

OCENA ZASOBNOŚCI GLEB UŻYTKOWANYCH SADOWNICZO W NIEZBĘDNE SKŁADNIKI MINERALNE

Assessment of orchard soils with respect to essential mineral content

Bogdan Z. Jarociński
Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie
Oddział w Radomiu

ABSTRACT

The study included 66 commercial orchards and strawberry plantations, and fields already prepared for establishing orchards or small fruit plantations, in 16 districts and 26 towns of 3 provinces of Poland (mazowieckie, lubelskie and świętokrzyskie).

The aim of the study was to determine the mineral content of soil used for fruit growing and those intended for growing fruit crops in the future, and how the macro- and microelement content of these soils changes with the depth along the soil profile. It was found that a large percentage of the soil were acidic or very acidic. The macro- and microelement content of the soils was variable. In order to be able to determine the mineral content of soils, soil samples need to be taken not only from the arable humus layer of not only the already existing fruit crops, but also from the nutrient wash-out and accumulation layers and from the fields intended for growing fruit crops in the future.

Key words: mineral content of soils

WSTĘP

Odczyn gleby wpływa na jej strukturę, rozwój mikroorganizmów i intensywność procesów życiowych, rozkład substancji organicznych i minerałów, uruchamianie związków trudno przyswajalnych, procesy biofizyko-chemiczne w glebie oraz ich przemiany, efektywność przyswajania i wykorzystanie składników mineralnych (Górski i Kuszelewski 1970). Znajomość odczynu gleby ma więc istotne znaczenie dla nawożenia roślin. Kwaśny odczyn roztworu glebowego powoduje niedobór niektórych składników mineralnych, jak wapń, magnez, fosfor, molibden lub nadmiar jonów glinu, manganu oraz żelaza, które mogą działać toksycznie na rośliny.

Odżywianie się roślin zależy od fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwości gleby, które zmieniają się pod wpływem wielu czynników, takich jak: temperatura powietrza (Shear 1980; Sud i in. 1995), temperatura gleby (Tromp 1979 a,b; Toselli 1996), ilość opadów atmosferycznych (Sud i in. 1995), wilgotność gleby (Shear 1980) i powietrza (Tromp i van Vuure 1993). Istotny wpływ na pobieranie, transport i akumulację składników mineralnych mają również czynniki agrotechniczne, tj. system pielęgnacji gleby w sadzie (Atkinson 1986; Perring i Pearson 1989). Sposób pielęgnacji gleby i nawożenie są ważnymi czynnikami wpływającymi na żyzność gleby, od której zależą plonowanie roślin (Kłossowski i Mercik 1980), poziom nawożenia, nawadnianie (Pacholak 1986; Dolega i Link 1998), sposób prowadzenia drzew (Sharma i Chauchan 1991), rodzaj podkładki (Leszczyński i Sadowski 1990), gęstość sadzenia drzew (Pacholak 1986), cięcie drzew i ochrona (Olszewski i Mika 1986), a także wielkość plonu (Volz i in. 1993). Słowik (1966) wykazał, że najkorzystniejsze dla wzrostu korzeni jabłoni są gleby głębokie zasobne w wodę, w których korzenie nie natrafiają na przeszkody w postaci płytko położonej skały macierzystej, stagnującej wody gruntowej, nieprzepuszczalnych warstw orsztynu i inne. Udowodnił on, że zasięg penetracji systemu korzeniowego w głąb profilu glebowego wpływa na dostępność i pobieranie składników mineralnych z gleby. Wielu autorów zwraca uwagę na małe zapotrzebowanie drzew owocowych na składniki pokarmowe, dużo mniejsze w porównaniu z warzywami i zbożami (Pacholak 1986; Taylor 1987; Pacholak i Komosa 1995; Sadowski i Jadczyk 2001). Jak podaje Nurzyński (2002) zbierając na przykład 40 ton jabłek z 1 ha wywozi się z sadu około 29 kg N, 4 kg P, 50 kg K, 2 kg Mg, 120 g Fe, 36 g Mn, 43 g Zn, 23 g Cu i 116 g B, natomiast zbierając 40 ton korzeni marchwi z 1 ha wywozi się około 155 kg N, 24 kg P, 170 kg K, 18 kg Mg.

Wiele czynników wzrostu roślin ma wpływ na cechy jakościowe owoców, a nawożenie wymieniane jest jako jeden z ważniejszych (Szwedo i Lipecki 1994). Korzenie roślin sadowniczych sięgają do znacznych głębokości i dzięki temu obejmują dużą masę gleby. Główna masa korzeni znajduje się na głębokości 30-60 cm. Analiza chemiczna próbek gleby z głębszych warstw ma istotne znaczenie zwłaszcza dla prognozowania potrzeb nawożenia magnezem. Nie uwzględnienie tych warstw może być przyczyną nieprawidłowych zaleceń nawożenia magnezem w sadach owocujących. Często bowiem warstwy orna i podorna są ubogie w magnez, jednak korzenie drzew pobierają go z głębszych warstw, bogatych w ten składnik. Uwzględniając przedstawione

zależności podjęto badania, których celem była ocena zasobności gleb w makro- i mikroelementy na różnej głębokości w wybranych sadach towarowych środkowej i południowo-wschodniej Polski oraz polach przygotowanych do założenia sadu, bądź plantacji roślin jagodowych.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 66 sadów produkcyjnych i plantacji truskawek oraz pola przygotowane do założenia sadu bądź plantacji roślin jagodowych w trzech województwach: mazowieckim, lubelskim i świętokrzyskim; w 16 gminach, w 26 miejscowościach. Uwzględniono: 21 sadów jabłoniowych (ponieważ liczba sadów jabłoniowych była większa, więc oddzielono je od innych sadów i plantacji truskawek), 18 innych sadów i plantacji (3 gruszone, 2 wiśniowe, 4 brzoskwińskie i 9 plantacji truskawek), 27 pól przygotowanych do założenia sadu bądź plantacji roślin jagodowych. Próbkę gleb do analiz chemicznych pobrano z trzech głębokości, tj. warstwy próchnicznej (0-20 cm), warstwy wymycia (21-45 cm) i warstwy wmycia (46-80 cm). Próbkę gleb zostały pobrane z pasów herbicydowych na przełomie miesiąca lipca i sierpnia w 1993 roku. Natomiast próbki gleby z pól przeznaczonych do nasadzeń pobrano z całej powierzchni pola. Określono kategorię agronomiczną gleby (do badań wybrano próbki gleb z II kategorii agronomicznej – piaski gliniaste lekkie), odczyn gleby, zawartość fosforu, potasu, wapnia, magnezu oraz żelaza, manganu, miedzi, cynku i boru. Zawartość składników mineralnych w glebie określono następującymi metodami: pH w H₂O; P metodą – Olsena; Ca, Mg, K, Mn w wyciągu 1 M azotanu amonowego, metodą ASA lub ICP; Cu, Fe i Zn oznaczono w wyciągu 0,05 M soli dwusodowej EDTA, metodą ASA lub ICP. Bor oznaczono w wyciągu gorącą wodą, metodą spektrofotometryczną. Ocenę zasobności badanych gleb w składniki mineralne przeprowadzono porównując uzyskane wyniki (tab. 1) z wartościami granicznymi z Laboratorium Phosyn w Anglii (Phosyn plc. Manor Place, Wellington Road, The Industrial Estate. Pocklington, York YO4 2NR, UK' tel. 44 1759 302545, fax. 44 1759 303650).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na podstawie przeprowadzonych badań w sadach i na plantacjach truskawek oraz na polach przygotowanych do założenia sadu bądź plantacji roślin jagodowych wykazano zróżnicowanie w zakresie odczynu gleby oraz zasobności w makro- i mikroelementy w trzech głębokościach

0-20, 21-45 i 46-80 cm. W sadach jabłoniowych w poziomie próchnicznym stwierdzono 66,7% gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych, w innych sadach i na plantacjach truskawek 38,9% oraz na polach przygotowanych do założenia sadu 66,6%. Zaś w warstwie wymycia odpowiednio dla obiektów 66,6; 50,0 i 62,9% gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych. Gleby takie dominowały zarówno w sadach jabłoniowych, jak i innych sadach oraz na plantacjach truskawek i polach przygotowanych do założenia sadu bądź plantacji roślin jagodowych. Znajomość odczynu gleby ma istotne znaczenie dla nawożenia roślin. Duży udział (45%) gleb o zróżnicowanym odczynie w warstwie próchnicznej w porównaniu z warstwami głębszymi profilu glebowego skłania do wniosku, że przed założeniem sadu bądź plantacji krzewów owocowych niewystarczające jest poznanie odczynu gleby tylko w warstwie próchnicznej. Niezbędne są oznaczenia w poziomie wymycia i wmycia. Zaniechanie wapnowania pól przed założeniem sadu bądź plantacji krzewów owocowych doprowadziło do bardzo silnego zakwaszenia gleb. Ponadto w przypadku sadów jabłoniowych tak silne zakwaszenie gleb mogło być spowodowane również przez nieodpowiednie nawożenie, szczególnie azotowe (Hoyt i Henning 1982; Mercik i in. 1990; Lipecki 1993; Kozanecka i Scherer 1996). Pacholak i Komosa (1995) podkreślają, że wysokie dawki nawozów azotowych powodują również degradację środowiska glebowego, wyrażającą się zakwaszeniem gleby i akumulacją w roślinach toksycznych jonów Mn i Al. Schneider i inni (1989) wykazali, że zakwaszone środowisko ma również wpływ na mikroflorę gleby, między innymi na bakterie związane z przemianami azotu, grzyby mikoryzowe. W badanych sadach, na plantacjach truskawek i na polach przygotowanych do założenia sadu bądź plantacji roślin jagodowych większość gleb charakteryzowała się niską i bardzo niską zasobnością w wapń. Gleby kwaśne mają mniej kationów zasadowych, a szczególnie wapnia. Zmniejsza się ich pojemność sorpcyjna i pogarszają się niektóre właściwości fizyczne i chemiczne. Wzrasta wysycenie kompleksu sorpcyjnego jonami H^+ , Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , które w nadmiernych ilościach są toksyczne dla roślin (Marschner 1995).

Wysoką zawartością fosforu w poziomie próchnicznym charakteryzowało się aż 95,2% badanych sadów jabłoniowych, 88,9% sadów brzoskwińowych, wiśniowych i plantacji truskawek. Natomiast gleby przygotowane do założenia sadu bądź plantacji krzewów jagodowych charakteryzowały się wysoką zasobnością w fosfor w poziomie próchnicznym – 77,8%, w poziomie wymycia 51,9% oraz w poziomie wmycia 44,5%. Świadczy to o tym, że większość pól nawożono fosforem w sposób niewłaściwy przed założeniem sadu bądź plantacji roślin

jagodowych. Cornel i inni (1990) podkreślają, że na glebach kwaśnych pomimo wysokiego nawożenia nawozami fosforowymi rośliny wykazują objawy niedoboru na liściach, gdyż fosfor jest wiązany w niedostępne dla roślin fosforany glinu i żelaza. Z jednej strony jest to zjawisko pozytywne, ponieważ aktywny glin przechodzi w formę związaną, ale równocześnie fosfor staje się niedostępny dla roślin. Według Atkinsona (1973) pogłębiający się deficyt fosforu powoduje rozszerzenie stosunku masy korzeni do masy pędów drzew jabłoni.

Tabela 1

Procentowy udział sadów jabłoniowych (1), brzoskwińowych, gruszowych, wiśniowych i plantacji truskawek (2) oraz pól przygotowanych do założenia sadu (3) pod względem odczynu oraz zasobności w makro- i mikroelementy gleb oznaczonych w trzech poziomach. Percentage of apple orchards (1), peach, pear and sweet cherry orchards and strawberry plantations (2), and fields prepared for setting up orchards (3) in respect of soil pH and macro- and micro-element content at three levels of the soil profile

Składnik Element Zasobność Content	Poziom cm – Soil layer (cm)	0 – 20			21 – 45			46 – 80			
		Obiekty – Column No.			1	2	3	1	2	3	1
Odczyn gleby Soil pH	b. kwaśny - very acidic	9,5	27,8	33,3	38,1	33,3	37	42,8	27,8	40,7	
	kwaśny - acidic	57,2	11,1	33,3	47,6	33,3	37	23,8	22,2	22,2	
	sł. kwaśny - weakly acidic	23,8	27,8	22,3	0	0	18,6	4,8	5,5	11,1	
	obojętny - neutral	9,5	27,8	3,7	4,8	11,1	0	4,8	16,7	7,4	
	zasadowy - basic	0	5,5	7,4	9,5	22,3	7,4	23,8	27,8	18,6	
P	b. niska - very low	0	0	0	0	0	0	4,8	0	0	
	niska - low	0	0	3,7	14,2	0	18,5	38,1	22,2	18,5	
	średnia - medium	4,8	11,1	18,5	23,8	33,3	29,6	33,3	44,5	37	
	optymalna - optimal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	wysoka - high	95,2	88,9	77,8	61,9	66,7	51,9	23,8	33,3	44,5	
K	b. niska - very low	0	0	3,7	4,8	0	3,7	4,8	5,6	7,4	
	niska - low	9,5	27,8	37	42,8	50	48,2	47,6	66,6	55,6	
	średnia - medium	57,2	33,3	44,5	23,8	16,7	29,6	33,3	16,7	33,3	
	optymalna - optimal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	wysoka - high	33,3	38,9	14,8	28,6	33,3	18,5	14,3	11,1	3,7	
Mg	b. niska - very low	0	0	0	33,3	0	3,7	0	0	3,7	
	niska - low	9,5	11,1	18,5	0	22,2	22,2	23,8	16,7	0	
	średnia - medium	24,3	11,1	25,9	4,8	27,8	22,2	4,8	16,7	18,5	
	optymalna - optimal	0	5,6	0	0	0	0	0	5,6	0	
	wysoka - high	66,2	72,2	55,6	61,9	50	51,9	71,4	61	77,8	

cd. tabeli 1

Ca	b. niska - very low	79 40 100	69,2 50 100	53,8 40 85,7
	niska - low	10,5 20 0	7,7 20 0	0 10 0
	średnia - medium	0 0 0	0 0 0	0 0 0
	optymalna - optimal	10,5 30 0	15,4 20 0	38,5 40 14,3
	wysoka - high	0 10 0	7,7 10 0	7,7 10 0
Cu	b. niska - very low	0 16,7 7,4	4,8 16,7 7,4	28,6 22,2 25,9
	niska - low	4,8 22,2 51,9	19 33,3 55,6	14,3 50 44,5
	średnia - medium	19 16,7 22,2	19 22,2 18,5	14,3 16,7 14,8
	optymalna - optimal	76,2 44,4 18,5	57,2 27,8 18,5	42,8 11,1 14,8
Zn	b. niska - very low	0 0 14,9	9,5 0 25,9	38,1 0 48,2
	niska - low	4,8 11,1 37	14,3 11,1 25,9	42,8 44,5 29,6
	średnia - medium	38,1 5,6 11,1	28,6 16,7 14,9	9,5 44,5 11,1
	optymalna - optimal	38,1 50 33,3	42,8 55,5 29,6	4,8 11,1 11,1
	wysoka - high	19,0 33,3 3,7	4,8 16,7 3,7	4,8 0 0
Mn	b. niska - very low	4,8 0 22,2	4,8 0 22,2	9,5 0 22,2
	niska - low	9,5 22,2 14,9	9,5 22,2 22,2	28,6 44,4 37,1
	średnia - medium	28,6 22,2 29,6	38,1 27,8 26	38,1 27,8 29,6
	optymalna - optimal	57,1 55,6 33,3	47,6 50 29,6	23,8 27,8 11,1
Fe	b. niska - very low	4,8 0 25,9	4,8 0 25,9	4,8 0 25,9
	niska - low	0 5,6 3,7	0 5,6 3,7	0 5,6 3,7
	średnia - medium	0 0 0	0 0 0	0 0 0
	optymalna - optimal	95,2 94,4 70,4	95,2 94,4 70,4	95,2 94,4 70,4
B	b. niska - very low	81 72,2 77,8	76,2 72,2 77,8	90,4 88,8 92,6
	niska - low	9,5 11,1 11,1	14,3 11,1 11,1	4,8 5,6 7,4
	średnia - medium	9,5 5,6 11,1	9,5 5,6 11,1	4,8 5,6 0
	optymalna - optimal	0 11,1 0	0 11,1 0	0 0 0

W badanych obiektach zasobność gleb w potas kształtowała się niekorzystnie na poszczególnych głębokościach. W glebach wszystkich sadów, plantacji oraz pól przygotowanych do założenia sadu wykazano wysoką zasobność w potas w warstwie próchnicznej od 14,8 do 38,9%, w warstwie wymycia od 18,5 do 33,3% oraz w warstwie wmycia od 3,7 do 14,3% gleb. Hansen i inni (1982) uważają, że owocowanie drzew w warunkach niskiej zasobności gleby w potas może ograniczyć wzrost korzeni w wyniku ograniczenia asymilatów, koniecznych do aktywnego pobierania składników pokarmowych. Natomiast wysokie jednorazowe dawki nawozów potasowych mogą wpływać ujemnie na właściwości fizyczne gleb, pogarszając głównie ich strukturę, a także wpływają antagonistycznie na pobieranie magnezu oraz wapnia i związane z tym obniżenie jakości

owoców. Razeto (1984) i Cocucci i inni (1990) podkreślają, że wraz ze wzrostem zawartości potasu w glebie następuje obniżenie zawartości wapnia w owocach, co zwiększa występowanie gorzkiej plamistości podskórnej jabłek.

Badane gleby w większości charakteryzowały się wysoką zasobnością w magnez. Najwyższa zasobność w magnez wszystkich badanych gleb w poziomie wymycia od 61,0 do 77,8% świadczy o tym, iż pierwiastek ten jest łatwo przemieszczany do głębszych warstw profilu glebowego. Bardzo często warstwy orna i podorna są ubogie w magnez, a korzenie drzew czerpią go jednak z poziomu wymycia, bogatego w ten składnik (Nurzyński 1996). Mochecki (1999) szacuje, że roczne straty magnezu na skutek wypłukiwania w głąb profilu glebowego wynoszą od 30 do 50 kg Mg na jeden hektar. Gleby, w których magnez jest bardzo łatwo wypłukiwany (gleby lekkie i bardzo lekkie) powinny być nawożone systematycznie nawozami magnezowymi. Natomiast w warunkach niedoboru magnezu w glebie dolistne dokarmianie roślin tym pierwiastkiem jest stosowane jako uzupełnienie nawożenia doglebowego.

Gleby charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem zasobności w miedź w zależności od poziomu profilu glebowego. W sadach jabłoniowych stwierdzono optymalną zasobność w miedź, w poziomie próchnicznym aż w 76,2% gleb, w poziomie wymycia w 57,2%, a w poziomie wymycia w 42,8% gleb. W innych sadach i na plantacjach truskawek stwierdzono w poziomie próchnicznym 44,4% gleb z optymalną zasobnością w miedź oraz 38,9% gleb o zasobności niskiej i bardzo niskiej. Natomiast w poziomie wymycia aż 72,2% gleb miało niską i bardzo niską zawartość miedzi. Na polach przygotowanych do założenia sadu bądź plantacji roślin jagodowych niską i bardzo niską zasobność miedzi w poziomie próchnicznym miało 59,3% gleb, w poziomie wymycia 63,0% gleb, a w poziomie wymycia aż 70,4% gleb. Gleby w badanych obiektach charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem zasobności w miedź, która zmniejszała się w zależności od poziomu profilu glebowego. Znacznie większe zapotrzebowanie na miedź w porównaniu do jabłoni mają drzewa pestkowe, w tym wiśnie i czereśnie oraz truskawki. Przy braku miedzi w glebie występują objawy jej niedoboru na liściach, pędach wierzchołkowych i pniach (Jarociński 2003).

Badane obiekty charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem zasobności w cynk w zależności od profilu glebowego. W sadach jabłoniowych w poziomie próchnicznym było tylko 4,8% gleb o niskiej i bardzo niskiej zasobności w cynk, w poziomie wymycia 23,8%, zaś w poziomie wymycia aż 80,9% gleb. W innych sadach i na plantacjach truskawek w poziomie

wmycia 44,5% gleb wykazywało niską zasobność w cynk. Stwierdzono 51,9% gleb z niską i bardzo niską zasobnością w cynk w poziomie próchnicznym, w poziomie wymycia 51,8%, zaś w poziomie wmycia aż 77,8% gleb przygotowanych do założenia sadu bądź plantacji roślin jagodowych. Zawartość cynku w badanych glebach i obiektach zmieniała się we wszystkich poziomach profilu glebowego. W glebach sadów jabłoniowych wysoka zasobność w cynk malała z 19,0% w warstwie próchnicznej do 4,8% w warstwie wymycia i wmycia. Optymalna zasobność gleb w cynk jest bardzo ważna dla wzrostu i rozwoju roślin, ponieważ cynk bierze udział w przemianach kwasów organicznych, syntezie chlorofilu oraz witamin C, B i P (Górski i Kuszelewski 1970).

Gleby sadów jabłoniowych i innych sadów oraz plantacji truskawek i pól przygotowanych do założenia sadu charakteryzowały się różną zasobnością manganu w badanych poziomach profilu glebowego. W sadach jabłoniowych 57,1% gleb, w innych sadach oraz na plantacji truskawek 55,6% gleb i pól przygotowanych do założenia sadu 33,3% gleb charakteryzowało się najwyższą zawartością manganu. W sadach jabłoniowych optymalną zasobność gleb w żelazo stwierdzono aż w 95,2%, a w innych sadach i na plantacjach truskawek w 94,4%. Średnia i optymalna była zasobność badanych gleb w mangan i żelazo. Niewątpliwie związane jest to ze znacznym ich zakwaszeniem. Na taką zależność zwracają uwagę Maksimow i Czarnowska (1970). Według tych autorów zachodzi czasem konieczność nawożenia manganem gleb kwaśnych, gdyż przy niedoborze manganu może się to odbić w sposób szkodliwy na wzroście roślin. Sadowski (1990) i Poldervaart (1996) podkreślają, że niedobory żelaza mogą występować na glebach o zbyt wysokim pH oraz w warunkach chłodu i dużej wilgotności. W takich warunkach dobrym rozwiązaniem jest opryskiwanie drzew chelatem żelaza. Badane gleby charakteryzowały się niską i bardzo niską zasobnością w bor. Niską i bardzo niską zasobność w bor w poziomie próchnicznym oraz wymycia stwierdzono w 90,5% gleb badanych sadów jabłoniowych, a w poziomie wmycia aż w 95,2% sadów. W sadach brzoskwiniowych, wiśniowych, gruszowych i na plantacjach truskawek niską i bardzo niską zasobność w bor w poziomie próchnicznym i wymycia stwierdzono w 83,3% gleb, a w poziomie wmycia aż w 94,4% gleb. W glebach pól przygotowanych do założenia sadu bądź plantacji roślin jagodowych niską i bardzo niską zasobność w bor w poziomie próchnicznym i wymycia stwierdzono w 88,9%, a w poziomie wmycia aż w 100% gleb. We wszystkich badanych glebach wykazano bardzo niską zasobność boru dostępnego dla roślin. Była ona podobna w trzech poziomach profilu glebowego. Niska

zasobność gleb w bor może powodować zaburzenia w gospodarce węglowodanowej roślin, w rozwoju tkanek merystematycznych, w procesach kwitnienia, zapłodnienia i podziału komórek. Zatem zalecane jest opryskiwanie roślin sadowniczych (dokarmianie dolistne) borem. Im wyższe jest pH gleby tym przyswajalność boru jest mniejsza. Ponadto należy podkreślić, że bor jako anion nie jest w glebie wymiennie sorbowany i z tego powodu ulega systematycznemu wymywaniu w głąb profilu glebowego, poza zasięg korzeni. Według Wójcika (2000), Wójcika i Wójcik (2000) rośliny sadownicze, w tym jabłonie wymagają stałego dopływu boru w okresie wegetacji, gdyż przemieszczanie się tego pierwiastka z dolnych do młodych liści jest niewielkie.

WNIOSKI

1. Stwierdzono bardzo niską i niską zawartość wapnia w glebach sadów jabłoniowych i innych sadów oraz plantacji, a także pól przygotowanych do założenia sadu w warstwie próchnicznej od 60 do 100%, w warstwie wymycia od 70 do 100% oraz w warstwie wmycia od 50 do 85,7%.

2. Wysoką zawartość fosforu w glebach sadów jabłoniowych oraz pól przygotowanych do założenia sadu wykazano w warstwie 0-20 cm i w warstwie 21-45 cm.

3. Zasobność gleb w potas w sadach i na plantacjach truskawek oraz na polach przygotowanych do założenia sadu kształtowała się różnie na poszczególnych głębokościach. W poziomie próchnicznym była następująca: 90,5; 72,2 i 59,3% gleb o średniej i wysokiej zawartości potasu, a w poziomie wymycia odpowiednio: 52,4; 50,0 i 48,1% gleb i w poziomie wmycia 47,6; 27,8 i 37,0% gleb.

4. Najwyższą zawartość magnezu w ponad 70% gleb sadów jabłoniowych oraz pól przygotowanych do założenia sadu wykazano w warstwie 46-80 cm.

5. Zasobność gleb w miedź była niska i bardzo niska na plantacjach truskawek oraz na polach przygotowanych do założenia sadu – w poziomie wymycia wynosiła odpowiednio: 50,0 i 63,0% oraz w poziomie wmycia 72,2 i 70,4%.

6. W glebach sadów jabłoniowych i plantacji truskawek oraz pól przygotowanych do założenia sadu wykazano optymalną zawartość cynku – 42,8; 55,5 i 29,6% gleb w warstwie wymycia (w strefie korzeni) oraz w warstwie wmycia odpowiednio: 4,8; 11,1 i 11,1% gleb.

7. Najwyższą zawartość manganu wykazano w warstwie próchnicznej w sadach jabłoniowych – 57,1% gleb, w innych sadach i plantacjach truskawek – 55,6% gleb oraz pól przygotowanych do założenia sadu – 33,3% gleb.

8. Stwierdzono optymalną zasobność w żelazo – w warstwie od 0 do 80 cm aż od 70,4 do 95,2% gleb sadów jabłoniowych, innych sadów i plantacji truskawek oraz pól przygotowanych do założenia sadu.

9. W glebach sadów jabłoniowych i innych sadów, a także plantacji oraz pól przygotowanych do założenia sadu wykazano, w warstwie do 80 cm głębokości, bardzo niską zasobność w bor.

LITERATURA

- A t k i n s o n D. 1973. Some general effects of phosphorus deficiency on growth and development. *New Phytology*, 72 (1): 101-111.
- A t k i n s o n D. 1986. The effect of orchard soil management on crop yield, fruit distribution, colour and phosphorus nutrition. [W:] Lenz F. (ed.) *Proc. Symp. „Pome Fruit quality”*, Univ. of Bonn: 7-18.
- C o c u c c i S., A b r u z z e s e A., R i z z i E., M i g n a n i I., P o m a T r e c c a n i C. 1990. Fruit development, calcium level and bitter pit in apple. *Adv. Hort. Sci.*, 4 (3): 147-160.
- C o r n e l V. P., A k i y a S., Y o s h i d a S. 1990. Aluminium toxicity tolerance in rice (*Oryza sativa*) seedlings. M. L. Van Beusichem (Ed.), *Plant Nutrition-Physiology and Applications: 357-363*.
- D o l e g a E. K., L i n k H. 1998. Fruit quality in relation to fertigation of apple trees. *Acta Hort.*, **466**: 109-114.
- G ó r s k i M., K u s z e l e w s k i L. 1970. *Chemia Rolnicza. Gleba jako środowisko odżywiania roślin*. PWR i L, Warszawa.
- H a n s e n P., R u y n g o K., R a m o s D. E. 1982. Influence of cropping on mineral nutrition and carbohydrate status of 'French' prune trees grown on potassium limited soil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **107**, 10: 140-142.
- H o y t P. B., H e n n i n g F. M. A. 1982. Soil acidification by fertilizers and longevity of lime applications in the Leach River Region. *Can. J. Soil Sci.*, **62**, 2: 155-163.
- J a r o c i ń s k i B. 2003. Soil pH and macro-element content of three layers (a, b, c) of soil from 72 sour cherry and sweet cherry orchards. *Chemistry for Agriculture*, **4**: 296-305.
- K ł o s s o w s k i W., M e r c i k S. 1980. Wpływ wieloletniego stosowania obornika, wapnowania, nawożenia potasem i zmianowania na niektóre właściwości fizyczne i fizykochemiczne gleby. *Rocz. Glebozn.*, 31(2): 53-61.

- K o z a n e c k a T., S c h e r e r H. W. 1996. Wpływ nawożenia azotem i potasem oraz sposobu utrzymania gleby w sadzie jabłoniowym na zawartość niewymiennych jonów amonowych w glebie. *Rocz. Glebozn.*, (1/2): 55-64.
- L e s z c z y ń s k i A., S a d o w s k i A. 1990. Response of apple rootstocks maiden trees to different levels of potassium supply in sand culture. *Acta Hort.*, **274**: 277-286.
- L i p e c k i J. 1993. Reakcja chwastów na nawożenie w sadzie jabłoniowym. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin-Polonia*. **1**, 3: 17-23.
- M a k s i m o w A., C z a r n o w s k a K. 1970. Mangan ogólny czynny i wymienny w ważniejszych glebach. *Rocz. Glebozn.*, **10**.
- M a r s c h n e r H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second Edition. Academic Press. Londyn, 541: 215-216.
- M e r c i k S., S ł o w i k K., W ą s o w s k i T. 1990. Effects of 65 - year static soil fertilization on the growth, fruiting and leaf nutrient status of a tart cherry trees. *Acta Hort.*, **274**: 331-337.
- M o c h e c k i J. 1999. Ustalenie dawek nawozowych w sadach i jagodnikach. Broszura ISK nr 268.
- N u r z y ń s k i J. 1996. Dolistne dokarmianie roślin sadowniczych. V spotkanie sadownicze Sandomierz „96”. *Sad Karłowcy*, **1**: 65-70.
- N u r z y ń s k i J. 2002. Nawożenie roślin ogrodniczych. AR Lublin.
- O l s z e w s k i T., M i k a A. 1986. Planting density effects on mineral composition of leaves and fruits of „Macspur” apples. *Acta Hort.*, **160**: 259-260.
- P a c h o l a k E. 1986. Wpływ nawożenia i nawadniania na wzrost i plonowanie jabłoni odmiany ‘James Grieve’. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy Naukowe*. Nr 180: 61.
- P a c h o l a k E., K o m o s a A. 1995. Nawożenie azotem a wzrost i plonowanie jabłoni. *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych*, **79**: 203-208.
- P e r r i n g M. A., P e a r s o n K. 1989. Effects of overall herbicide management and nitrogen fertilizer on the mineral composition of apple and pear fruits grown on various soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **20**: 1111-1129.
- P o l d e r v a a r t G. 1996. Nawożenie sadów w Holandii. V spotkanie sadownicze Sandomierz “96”. *Sad Karłowcy*, **1**: 97-103.
- R a z e t o B. 1984. Nitrogen and potassium rates in apple trees. *International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Proceedings*, **2**: 491-497.
- S a d o w s k i A. 1990. Podstawy racjonalnego nawożenia sadu. V spotkanie sadownicze Sandomierz „96”. *Sad Karłowcy*, **1**: 7-24.
- S a d o w s k i A., J a d c z u k E. 2001. Results of 11-year N- fertilizer trial in a sour cherry orchard. *Acta Hort.*, **564**: 279-283.
- S c h n e i d e r B. U., M e y e r J., S c h u l z e E. D., Z e c h W. 1989. Root and mycorrhizal development in healthy and declining Norway spruce stand. In *ecological studies 77* (Eds. Schulze E.D., Lange O. L., Oren R.): 370-391.

- S h a r m a D. D., C h a u c h a n J. S. 1991. Effect of different rootstock and systems on the mineral composition of "Delicious" apple leaves. *J. Hort. Sci.*, **66**: 703-707.
- S h e a r C. B. 1980. Interaction of nutrition and environment on mineral composition of fruits. In: (Atkinson D., Jackson J. E., Sharples R.O., Waller M. W). *Mineral nutrition of fruit trees*. Butterworth, London: 41-50.
- S ł o w i k K. 1966. Gleba a wzrost drzew jabłoni i ich korzenie w powiatach Grójec i Piaseczno. *Pr. Inst. Sad.*, **10**: 165-194.
- S u d R. G., R a j e n d r a P., M a n o j B. 1995. Effect of weather conditions on concentration of calcium, manganese, zinc, copper and iron in Greek tea (*Camelia sinensis* L.) leaves of north western India. *J. Sci. Food Agric.*, **67**: 341-346.
- S z w e d o J., L i p e c k i J. 1994. Wpływ nawożenia mineralnego na niektóre wskaźniki jakości i zdolności przechowalniczej jabłek. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin*, **2**, 4: 25-32.
- T a y l o r B. K. 1987. Storage and mobilization of nitrogen in fruit trees. *J. Aust. Agric. Sci.*, **33**: 23-29.
- T o s e l l i M. 1996. L'importanza del regime termico del terreno nella nutrizione minerale delle culture arboree. Ph. D. Thesis, Univ. Bologna, 195-200.
- T r o m p J. 1979 a. The intake curve for calcium into apple fruits under various environmental conditions. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **10**: 325-335.
- T r o m p J. 1979 b. Seasonal variations in the composition of xylem sap of apple with respect to K, Ca, Mg and N. *Z. Pflanzenphysiol*, **94**: 189-194.
- T r o m p J., v a n V u u r e J. 1993. Accumulation of calcium, potassium and magnesium in apple fruits under various conditions of humidity. *Physiol. Plantarum*, **89**: 149-156.
- W ó j c i k P. 2000. Availability of soil boron fractions to M.26 apple rootstock. *J. Plant Nutr.*, **23**, 7: 1025-1035.
- W ó j c i k P., W ó j c i k M. 2000. Adsorption and desorption of boron on manganese oxide-coated sand as influenced by pH. *J. Fruit Ornament. Plant Res.*, **7** (4): 195-204.
- V o l z R. K., F e r g u s o n I. B., B o w e n J. H., W a t k i n s C. B. 1993. Crop load effects on fruit mineral nutrition, maturity and tree growth of 'Cox's Orange Pippin' *J. Hort. Sci.*, **68**: 127-137.