających stan badań związanych z analizą liści (Bould 1961, 1963, Emmert 1959, Fiedler 1964, Goodal i Gregory 1947, Smith 1956, Ulrich 1952). W okresie po ostatniej wojnie poświęcone temu zagadnieniu były trzy międzynarodowe sympozja — w 1954, 1957 i 1961 r.

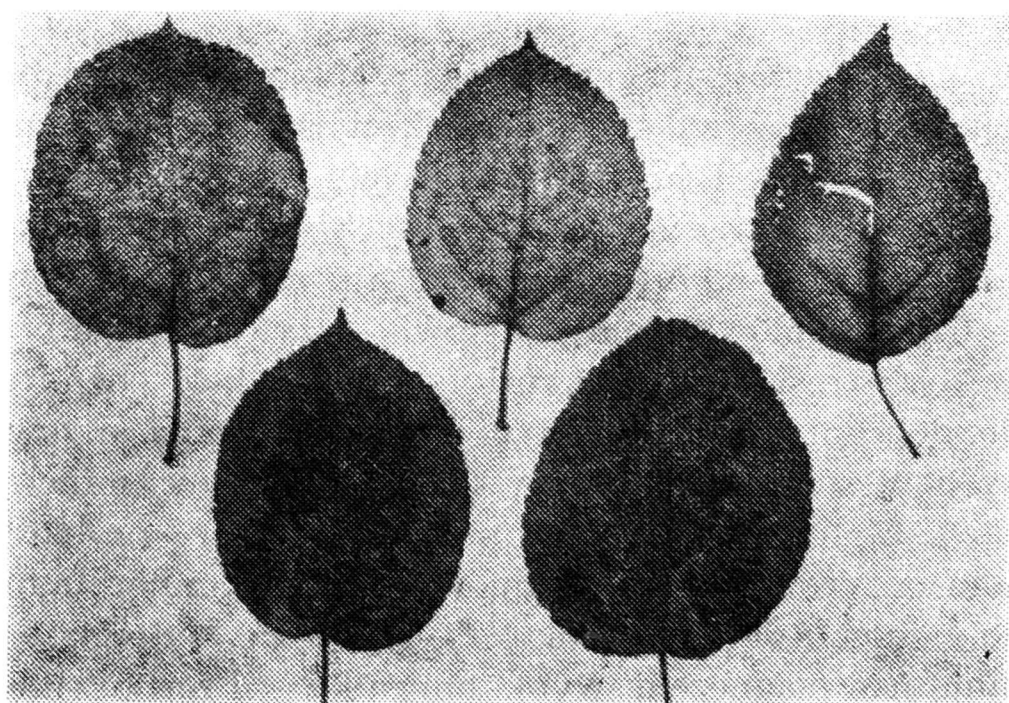
W wyniku przeprowadzonych badań Raming i Vandecavege (1950) stwierdzili, że zawartość magnezu w blaszce liściowej malin jest lepszym wskaźnikiem ogólnej zawartości Mg w roślinie niż zawartość tego skład-



Rys. 1. Objawy niedoboru magnezu na liściach czereśni

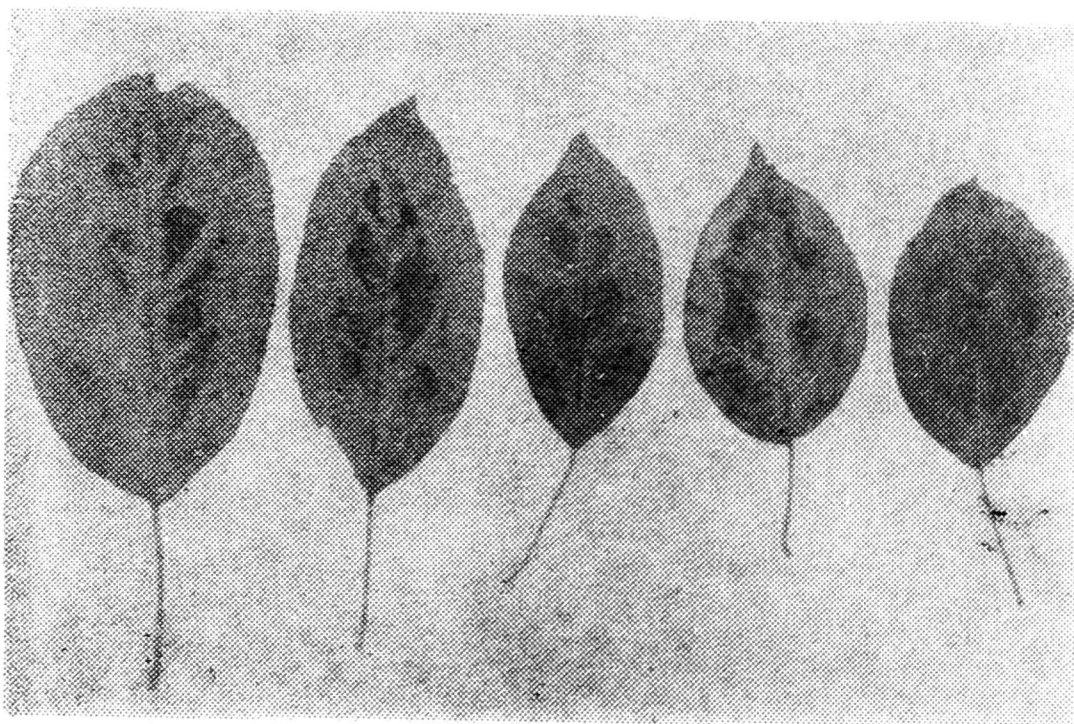


Rys. 2. Objawy niedoboru magnezu na liściach grusz



Rys. 3. Objawy niedoboru magnezu na liściach jabłoni

nika w ogonkach liściowych. Baould i inni (1963) natomiast stwierdzili, że zawartość magnezu zarówno w blaszce, jak i w ogonku liściowym jest dobrym wskaźnikiem poziomu odżywiania malin. Badania Kwonga i Boyntona (1959), Ballingera i Masona (1960) wykazały, że zawartość magnezu w blaszce liściowej jest dobrym wskaźnikiem poziomu odżywiania truskawek magnezem. Niemniej Ballinger i Mason (1960) uważają, że najszybciej uzewnętrzniają się zmiany w odżywianiu magnezem w korzeniach truskawek. Goodal (1942), Vyvan (1941), porównując różne typy liści jabłoni uważają, że zmiany zawartości magnezu w liściach krótkopędów lepiej reprezentują poziom odżywiania tym składnikiem jabłoni niż liście długopędów. Ring (1942) i Kindson (1954) uważają, że do analizy chemicz-



Rys. 4. Objawy niedoboru magnezu na liściach jabłoni odmiany Jonathan

nej na zawartość magnezu należy pobierać liście jabłoni u podstawy długopędów, gdyż na tych liściach najszybciej uzewnętrznia się niedobór tego składnika. Emmert (1954, 1959) natomiast uważa, że nie ma różnic między wrażliwością liści położonych w górnej, środkowej czy dolnej części długopędów na wszelkiego rodzaju zmiany w odżywianiu jabłoni.

Ogólnie mówiąc, na podstawie przytoczonej literatury wydaje się, że nie ma określonej części rośliny, której skład chemiczny byłby jednocześnie dobrym wskaźnikiem potrzeb nawożenia drzew i krzewów owocowych w stosunku do wszystkich składników mineralnych (Bould i inni 1960). Dlatego też, gdy na podstawie jednej próbki chcemy określić poziom odżywiania wszystkimi składnikami mineralnymi, to pobieramy liście z długopędów ze środkowej ich części. Natomiast gdy prowadzimy badania nad magnezem, wybieramy tę część rośliny lub typ liści, w których najszybciej zachodzą zmiany w zawartości tego składnika.

W wielu badaniach stwierdzono, że zawartość magnezu wzrasta w ciągu okresu wegetacji w liściach roślin sadowniczych (Proebsting, Brown 1954), Awad i Kenworthy (1963), Boynton i inni 1943, Bould (1961), Fiedler (1964).

W wyniku przeprowadzonych badań powszechnie uważa się, że liście powinny być pobrane w takim okresie, gdy zmiany zawartości magnezu w liściach praktycznie nie zachodzą i są mniej więcej na jednakowym poziomie. Zmiany zawartości magnezu w liściach są niewielkie w okresie od połowy lipca do połowy września, po zakończeniu wzrostu pędów na długość. Jednak, jak wykazały badania (Moson 1958) u jabłoni liście należy pobierać dla określenia poziomu zawartości Mg u podstawy długopę-

dów pod koniec lipca. Próbkę liści powinny być pobrane z drzew zdrowych, nie uszkodzonych przez mróz. Liście pobierane z drzew do analizy chemicznej powinny być nieuszkodzone przez szkodniki, choroby lub preparaty stosowane w ochronie roślin. Wszystkie te czynniki mają bowiem wpływ na ilościowy skład chemiczny liści (Bould i inni 1960, Boynton i Compton 1945). Próbkę liści powinny być możliwie szybko wysuszone w temperaturze 65°C. Badania Smitha (1956) wykazały, że straty suchej masy na skutek oddychania mogą dochodzić do 10%, co może uczynić późniejsze wyniki analiz zupełnie nieporównywalne przy różnych warunkach suszenia próbek liści.

Określenie ogólnej zawartości magnezu w próbce jest powszechnie przyjętą metodą analizy chemicznej liści roślin sadowniczych. Opracowano metody określające potrzeby nawozowe na podstawie analiz chemicznych soku komórkowego wyciśniętego z roślin lub wyciągów sporządzonych z tkanek roślinnych. W metodach testów tkankowych stosowanych w badaniach roślin sadowniczych, które nie są tak soczyste jak rośliny jednoroczne, stosuje się wytrząsanie drobno pokrajanych ogonków liściowych w różnych rozpuszczalnikach (Emmert 1954, 1954 a, Goodal i Gregory 1947). Zależnie od metody stosuje się jako rozpuszczalnik wodę, roztwory buforowe i różne kwasy (octowy, azotowy, nadchlorowy lub siarkowy). Wielu badaczy stosowało odczynnik Morgana (zbuforowany roztwór octanu sodu) (Goodal i Gregory 1947). Wyniki wielu badań (Goodal i Gregory 1947) wykazały wysoki stopień zależności pomiędzy ogólną ilością składników mineralnych a rozpuszczaną oznaczoną metodami testów tkankowych. Stwierdzono również dużą zgodność pomiędzy wynikami badań metodami testów tkankowych a występowaniem objawów niedoboru, stosowaniem nawozów i reakcją roślin na nawożenie (Nikolas 1951). Liczne jednak badania przeprowadzone przez wielu badaczy, a przytoczone w monografii Emmerta (1959) wskazują na małą dokładność i powtarzalność wyników uzyskanych metodami testów tkankowych.

Ilość przyswajalnego magnezu w glebie dla roślin nie jest jedynym czynnikiem wpływającym na zawartość tego składnika w liściach. Wiek drzew (Bould 1961, Proebsting 1954, Brown 1954), podkładka i odmiana (Kidson 1954), owocowanie (Lyones 1950, Kłossowski 1967), interakcja poszczególnych składników i przebieg pogody w okresie wegetacji roślin (Cain i Boynton 1948) wpływają w mniejszym lub większym stopniu na zawartość magnezu w liściach.

Liście z drzew starszych zawierają mniej magnezu niż liście z drzew młodych. Badania Roacha (1947) wykazały, że objawy niedoboru magnezu w liściach jabłoni rosnących na podkładkach EM IX i XII występują wcześniej niż na innych podkładkach. Stwierdzono, że w latach suchych

wzrasta zawartość magnezu, a natomiast w latach wilgotnych zmniejsza się ilość tego składnika (Boynton, Cain, Geluwe 1943, Boynton 1945).

Na zawartość magnezu w liściach ma wpływ nie tylko wysokość plonów, ale również samo owocowanie (Lyones 1950). Wzrostowi plonów towarzyszy zwiększona zawartość magnezu w liściach jabłoni. W roku owocowania u jabłoni przemiennie owocujących zawartość magnezu w liściach jest wyższa niż w roku nieowocowania (Emmert 1959, Kłossowski 1967).

Stwierdzono również wpływ różnych zabiegów agrotechnicznych na zawartość magnezu w liściach roślin sadowniczych takich jak system uprawy gleby w sadzie, nawożenie i nawadnianie. W wielu doświadczeniach stwierdzono, że utrzymywanie murawy w sadzie powoduje obniżenie w liściach jabłoni ilości magnezu w porównaniu z liśćmi z drzew rosnących w czarnym ugorze (Kenworthy 1954, Kłossowski 1967).

Ściółkowanie drzew bez względu na rodzaj ściółki powoduje zmniejszenie ilości magnezu w liściach drzew owocowych (Boynton i Anderson 1956). Nawożenie nie tylko wpływa na wzrost w liściach tego składnika, który znajduje się w stosowanych nawozach, ale ma wpływ na inne składniki mineralne. Nawożenie azotowe i wapniowanie gleby wpływa na wzrost zawartości magnezu w liściach. Natomiast nawożenie fosforem i potasem powoduje obniżenie zawartości magnezu w liściach drzew owocowych.

Badania nad poziomem odżywiania jabłoni, truskawek i malin magnezem w Polsce przeprowadzano na podstawie wyników analiz chemicznych próbek liści (tab. 4). Zmienność zawartości magnezu w liściach jest dużo mniejsza niż zmienność zawartości tego składnika w glebie.

Posługując się liczbami granicznymi dla zawartości magnezu w liściach, oceniono poziom odżywiania tym składnikiem sadów jabłoniowych, plantacji truskawek i malin (tab. 5).

Jak wynika z tabeli 6 w województwie łódzkim 87% badanych próbek wykazywało deficytowy poziom magnezu, a w województwie warszawskim stwierdzono taki poziom w 14% analizowanych próbek. Niski poziom magnezu w liściach jabłoni wystąpił w około 60% próbek pobranych w woj. lubelskim i warszawskim. W pozostałych województwach niski poziom magnezu w liściach wystąpił w 13 do 35% ogólnej liczby analizowanych próbek, zależnie od badanego rejonu. Tabela 7 przedstawia poziom odżywiania truskawek magnezem w pięciu rejonach. Wyniki analiz próbek liści truskawek wykazały, że większość badanych plantacji odżywiana była na optymalnym i wysokim poziomie. Natomiast w rejonie Kalisza znaczny procent badanych plantacji truskawek odżywianych było na niskim poziomie.

Tabela 4

Zawartość (w % s.m.) magnezu w próbkach liści jabłoni, truskawek oraz malin pobranych w różnych rejonach sadowniczych Polski (Kłossowski, 1969, 1970, 1972)

Wyszczególnienie	Jabłonie	Truskawki	Maliny
Wahania	0,14—0,74	0,12—0,60	0,11—0,88
Przeciętna zawartość	0,43	0,36	0,45
Współczynnik zmienności %	20	15	27

Tabela 5

Tymczasowe liczby graniczne dla zawartości MgO w liściach roślin sadowniczych (w % s.m.)

Roślina	Poziom				Autor
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki	
Jabłonie	< 0,30	0,30—0,44	0,45—0,60	> 0,60	Kłossowski 1969
Grusze	< 0,20	0,20—0,29	0,30—0,45	> 0,45	Levy 1968
Wiśnie	< 0,20	0,20—0,49	0,50—0,70	> 0,70	Kenworthy 1967
Truskawki	< 0,17	0,17—0,23	0,24—0,40	> 0,40	Bould 1961
Czarna porzeczka	< 0,40	0,40—0,54	0,55—0,70	> 0,70	Bould 1964
Maliny	< 0,30	0,30—0,44	0,45—0,60	> 0,60	Bould 1964
Agrest	< 0,20	0,20—0,39	0,40—0,50	> 0,50	Spiwakowski i Jaźwicki 1965

Termin pobierania próbek liści z drzew owocowych 15 lipca — 1 wrzesień. Próbki liści z drzew owocowych pobiera się (ogonki i blaszkę liściową) ze środkowej części długopędów. Termin pobierania próbek liści z roślin jagodowych: w okresie zbiorów. Próbki liści truskawek i malin pobiera się bez ogonków liściowych, a z agrestu i porzeczki czarnej z ogonkiem ze środkowej części długopędów.

Tabela 6

Ocena poziomu odżywiania magnezem jabłoni w % ogólnej liczby próbek (Kłossowski 1969)

Rejony sadownicze województw	Poziom			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
Warszawskiego	14	62	24	—
Kieleckiego	1	21	45	33
Krakowskiego	2	28	49	21
Lubelskiego	7	66	27	—
Bydgoskiego	—	35	53	12
Łódzkiego	87	13	—	—

Tabela 7

Poziom odżywiania magnezem plantacji truskawek w pięciu badanych rejonach w % ogólnej liczby badanych plantacji (Kłossowski 1970)

Rejon	P o z i o m			
	deficy- towy	niski	opty- malny	wysoki
Grójecki	1,6	9,8	82,0	6,6
Sochaczewski	—	—	74,2	25,8
Kozienicki	—	—	50,0	50,0
Kaliski	—	21,6	52,2	16,2
Kartuski	—	—	81,0	19,0

Tabela 8

Poziom odżywiania magnezem plantacji malin w dwóch badanych rejonach w % ogólnej liczby badanych plantacji (Kłossowski 1972)

Rejon	P o z i o m			
	deficy- towy	niski	opty- malny	wysoki
Kaliski	15,7	45,7	38,6	—
Płoński	11,5	44,9	33,3	10,3

W tabeli 8 zestawiono wyniki oceny poziomu odżywiania malin w Polsce. Najwięcej plantacji malin występowało na niskim i optymalnym poziomie odżywiania. Znaczny jednak procent plantacji wykazywał deficytowy poziom odżywiania magnezem. Porównując ocenę potrzeb nawozowych opartą na wynikach analizy próbek gleby (tab. 3) z oceną opartą na wynikach analizy liści, można stwierdzić sprzeczność w ocenie potrzeb nawozowych badanych roślin. Najwyraźniej występuje ta sprzeczność przy ocenie potrzeb nawozowych truskawek i malin. W dużo mniejszym stopniu wystąpiła ta sprzeczność przy badaniu potrzeb nawożenia sadów jabłoniowych (Kłossowski 1969). Powodem tej sprzeczności są zbyt wysokie liczby graniczne dla zawartości magnezu w glebie.

Podobne badania nad zawartością magnezu w liściach jabłoni i glebie sadów jabłoniowych w 3 rejonach prowadzi Pieprzowska (1970). Wyniki tych 2-letnich badań wskazują, że na 38 badanych sadów w 20 stwierdzono niską zawartość magnezu w liściach, a w 16 — na poziomie optymalnym, zaś w 2 sadach zawartość magnezu kształtowała się na wysokim poziomie. Przy ocenie poziomu zawartości magnezu w liściach posługiwano się liczbami granicznymi podanymi w tab. 5. W badaniach Pieprzowskiej (1970) nie stwierdzono zależności między zawartością magnezu w liściach

i glebie. W innych badaniach uzyskane wartości współczynników korelacji pomiędzy zawartością magnezu w glebie i liściach a plonem zestawiono w tab. 9. Współczynniki korelacji zestawione w tej tabeli wskazują, że analiza liści jest pewniejszą metodą oceny potrzeb nawożenia magnezem jabłoni. Wartości współczynników korelacji i determinacji w przypadku liści są wyższe. W badaniach Kłossowskiego i Domańskiej (1968) odmiany grusz bardziej plenne zawierały mniej magnezu w liściach. Natomiast autorzy ci nie stwierdzili istotnej korelacji pomiędzy wysokością plonów a zawartością magnezu w liściach 14 odmian czereśni.

Tabela 9

Wartość współczynników korelacji pomiędzy zawartością magnezu w glebie i liściach a sumą plonów jabłoni (Kłossowski 1968)

Rok pobrania próbek	Poziom cm	Gleba		Liście	
		współ- czynnik korelacji (r)	współ- czynnik determina- cji $r^2 \times 100$ ‰	współ- czynnik korelacji (r)	współ- czynnik determina- cji $r^2 \times 100$ ‰
1959	20—60	0,122*	1,49	0,461**	21,30
1960	0—60	0,157**	2,46	0,304	9,24
	20—60	0,118**	1,39		

* Istotność przy $\alpha_1 = 0,05$.

** Istotność przy $\alpha_2 = 0,01$.

Na zawartość magnezu w liściach wywiera wpływ wiele czynników niezależnych od stosowanego nawożenia. Przede wszystkim występuje duża zmienność indywidualna w zawartości magnezu w liściach tej samej odmiany w obrębie jednego sadu. Badania przeprowadzone przez Sadowskiego (1967) wykazały, że współczynnik zmienności w badanym sadzie wynosił 19%, podczas gdy ten współczynnik dla różnych sadów położonych w różnych rejonach sadowniczych Polski wynosił 20% (Kłossowski 1969). W badaniach przeprowadzonych w Instytucie Sadownictwa stwierdzono istotne różnice w zawartości magnezu w liściach różnych odmian jabłoni, grusz i czereśni (Kłossowski 1968, 1968a, 1968b). Natomiast nie stwierdzono różnic pomiędzy zawartością magnezu w liściach badanych odmian truskawek i malin (Kłossowski 1972, 1970).

Czynnikiem, który należy uwzględnić przy określaniu potrzeb nawożenia magnezem jest współzależność innych składników mineralnych — jest to tak zwany antagonizm i synergizm jonów. W wielu badaniach stwierdzono, że zawartość magnezu w liściach roślin sadowniczych wzrasta ze zmniejszaniem się zawartości w nich potasu (Kłossowski 1967, 1968,

1970; Słowik 1970). Natomiast ze zwiększeniem się zawartości magnezu w liściach wzrasta zawartość wapnia (Kłossowski 1967, 1969, 1970). W innych badaniach przeprowadzonych przez Kłossowskiego (1968—1969) stwierdzono istotną korelację pomiędzy zawartością magnezu i azotu, fosforu i boru w liściach jabłoni i malin (tab. 10).

Tabela 10

Współzależność pomiędzy zawartością magnezu w liściach jabłoni i malin a innymi składnikami mineralnymi wyrażona współczynnikiem korelacji

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	B
Jabłonie	0,214 **	0,203 **	— 0,513 ***	0,364 ***	0,333 **
Maliny	— 0,487 ***	0,178	— 0,570 ***	0,670 ***	—

** Istotność przy $\alpha_1 = 0,05$.

*** Istotność przy $\alpha_2 = 0,01$.

Współzależność jonów wyraża się wpływem jednego składnika mineralnego na zwiększenie lub zmniejszenie ilości drugiego w liściach roślin, co jest w pewnym stopniu niezależne od zmian w składzie chemicznym pożywki (Smith 1956). Provat i Ollagnier (1961) uważają, że na współzależność jonów mogą mieć wpływ: pobieranie składników mineralnych przez korzenie, przemieszczanie i wykorzystanie ich przez poszczególne tkanki. Cain (1953) przypuszcza, że współzależność jonów nie jest wywołana różnicą w pobieraniu składników mineralnych przez korzenie, lecz czynnikiem przemieszczania i różnej akumulacji w poszczególnych częściach rośliny. Inni twierdzą, że zjawisko współzależności jonów jest procesem prowadzącym do koniecznej dla tych roślin elektrostatycznej równowagi wewnątrz tkanek (Smith i inni 1969, Ulrich 1952).

Systematyczna kontrola poziomu zawartości magnezu w liściach roślin sadowniczych lub w glebie zapobiegnie wystąpieniu objawów niedoboru tego składnika. Objawy niedoboru magnezu występują nie od razu, gdyż drzewa i krzewy owocowe mają zdolność do magazynowania w tkankach składników mineralnych w ilościach wystarczających do normalnego wzrostu przez 2—3 lata. Wystąpienie objawów niedoboru magnezu jest już dowodem wyczerpania zapasów i naruszenia równowagi biologicznej w roślinie, na przywrócenie której trzeba czekać kilka lat.

Nawet przy racjonalnym stosowaniu nawozów mineralnych wcześniej lub później zachodzi konieczność stosowania nawożenia magnezem. W badaniach przeprowadzonych w sadach jabłoniowych różnych rejonów Polski stwierdzono, że tam, gdzie zawartość azotu, fosforu i potasu w liściach była na optymalnym poziomie, a więc tam, gdzie drzewa były regularnie

nawożone wystąpiła niska zawartość magnezu. Wskazuje to na konieczność nawożenia tym składnikiem (Kłossowski 1969).

Badania Sokołowskiego (1959) wskazują, że intensywne nawożenie potasem obniża nie tylko procentową, ale i absolutną zawartość magnezu w liściach. Natomiast obniżenie zawartości magnezu w liściach nie powodowało obniżenia ilości tego składnika w całym drzewie.

Podobne wyniki uzyskała Włodek (1970); nawożenie potasowe obniżyło zawartość magnezu w liściach, ale nie miało wpływu na zawartość tego składnika w owocach porzeczek. Guzewska i Kłossowski (1970) stwierdzili, że nawożenie wysokimi dawkami nawozów potasowych (240—270 kg K_2O/ha) powodowało obniżenie zawartości magnezu w jabłkach.

W badaniach nad zwalczaniem fizjologicznej choroby jabłek — gorzkiej plamistości podskórnej, przeprowadzonych przez Sadowskiego i innych (1965—1967) i Ambroziaka (1967) stwierdzono, że opryskiwanie $Mg(NO_3)_2$ lub octanem magnezu powoduje nieznaczny wzrost zawartości magnezu w owocach i równocześnie wyraźne zwiększenie liczby owoców porażonych tą chorobą. Należy zaznaczyć, że występowanie gorzkiej plamistości podskórnej powoduje obniżenie jakości owoców.

Deficytowy poziom magnezu w glebie powoduje zmniejszenie ilości cukru w soku owoców oraz szybsze dojrzewanie jabłek, a to skraca okres ich przechowywania.

W tym miejscu należy zwrócić uwagę na badania Aleksandrowicza (1969) przeprowadzone w Polsce. Stwierdził on częstsze występowanie chorób nowotworowych i białaczkowych u ludzi zamieszkałych w rejonach o glebach ubogich w magnez. Z tych względów zwiększenie zawartości magnezu w owocach poprzez nawożenie tym składnikiem nabiera szczególnego znaczenia.

W Polsce przeprowadzono niewiele badań nad nawożeniem magnezem roślin sadowniczych (Szabłowski 1968, Pękacki 1969, Ścibosz 1970, Sadowski i inni 1970, Słowik 1970). Nawożenie magnezem w tych badaniach zmniejszało intensywność występowania objawów niedoboru tego składnika, ale nie miało większego wpływu na wysokość plonów jabłoni. W badaniach Słowikowej (1970) nawożenie dolistne w postaci trzech opryskiwań 2% roztworem siarczanu magnezu okazało się najskuteczniejszą metodą nawożenia drzew wykazujących objawy niedoboru tego składnika. Natomiast wstępne badania Sadowskiego i innych (1970) wykazały, że najbardziej efektywne jest nawożenie siarczanem magnezu w wysokiej dawce (400 kg MgO/ha) stosowane jednorazowo do gleby. Mniej skuteczne w tych badaniach było nawożenie dolistne (4 opryskiwania).

Na podstawie licznych badań, program nawożenia magnezem w celu usunięcia objawów niedoboru tego składnika powinien być następujący:

- tam, gdzie gleba jest kwaśna, należy zwapnować ją stosując: dolomit prażony, lub wapno magnezowe,
- w tych sadach, gdzie zawartość potasu w glebie jest wysoka, należy zaprzestać nawożenia tym składnikiem na okres 2—3 lat,
- stosować od 3 do 6 opryskiwań 2% roztworem siarczanu magnezu.

Badania Boyntona (1943, 1945) wskazują, że stosowanie magnezu z równoczesnym wapnowaniem gleb kwaśnych jest skuteczniejsze niż stosowanie siarczanu magnezu. Opryskiwanie drzew roztworem $MgSO_4$ w licznych badaniach okazało się skuteczniejsze niż stosowanie do gleby (Boynton 1945, Fisher i inni 1958, Greenham i White 1959, Ford 1968). Natomiast badania Thompsona i innych (1952), Fershey (1963) wskazują, że drzewa odżywiane odpowiednio azotem zwiększają pobieranie magnezu i w ten sposób łagodzi się występowanie objawów niedoboru tego składnika. Natomiast w badaniach Greenhama i Whita (1959) opryskiwanie liści roztworem mocznika nie miało wpływu na usunięcie objawów niedoboru magnezu. Pięciokrotne opryskiwanie roztworem siarczanu magnezu, jak podaje Ford (1968), powoduje wzrost plonów od 19 do 30%, zależnie od odmiany. U odmiany wczesnej Beauty of Bath wzrost plonów pod wpływem opryskiwań spowodowany był lepszym zawiązywaniem owoców i mniejszą ilością spadów przed zbiorem. Natomiast u odmiany Laxtons Superb wzrost plonów związany był z lepszym zawiązywaniem owoców i wielkością owoców. Odmiana Tydeman's Late Orange najbardziej reagowała zwyżką plonów po zastosowaniu opryskiwań roztworem siarczanu magnezu. Wzrost plonów u tej odmiany spowodowany był lepszym zawiązywaniem owoców, wzrostem wielkości owoców oraz mniejszą ilością spadów.

LITERATURA

1. Ambroziak E. (1967): Praca magisterska. Zakład Sadownictwa SGGW. Warszawa
2. Aldrich D.G., Parker E.R., Chapman H.D., (1945): Soil Sci. 59: 299—312
3. Aleksandrowicz J. (1969): Materiały na sympozjum w Nowym Sączu 20—21 luty 1969
4. Askew H.O., Kidson E.R. (1948): N.Z.Y. Sci Tech. Sect. A. 29: 247—255
5. Awad M., Kenworthy A.L. (1963): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 83: 68—73
6. Ballinger W.E., Mason P.D. (1960): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 76: 359—365
7. Bould C., Bradfield E.G., Clarke G.M. (1960): J. Sci Fd Agric. 11: 229—242
8. Bould C. (1961): Amer. Inst. Biol. Sci. 3—15
9. Bould C. (1963): J. Sci. Fd. Agric. 14: 710—718
10. Bould C., Bradfield E.G., Clarke G.N. (1963): J. Sci Fd Agric. 14: 359—364

11. Bould C. (1964): Ann. Rep. Log. Ashton for 1963, 83—89
12. Bould C. (1964): Plant analysis and fertilizer problem 4: 54—67
13. Boynton D., Anderson L.C. (1956): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 67: 26—36
14. Boynton D. (1943): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 42: 95—100
15. Boynton D., Cain J.C. van Galuwe J. (1943): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 42: 85—100
16. Boynton D. (1945): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 40: 1—5
17. Boynton D., Compton O.C. (1945): Soils. Sci. 59: 339—351
18. Cain J.C., Boynton D. (1948): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 51: 13—22
19. Cain J.C. (1953): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 62: 53—66
20. Childers N.P. (1966): Nutrition of fruit crops. Hort. Publ. Rutgers Univ. N. Brunswick N. Jersey
21. Davidson W.W., Judkins W.P. (1957): Sbornik Izd. Inostr. Lit. Moskwa 130—156 (tłum. z angielskiego)
22. Emmert F.H. (1954): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 65: 1—8
23. Emmert F.M. (1954a): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 69: 1—12
24. Emmert F.H. (1959): Proc. Am. hort. Sci. 73: 521—547
25. Fiedler W. (1964): Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft 6
26. Fischer E.G., Walker D.R., Boynton D., Kwony S.S. (1958): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 71: 1—10
27. Ford E. (1958): Progress report Rep. E. Malling Res. for 1957, 106—112
28. Ford E.M. (1968): J. hort. Sci. 48: 505—517
29. Forshey C.G. (1963): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 83: 12—20
30. Gester H. (1958): Schweiz. Z. Obst u. Weinbau 67: 629—636
31. Goodal D.W. (1942): J. Pom. hort. Sci. 20: 136—145
32. Goodal D.W., Gregory F.G.: (1947): Imp. Bur. Hort. Plantation crops. E. Nalling Kent, Techn. Commun 17
33. Greenham D.W.P., White G.C. (1959): J. hort. Sci. 34: 238—247
34. Gruppe W. (1955): Die Gartenbauwiss. 2/20: 3—21
35. Gruppe W. (1960): Erwerbsobstbau 2: 51—54
36. Gruppe W. (1970): Obst und Garten 89: 34—39
37. Guzewska I., Kłossowski W. (1970): Inst. Sad. Skierniewice
38. Ilige R. (1965): Obstbau 4: 58—60
39. Judkins W.P. (1949): Am. Soc. hort. Sci. 53: 24—36
40. Kenworthy A.L. (1954): Michigan Sta. Col. Agr. Exp. Sta. tech. bul. 243
41. Kenworthy A.L. (1967): Soil testing a plant analysis 59—75
42. Kindson E.B. (1954): J. hort. Sci. 23: 178—184
43. Kłossowski W. (1967): Bul. Acad. Pol. Sci. vol. 15 nr 5: 281—285
44. Kłossowski W. (1968a): Prace Inst. Sad. 12: 141—169
45. Kłossowski W. (1968b): Prace Inst. Sad. 12: 165—189
46. Kłossowski W. (1968c): Prace Inst. Sad. 12: 201—209
47. Kłossowski W., Domańska H. (1968a): Prace Inst. Sad. 12: 201—209
48. Kłossowski W., Domańska H. (1968b): Prace Inst. Sad. 12: 191—199
49. Kłossowski W. (1968c): Roczn. Nauk. Rol. 94: A-4: 641—651
50. Kłossowski W. (1969): Praca hab. Inst. Sad. Skierniewice, s. 57—68
51. Kłossowski W. (1970): Prace Inst. Sad. (w druku)
52. Kłossowski W. (1972): Prace Inst. Sad. (w druku)
53. Kwong S.S., Boynton D. (1959): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 73: 168—173
54. Lewy Y.F. (1968): Arboriculture frutiere 15: 33—35
55. Lyones B. (1950): Inst. Pom. a Fruit Ind. Agr. Cel. Norway Report, 16

56. Moon H.H., Harley C.D., Regeimbal L.O. (1952): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 59: 61—64
57. Moson A.G. (1958): J. hort. Sci. 33: 128—142
58. Mulder D. (1950): Plant and Soil. 2: 145—157
59. Nicholas D.J.D. (1951): Plant and Soil. 3: 191—199
60. Pękacki J. (1969): Praca magisterska. Wydział Ogrodniczy. Zakład Sadownictwa SGGW Warszawa
61. Pieniążek S.A. (1954): Sadownictwo. PWRiL, s. 172. Warszawa
62. Pieprzkowska J. (1970): Inst. Sad. Skierniewice
63. Pratt P.F., Hording P.B. (1957): Agron. J. 49: 419—421
64. Proebsting E.L., Brown J.G. (1954): Hildegardia 23: 125—153
65. Provot P., Ollagnier M. (1961): Ann. Inst. Biol. Sci. 257—277
66. Ramig R.E., Vandecaveye (1950): Plant Physiol. 25: 617—624
67. Ring T. (1942): Dept. Sci. Industr. Res. New Zeland Ann. Res. 16: 16—17
68. Roach W.A. (1947): Rep. E. Malling Res. Sta. for 1946: 88—90
69. Sadowski A., Szymborska E., Wieczorek A. (1965) Zeszyty Naukowe SGGW, Ogrodnictwo 3, 41—62
70. Sadowski A. (1967): Praca habil. Instytut Sadownictwa Skierniewice
71. Sadowski A. (1967a): Zeszyty Naukowe SGGW. Ogrodnictwo, 4: 43—54
72. Ścibisz K. (1970): Pr. Magist. W. Ogrodn. Zakł. Sadown. SGGW W-wa
73. Sadowski A., Pękacki J., Ścibisz K. (1970): Instytut Sadownictwa Skierniewice
74. Słowik B. (1970): Prace Inst. Sad. 14: 71—84
75. Smith C.B. i in. (1969): Pensil Stat Univ. Voll. Agr. Exp.
76. Smith C.B. (1956): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 67: 10—15
77. Sokołowski Z. (1959): Praca magisterska. Katedra Uprawy i Nawożenia Wydz. Ogrodniczy SGGW. Warszawa
78. Spiwakowski I.D., Jaźwicki (1965): Agrotechniki plodovogo sada i jagodnikov v neczernomorskoj połose. 195—216
79. Szablowski W. (1968): Praca magisterska. Wydz. Ogrodniczy, Zakład Sadownictwa SGGW. Warszawa
80. Thompson A.H., Marsh R.S., Schubert O.E. (1952): Vir. Agr. Exp. Sta. Bull. 356
81. Titus J.S., Boynton D. (1949): Proc. An. Soc. hort. Sci. 61: 6—26
82. Ulrich A. (1952): Ann. Rev. Plant. Physiol. 33: 207—228
83. Walker D.R., Mosson D.D. (1960): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 75: 22—31
84. Wallace T. (1940): J. Pom. hort. Sci. 18: 261—274
85. Wallace T. (1961): The diagnosis of mineral deficiencies in plant by visual symptoms. M.H.S.O. London.
86. Walrath E.K., Smith R.C. (1952): Proc. Am. Soc. hort. Sci. 60: 22—32
87. Wehunt R.L., Purvis R.E. (1954): Soil. Sci. 77: 215—218
88. Włodek L. (1970): Inst. Sad. Skierniewice
89. Word J.R. (1958): Tasm. J. Agr. VIII: 238—246
90. Vyvan M.C. (1941): Rep. E. Malling Res. Sta. for 1941: 20