

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie
Oddział w Radomiu

**SZANSE I ZAGROŻENIA
W PRODUKCJI OWOCÓW
*GLEBA – ŚRODOWISKO ŻYCIA***

Praca zbiorowa pod redakcją Jana Schönthalera

RADOM 2016

CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO W BRWINOWIE
ODDZIAŁ W RADOMIU
26-600 Radom, ul. Chorzowska 16/18
e-mail: radom@cdr.gov.pl

Autorzy:

Jan Schönthaler, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie
Oddział w Radomiu
Dariusz Wrona, SGGW Warszawa
Zbigniew Jarosz, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Projekt okładki:

Danuta Guellard, CDR O/Radom

@ Copyright by Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie
Oddział w Radomiu 2016

ISBN 978-83-63411-58-9

Druk: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu
ul. Chorzowska 16/18, tel. 48 365 69 00

Nakład: 500 egz.

Spis treści

I.	Wstęp	5
II.	Nawożenie, podstawowy element zdrowia roślin i dobrego plonowania. Mamy jeszcze dużo do zrobienia, <i>Jan Schönthaler, CDR Brwinów Oddział w Radomiu</i>	6
III.	Nowoczesne zasady nawożenia szansą w produkcji owoców, <i>Dariusz Wrona, SGGW Warszawa</i>	11
IV.	Najnowsze trendy w diagnostyce potrzeb nawozowych upraw polowych roślin jagodowych na przykładzie maliny, <i>Zbigniew Jarosz, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie</i>	35
V.	Racjonalne nawadnianie w uprawach sadowniczych, <i>Jan Schönthaler, CDR Brwinów Oddział w Radomiu</i>	40

I. Wstęp

Dla znakomitej większości roślin uprawnych gleba jest środowiskiem życia. Rośliny korzystają z glebowych zasobów pobierając je z roztworu glebowego. A więc gleba i woda, te dwa wybrane czynniki, z pośród niezbędnych do życia, decydują w dużym stopniu o zdrowiu i kondycji roślin a zarazem o plonach. Celem tej broszurki jest przypomnienie podstawowych zasad dotyczących nawożenia i nawadniania. Jest to zarazem zaproszenie do dalszego pogłębiania wiedzy, poprzez sygnalizację kolejnych zagadnień. Jest to na przykład związek zapotrzebowania roślin na składniki odżywcze z poszczególnymi fazami ich rozwoju. Odkrycie tych zależności pozwala na ustalenie optymalnego terminu stosowania nawozów. Ma to wpływ na optymalizację ich wykorzystania, jak również na bezpieczeństwo środowiska.

Bardzo często nawozy „niezagospodarowane” przez rośliny trafiają do wód podziemnych lub powierzchniowych. Są to z reguły nawozy stosowane w nadmiarze, lub w niewłaściwych terminach. Ich obecność w wodach stanowi poważne zagrożenie dla życia w tych akwenach, a w konsekwencji w Bałtyku.

Kolejne czynniki, które winny wyznaczać poziom nawożenia to odmiany, warunki pogodowe, prognozowane plony. „Rzut oka” na próbki gleby dostarczane do tutaj laboratorium wskazuje, że choć wydaje się nam czasem, że na nawożeniu podobnie, jak na polityce i leczeniu wszyscy się znamy, nie koniecznie musi być to prawdą.

Oczywiście broszurka ta nie ma ambicji zastąpienia poważnych i cennych podręczników, ale jeżeli pozwoli odświeżyć, choć trochę wiedzę doradców czy zachęcić do dalszych poszukiwań, będzie to dla nas wielką satysfakcją.

II. Nawożenie, podstawowy element zdrowia roślin i dobrego plonowania. Mamy jeszcze dużo do zrobienia

Jan Schönthaler, CDR Brwinów Oddział w Radomiu

Trudno przecenić rolę nawożenia w nowoczesnym rolnictwie. Zakładając, że nie popełniono kardynalnego błędu w doborze stanowiska to w przeciętnym roku nawożenie jest z pewnością najważniejszym z czynników wpływających na plony. W dodatku nawożenie ma też istotne znaczenie w integrowanej ochronie obowiązującej, jako system produkcji od 1 stycznia 2014 r. Dlatego też prawidłowe i skuteczne nawożenie powinno być jednym z priorytetów w działalności doradczej. Wydawałoby się też, że prawda, że jak najpierw się nie da, to potem się nie weźmie trafiła pod strzechy. Zobaczmy jak jest w rzeczywistości.

Niektóre problemy związane z nawożeniem będą prześledzone na podstawie gospodarstw sadowniczych. Sadownicy, a zwłaszcza producenci jabłek, jako grupa uważają się za elitę rolnictwa. Jest w tym coś z prawdy. Weźmy pod uwagę konieczne inwestycje, niezbędne w towarowym sadownictwie, są one wyższe niż w wielu innych dziedzinach rolnictwa. Na przykład szacunkowy koszt założenia 1 ha sadu jabłoniowego w gospodarstwie 10 ha, wraz z niezbędnym minimalnym wyposażeniem (ciągnik, opryskiwacz, mniejszy sprzęt) jest to kwota rzędu 80 tys. zł. Do tego dochodzi infrastruktura (przechowalnia, urządzenia sortujące) bez względu na to czy zlokalizowana jest w gospodarstwie, czy poza nim, 100 tys./ha. Zauważmy, że przy obecnych realiach cenowych gospodarstwo rodzinne 10 ha sadów to wcale nie są jakieś kokosy. Jeżeli weźmiemy pod uwagę konieczną wiedzę, specjalistyczne doradztwo itp. zrozumiemy, że nie łatwo było wybić się w tej dziedzinie na znaczącą pozycję na globalnym rynku owoców. A w 2013 r. Polska była największym eksporterem jabłek na świecie.

Właściciele gospodarstw produkujących jabłka nie stanowią jednolitej grupy zawodowej. W Polsce mamy [Makosz 2014] 3 grupy sadów. Pierwsza z nich to liczne i niewielkie, najczęściej ekstensywne sady przydomowe, na powierzchni ok. 40 tys. ha. Produkują one owoce na własne potrzeby i w lata urodzaju (bardzo często występuje tu przemienność

owocowania) dla przetwórstwa. Średnie plony w tych sadach szacowane są na 5 do 8 t/ha. Druga to sady o niskim i średnim poziomie intensywności, zajmujące ok. 100 tys. ha, z plonami ok. 13-15 t/ha. Ta grupa i następna doświadcza największych trudności w związku z rosyjskim embargiem. Jeżeli ich owoce trafiają jednak na rynek rosyjski, to jest teraz tylu pośredników, o takich apetytach, że rentowność produkcji spadła zasadniczo. Gospodarstwa tej grupy w przeciętnych latach mają znaczący udział w eksporcie, zaopatrują lokalne rynki, są też największym dostawcą owoców dla przetwórstwa. I wreszcie grupa trzecia to sady najbardziej intensywne. Zajmują ok. 40 tys. ha, osiągają średnią wydajność 40-45 t/ha. Realizują one połowę do 2/3 eksportu, zaopatrują w owoce krajowe sieci sprzedaży detalicznej, supermarkety, dyskonty. Właściciele tych właśnie sadów, są najczęściej członkami grup producenckich, które obejmują ok. 6% ogrodnich gospodarstw towarowych. Dzięki temu zazwyczaj mają oni możliwość korzystania z zaplecza logistycznego i przygotowywania dużych partii owoców.

W przeprowadzonej analizie pod uwagę wzięto wyniki badań próbek gleby z roku 2008 i 2013 z losowo wybranych 100 pól w każdym roku, z pośród dostarczonych do badań w laboratorium CDR w Radomiu. Trzeba zauważyć, że przeprowadzone porównywanie nie upoważnia do wyciągania wniosków dotyczących całego rolnictwa czy wszystkich gospodarstw sadowniczych. Ponadto pola, o których mowa, reprezentują stosunkowo niewielki obszar w centralnej Polsce, nie koniecznie reprezentatywny dla innych obszarów czy całego kraju. Tym niemniej jest to sygnał, wart zastanowienia. Istotne jest także to, że choć znana jest zasada pobierania próbek gleby do analiz raz na 3, 4 lata, nie jest ona respektowana w powszechnej praktyce. Znane są gospodarstwa sadownicze, które wykonują różnego typu analizy zaopatrzenia roślin w składniki odżywcze kilka razy do roku, co uzasadnione jest bardzo wysoką jakością produkcji jak i wysokimi plonami. Większość jednak gospodarstw bada glebę nie regularnie, znacznie rzadziej niżby należało, czego skutkiem są stwierdzane nieprawidłowości, stosunkowo niskie plony i mierna ich jakość.

Pierwsze, co zwraca uwagę na wylosowanych polach w 2013 r. to znaczna ilość planowanych, a czasem nowo założonych plantacji borówek amerykańskich (28%). Mimo wzrostu popularności tych jagód wśród klientów, przyrost powierzchni uprawnych znacznie wyprzedza wzrost zamożno-

ści naszego społeczeństwa, a prawdopodobnie też aktualne możliwości eksportu. W 2008 roku brak było informacji o przeznaczeniu wielu pól, w każdym razie pola przeznaczone pod borówkę trafiały się sporadycznie. Już w 2014 roku notowano obniżenie cen zbytu borówek, co sygnalizuje nasycanie się rynku. Zanim nastąpi całkowite załamanie cen i produkcji należałoby pomyśleć o organizacji rynku, aby możliwe było przygotowanie dużych, jednolitych partii owoców i o nowych kierunkach zagospodarowania. Jest to zadanie dla agencji rządowych, z wykorzystaniem doradców terenowych.

Kolejny problem, jaki odkrywają próby glebowe to niepokojąco duży udział gleb kwaśnych, poniżej optimum pH dla poszczególnych upraw na polach nieprzeznaczonych pod borówkę amerykańską, która z kolei wymaga gleb bardzo kwaśnych. Takich pól było 76% w 2013 r. wobec 72% w 2008. Wśród gleb kwaśnych duży udział mają pola b. kwaśne – pH poniżej 5 odpowiednio 2013 r. 47%, 2008-46%. Takie pH, szczególnie bardzo kwaśne z powodu uwsteczniania się niektórych składników pokarmowych, zwłaszcza fosforu, lecz także azotu, potasu, wapnia, magnezu, siarki, molibdenu stawia pod znakiem zapytania sens i rentowność produkcji roślinnej.

Spośród makroelementów pozornie najlepsza jest sytuacja z fosforem. W 2013 r. pól z poziomem poniżej optimum było 10% natomiast w 2008 6%. Pozornie, gdyż o wiarygodności wyników badań decyduje sposób pobrania prób glebowych. Wśród poprawnie pobranych prób gleby, a więc z dwóch warstw ornej i podornej zdarzały się wyniki w warstwie górnej 40 mg fosforu w 100 g gleby – a więc 10-krotne przekroczenie stanu wysokiego tego nawozu. Na tym samym polu w warstwie dolnej, a więc tam gdzie znajdują się korzenie włośnikowe, gdzie roślina pobiera składniki odżywcze 0,5 mg, więc ostry deficyt, poziom bliski zerowego. Pokazany wyżej wynik analizy gleby wskazuje także, jak bardzo istotne jest prawidłowe pobieranie prób gleby, czego istotnym elementem, w przypadku roślin sadowniczych wiele lat rosnących na jednym stanowisku i najczęściej głęboko korzeniących się, jest uwzględnianie dwóch warstw. Możemy także zauważyć, jak bardzo mylące może być dostarczenie do analizy gleby tylko z wierzchu. Mimo stałego instruktażu prowadzonego przez laboratorium, nieprawidłowo pobrane próby, a więc z jednej warstwy, na analizowanych polach, w 2013 r. dotyczyły 70% pól, w 2008 r. 32%.

Cytowane tu wyniki są skutkiem tego, że w najczęściej stosowanych nawozach fosfor nie przemieszcza się w glebie. Czyli wysiany na powierzchnię gleby tam pozostaje. Nie tylko jest niedostępny dla roślin, a więc wydatek na te nawozy idzie na marne, ale też stanowi bardzo poważne zagrożenie dla środowiska. Ze zmywaną, czy wywiewaną wierzchnią warstwą gleby trafia do zbiorników wodnych, do wód płynących i w konsekwencji do Bałtyku. Razem z azotem, który do gleb trafia często nie w porę, lub w nadmiarze stanowi jedno z największych zagrożeń dla życia w wodach. Dlatego zaleca się nawożenie fosforowe, a na lepszych glebach także potasowe, wykonywać przed sadzeniem roślin sadowniczych, dokładnie mieszając z glebą zabiegami uprawowymi.

Niekorzystne były także wyniki zasobności w inne makroelementy. I tak poziom pól z zasobnością potasu poniżej optimum (a często b. niską) w latach 2013 i 2008 wynosił odpowiednio 60 i 54% a magnezu 38 i 37%. Trzeba zauważyć, że oba te nawozy, na glebach lżejszych są stosunkowo łatwo wymywane do głębszych warstw, dlatego konieczne jest systematyczne uzupełnianie braków. O wadze problemu świadczy fakt, że w jednym z doświadczeń [Tyburski 2007], przy bardzo niskim stanie zaopatrzenia pól w potas, po uzupełniającym nawożeniu osiągnięto ponad 10 krotny wzrost plonów. Wymieniona tu niska zasobność w składniki pokarmowe związana jest także (tutejsze laboratorium tego nie bada) z bardzo niskim poziomem próchnicy w glebach.

W obu analizowanych latach poniżej 10% pól wykazywało jednocześnie stan pH w granicach optimum oraz zadowalający poziom zaopatrzenia w makroelementy.

Przedstawiona powyżej sytuacja na polach sadowniczych wskazuje na jedną z istotnych przyczyn wspomnianego już [Makosz 2014] zróżnicowania plonów, a zarazem dowodzi, jak wiele ma do zdziałania doradztwo. Alternatywą zmian może być bankructwo nierentownych gospodarstw, czyli niebezpieczeństwo likwidacji polskiej wsi. Cytowane tu obserwacje i tendencje nie napawają optymizmem. Na wielu spotkaniach dominuje opinia, że wspomaganie przemian w rolnictwie w publicznym doradztwie rolniczym nie ma, kto się zajmować (zdecydowany spadek zatrudnienia) nie ma, kiedy (niedostateczne wsparcie państwa zmusza do podejmowania działalności gospodarczej) i nie ma, za co. Przykładem może być

dotacja państwowa w granicach czterdziestu kilku procent budżetu ODR [Konferencja 2012]. Trudno się, więc dziwić, że duża część najlepszych, najbardziej wydajnych gospodarstw korzysta z doradztwa prywatnego, często z udziałem doradców zagranicznych. Konieczne są zdecydowane zmiany polityki Państwa w tym zakresie.

III. Nowoczesne zasady nawożenia szansą w produkcji owoców

Dariusz Wrona, SGGW Warszawa

Jednym z ważniejszych zabiegów agrotechnicznych przeprowadzanych w sadach jest nawożenie. Wielu sadowników ciągle uważa nawożenie za główny czynnik plonotwórczy i sądzi, że zwiększając dawki nawozów zawsze uzyska wyższą plon. Niestety, nadmierne nawożenie może często przynieść więcej szkody niż pożytku. Wysokie dawki nawozów mogą powodować pogorszenie jakości owoców, a nawet spadek plonów. W ostatnich latach w tej dziedzinie następują także duże zmiany, zarówno z przyczyn ekonomicznych - rosnące koszty nawożenia, jak również ekologicznych - ryzyko degradacji środowiska rolniczego i zanieczyszczenia środowiska. Dlatego każdy świadomy sadownik powinien zdawać sobie sprawę, że na stan odżywienia roślin wpływa wiele różnych czynników, wśród których nawożenie wcale nie jest najważniejszym. Układ tych czynników jest szczególnie skomplikowany w przypadku drzew owocowych, ze względu na ich głębokie zakorzenienie, pozwalające na wykorzystywanie składników zawartych w różnych poziomach glebowych, wieloletnia trwałość roślin, a także występowanie w budowie drzew dwóch różnych komponentów - podkładki i odmiany szlachetnej. Nawożenie drzew owocowych powinno, więc być prowadzone w sposób racjonalny, to jest według potrzeb samych roślin i zasobności gleb.

Część I

Niskie wymagania pokarmowe drzew owocowych i ich przyczyny

Podstawą racjonalnego nawożenia drzew i krzewów owocowych jest znajomość wymagań pokarmowych. Definiuje się je, jako ilość składników, które rośliny muszą pobrać, aby zapewnić optymalny wzrost i plon w określonych warunkach. Same wymagania pokarmowe drzew owocowych są stosunkowo niskie, ponieważ owoce odznaczają się niską zawartością poszczególnych składników mineralnych. Wyjątek stanowi jedynie potas gdzie jego koncentracja w owocach jest nieco wyższa. Interesujący jest fakt, że jabłonie w pełni owocowania kierują do owoców prawie 40% potasu i tylko 2% ogólnej ilości pobranego wapnia. Wymagania pokarmo-

we jabłoni w pełni owocowania szacuje się na około 30-40 kg N, 5-10 kg P, 50-80 kg K, 4-5 kg Mg oraz 30-60 kg Ca na hektar w ciągu roku. Dlatego, nawet z bardzo wysokimi plonami owoców, wywozi się z sadu jabłoniowego niewielkie ilości składników mineralnych. Pewna ilość składników jest też zużywana na wytworzenie nowych korzeni i pędów jak również na wzrost starszych korzeni gałęzi i pni. Bezpowrotnie wywozi się z sadu tylko składniki zawarte w owocach i ewentualnie w ściętych gałęziach. Ilość składników wywożonych oraz związanych w organach trwałych składają się na tzw. wymagania pokarmowe „netto”. Całkowite zużycie składników pokarmowych przez drzewa, czyli tzw. zużycie „brutto” jest wyższe niż podano, obejmuje, bowiem ilości składników zużywanych na wytworzenie liści, kwiatów i zawiązków oraz na wytworzenie tych części pędów, które są ścinane i pozostawiane pod drzewami. Składniki te podlegają jednak w sadzie recyrkulacji. W miarę stopniowego rozkładu opadłych liści, zawiązków oraz ściętych i rozdrobnionych pędów wracają do gleby i mogą być pobierane ponownie przez korzenie drzew. Obawy, że wraz ze wzrostem intensyfikacji sadownictwa będą wzrastać potrzeby nawożenia są mało uzasadnione. W sadach intensywnych zbieramy, co prawda więcej owoców, ale wzrost drzew jest zdecydowanie słabszy i większy wywóz składników pokarmowych z owocami jest rekompensowany przez mniejsze ich zużycie na wykształcenie organów trwałych. Drzewa owocowe nie należą, więc do roślin mających wysokie wymagania pokarmowe. W sumie zużycie „netto” składników mineralnych przez rośliny sadownicze jest dość niskie w porównaniu z innymi roślinami uprawnymi (tabela 1).

Tabela 1. Zużycie składników mineralnych przez jabłonie oraz inne rośliny uprawne (kg/ha/rok)

Gatunek	Składnik				
	N	P	K	Mg	Ca
Jabłoń - zużycie netto	39	10,5	71	4,5	50
- zużycie brutto	110	25	142	25,4	168
Pszenica	180	26	219	•	•
Burak cukrowy	281	36	356	•	•
Kapusta	280	45	280	•	•
Marchew	285	45	450	•	•

- wg Batjer'a i in. 1952 (przy plonie 44 t/ha) – dane dotyczące jabłoni
- wg Greenham'a na podstawie różnych doświadczeń w Anglii – dane dotyczące innych roślin

Potrzeby nawozowe drzew owocowych różnią się od wymagań pokarmowych i są również stosunkowo niskie. Składa się na to szereg przyczyn. Głównym źródłem odżywiania mineralnego są składniki zawarte w glebie. O możliwości odżywienia decyduje ta ich część, która występuje w tzw. formach przyswajalnych lub dostępnych dla roślin. Dostępność składników mineralnych może się zmieniać w trakcie sezonu wegetacyjnego w związku z wahaniami wilgotności i temperatury gleby. Przewidywalność tych samych składników może być też różna dla różnych roślin. Należy pamiętać, że bogatym źródłem składników mineralnych jest próchnica. Z niej to, w wyniku działalności mikroorganizmów glebowych mogą być one szybko uruchamiane. W sprzyjających warunkach na glebach zasobnych w próchnicę może wyzwalać się tak dużo składników mineralnych, że żadne dodatkowe nawożenie nie jest drzewom potrzebne.

Wprowadzenie do sadów i plantacji jagodowych ugoru herbicydowego zmieniło również stan odżywienia drzew i krzewów. W warunkach ugoru herbicydowego nie ma innych roślin konkurujących z drzewami lub krzewami o składniki pokarmowe. Jednocześnie panują warunki sprzyjające rozwojowi korzeni w całej warstwie ornej aż do samej powierzchni gleby. Pod ugiem herbicydowym panują warunki sprzyjające wyzwolaniu większej ilości przyswajalnego azotu i potasu. Również wyższa wilgotność gleby sprzyja działalności mikroorganizmów glebowych warunkującej mineralizację próchnicy i procesy nitryfikacji, a także sprzyja szybszemu uruchamianiu potasu z minerałów glebowych. Jednocześnie systematycznie koszona trawa w międzyrzędziach przy pomocy kosiarki rotacyjnej jest przerzucana w znacznej części na pasy ugoru herbicydowego. W ciągu sezonu wegetacyjnego wraz ze skoszoną trawą zostają przemieszczane również składniki pokarmowe stwarzając luksusowe warunki odżywiania pod pasami herbicydowymi, co wykazali w SGGW Jadczyk – w sadzie wiśniowym i Wrona – w sadzie jabłoniowym.

Głębokość korzenienia jest również modyfikowana przez sposób utrzymywania gleby. Zależy jednak przede wszystkim od układu poziomów glebowych. Gleby wykazujące dobre stosunki wodno-powietrzne na ca-

łym profilu zapewniają głębokie korzenie drzew i krzewów, co daje możliwość korzystania z różnych poziomów glebowych, a także ogólna masa gleby objęta korzeniami jest wówczas większa. Stąd też większe są globalne zasoby składników pokarmowych dostępnych dla roślin. Tym też tłumaczy się dobry stan odżywienia drzew i ich bujny wzrost na glebach głębokich, nawet bez dodatkowego nawożenia.

Głębokość korzenia zależy również od wieku drzew i od podkładki. Ma to w konsekwencji wpływ i na odżywianie drzew. Niedobory magnezu występują zazwyczaj u drzew młodych, płytko zakorzenionych. Po kilku latach, gdy korzenie drzew dotrą do głębszych warstw zasobniejszych w magnez objawy niedoboru tego składnika zazwyczaj ustępują. Wpływ typu podkładki na odżywianie określonymi składnikami może być związany nie tylko z głębokością korzenia, ale również zdolnością do pobierania pewnych składników z gleby. Wiadomo, że podkładka A 2 odznacza się zdolnością do intensywnego pobierania potasu, natomiast słabo pobiera magnez. Podobnie zachowuje się podkładka P 60. Przykładem roślin źle pobierających potas jest porzeczka czerwona, a także agrest. Na roślinach tych mogą występować ostre niedobory potasu, podczas gdy rosnące obok maliny lub wiśnie nie wykazują niedoboru tego składnika.

Na stan odżywienia drzew różnymi składnikami mają wpływ także poszczególne lata. Jest to związane z warunkami atmosferycznymi. W lata suche, może pogarszać się odżywienie drzew potasem a poprawiać magnezem. Tłumaczy się to mniejszą aktywnością korzeni w powierzchniowych warstwach gleby, gdzie wyższy jest stosunek K : Mg. W lata suche pogarsza się również odżywienie azotem.

Na tle omówionych rozlicznych czynników mających wpływ na odżywienie roślin sadowniczych znaczenie samego nawożenia jest stosunkowo niewielkie pod warunkiem, że drzewa lub krzewy rosną na dobrej glebie utrzymywanej we właściwy sposób. Nic, więc dziwnego, że doświadczenia nawozowe często nie dają oczekiwanych efektów w postaci wyżki plonów. Problem podstawowy w nawożeniu polega, więc na tym, czego brakuje i ile tego brakuje a samo nawożenie powinno stanowić jedynie uzupełnienie w stosunku do zapasów składników pokarmowych zawartych w glebie.

Część II

Określanie potrzeb nawożenia drzew i krzewów owocowych

Podstawą racjonalnego nawożenia oprócz znajomości wymagań pokarmowych jest również właściwa diagnoza zasobności gleby oraz stanu odżywienia drzew i krzewów owocowych. Daje ona możliwość opracowania zaleceń dotyczących potrzeby nawożenia, dawek i rodzajów nawozów oraz sposobów ich zastosowania. W sadownictwie dla określenia potrzeb nawożenia stosuje się wypadkową trzech metod diagnostycznych: analizy gleby, analizy tkanek roślinnych (liści lub owoców) oraz obserwację roślin, uzupełnioną informacjami o sadzie lub plantacji.

Analiza chemiczna gleby dostarcza ważnych informacji przed założeniem sadu. Na jej podstawie możemy podjąć decyzję o głębokim wniesieniu niektórych składników pokarmowych. Pierwiastki takie jak fosfor i potas trudno przemieszczają się w profilu glebowym i dlatego dajemy je przed wykonaniem głębokiej orki. Wniesione głębiej do gleby są w zasięgu korzeni sadzonych drzew. Kolejną sprawą, na którą należy zwrócić uwagę jest odpowiedni odczyn gleby. Dla jabłoni odczyn gleby powinien być lekko kwaśny. Przy pH 6–6,5 jabłonie dobrze pobierają makro- i mikroskładniki. Wyższe pH może powodować zakłócenia w pobieraniu niektórych mikroskładników, szczególnie żelaza i boru. Natomiast przy niskim pH może ujawniać się toksyczne działanie glinu i manganu hamując pobieranie innych składników. Odczyn gleby regulujemy głównie przez wapnowanie. Przy pomocy analiz gleby możemy ustalić potrzebę wapnowania, odpowiedni rodzaj nawozu wapniowego oraz jego dawkę. W trakcie prowadzenia sadu analiza gleby umożliwia określenie nie tylko zawartości przyswajalnych składników w glebie, lecz również ich wzajemnego stosunku i warunków pobierania składników przez rośliny. Analizy gleby są szczególnie przydatne do określenia potrzeb nawożenia potasem i magnezem. Ich zaletą jest możliwość powiązania zasobności gleby w te składniki z kalkulacją dawki nawozów. Nieco mniejsza jest przydatność analiz gleby do określenia potrzeb nawożenia fosforem. Należy zaznaczyć, że dotychczasowe metody oznaczania przyswajalnych mikroelementów w glebie są mało dokładne i praktycznie bezwartościowe. Pewnych wskazówek może dostarczyć analiza gleby jedynie, co do zawartości przyswajalnego boru. Brak też dotychczas sprawdzonych metod dla oznaczania przyswajalnych form azotu w glebie oraz odpo-

wiednich liczb granicznych. Z tego powodu niemożliwe jest tymczasem określenie potrzeb nawożenia azotem na podstawie analizy gleby. Pośrednim wskaźnikiem potencjalnego zaopatrzenia drzew w azot może być zawartość próchnicy w glebie jak również zawartość przyswajalnych jego form ($N-NO_3$ i $N-NH_4$) w poszczególnych okresach sezonu wegetacyjnego. Prace na ten temat są prowadzone w Katedrze Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa SGGW w Warszawie.

Analizy tkanek roślinnych. W odniesieniu do drzew i krzewów owocowych stosuje się analizy liści, a także owoców lub zawiązków owocowych w przypadku wapnia i boru. Na podstawie analizy liści uzyskuje się informacje o ogólnym stanie odżywienia drzew lub krzewów będącym wynikiem nie tylko zasobności różnych warstw gleby, lecz również działania wielu innych czynników wpływających na pobieranie i wykorzystywanie składników pokarmowych. Fakt ten powoduje, że w rezultacie tych analiz można określić, jakich składników pokarmowych jest drzewom brak, ale trudno ocenić ile jest brak i dlaczego. Na te pytania może odpowiedzieć analiza gleby dla tych składników, dla których jest stosowana. Skład chemiczny liści w dużym stopniu zależy od terminu pobrania próbek. Jeżeli opóźnimy termin pobierania próbek maleje w nich zawartość potasu a wzrasta wapnia. Zawartość składników mineralnych w liściach zależy także od wielkości plonu w danym roku. Na wytworzenie owoców drzewo zużywa dużo potasu i dlatego liście z drzew obficie owocujących zawierają mniej tego składnika niż liście z drzew słabo owocujących. Zawartość składników mineralnych w liściach z tych samych drzew i przy podobnej intensywności owocowania może być w kolejnych latach różna, zależnie od przebiegu pogody. W lata z dużą ilością opadów powierzchniowe warstwy gleby są cały czas uwilgocone, co gwarantuje ciągłą aktywność korzeni w tej warstwie. Ponieważ z reguły jest ona najzasobniejsza w przyswajalny potas i azot, liście pobierane w mokre lata wykazują zazwyczaj wyższą zawartość tych składników. Odmienna sytuacja wygląda w lata suche gdzie aktywność korzeni powierzchniowych jest mniejsza. Wtedy w zaopatrzeniu drzew w składniki mineralne większą rolę odgrywają korzenie położone w głębszych warstwach gleby. Warstwy te zawierają mniej N i K, więcej natomiast jest Ca i Mg. Dlatego w liściach pobieranych w lata suche zawartość magnezu i wapnia jest wyższa. Zawartość składników mineralnych w liściach drzew owocowych zależy również od podkładki. Wiadome jest, że liście wiśni

uszlachetnionych na antypce zawierają znacznie więcej potasu, a mniej magnezu w porównaniu do wiśni uszlachetnionych na czereśni, a liście jabłoni na podkładce A2 zawierają najczęściej mniej magnezu niż jabłonie tych samych odmian na innych podkładkach. Należy również wspomnieć o porażeniu liści przez choroby i szkodniki. Nawet niewielkie porażenie liści przez parcha lub mączniaka może spowodować istotne zmiany w zawartości składników mineralnych, a liczne występowanie przędziorków może obniżyć zawartość azotu, a często i innych składników. Największe kłopoty przy interpretacji wyników sprawiają tzw. efekty rozcieńczenia lub zagęszczania składników w liściach. Dotyczy to zwłaszcza zawartości azotu. Ogólna ilość azotu pobranego przez drzewa lub krzewy rosnące na glebie o wysokiej zawartości tego składnika może być bardzo duża. W przypadku tak dobrego zaopatrzenia roślin obserwuje się ich bardzo silny wzrost, a pobrany azot ulega rozcieńczeniu w długich pędach oraz licznych liściach. Ostatecznie zawartość N w liściach wyrażona w procentach suchej masy nie jest aż tak wysoka. I odwrotnie, liście drzew zagłodzonych nie zawsze wykazują zawartości deficytowe, ponieważ niewielka zawartość składników jest zagęszczana w nielicznych pędach i liściach. Niedobór wapnia występuje najczęściej w owocach. W liściach może być wystarczająca ilość tego składnika jednak nie przemieszcza się on z liści do owoców. W tym przypadku pożądane jest wykonanie analiz owoców pod kątem zawartości wapnia. Również w przypadku boru analiza owoców jest uważana za bardziej miarodajną niż analiza liści. Biorąc pod uwagę wahania zawartości składników pokarmowych w liściach powodowane omówionymi czynnikami, wiarygodne wnioski dotyczące określenia stanu odżywienia drzew, można wysnuć na podstawie analiz wykonanych, co najmniej w ciągu dwóch kolejnych lat.

Obserwacja roślin, uzupełniona informacjami o sadzie lub plantacji.

Przy określaniu potrzeb nawożenia drzew i krzewów owocowych oprócz wyżej wymienionych analiz nie można ignorować metody wizualnej. Bezpośrednia lustracja sadu i ciągła obserwacja drzew i krzewów powinna wspomagać zarówno interpretację wyników analiz gleby jak i liści. W trakcie lustracji można zauważyć charakterystyczne objawy niedoboru niektórych składników takich jak magnez, żelazo a także potas. Obserwacja siły wzrostu drzew wyrażająca się długością przyrostów jednorocznych oraz terminu zakończenia wzrostu wierzchołkowego pędów a także zabarwienie liści jest podstawowym wskaźnikiem nadmiaru bądź niedo-

boru azotu. Nadmiar azotu będzie powodował również słabe wybarwienie się owoców. Dla właściwej interpretacji wyników analiz i opracowania trafnych zaleceń nawozowych ogromne znaczenie mają także szczegółowe informacje dotyczące wieku drzew, odmiany, podkładki, sposobu utrzymywania gleby w sadzie i dotychczasowego nawożenia.

Właściwe zalecenia w zakresie nawożenia roślin sadowniczych można opracować jedynie dysponując wszystkimi wymienionymi wyżej elementami. Zarówno w przypadku analiz gleby jak i liści bardzo ważne jest właściwe pobranie próbek, ściśle według określonego schematu. Błędy popełniane przy pobieraniu próbek do analiz są często zbyt duże, co odbija się niekorzystnie przy określaniu konkretnych zaleceń nawozowych.

Część III

Zasady i technika pobierania próbek gleby i liści do analiz

Próbki gleby dostarczane do stacji chemiczno-rolniczych przez producentów często są pobierane z niewiadomego miejsca w sadzie, natomiast właściwości gleby w sadzie są zróżnicowane zależnie od sposobu jej utrzymywania. Obecnie najczęściej stosowanym systemem utrzymywania gleby w sadach jest ugor herbicydowy w rzędach drzew i murawa w międzyrzędziach. Wiele przeprowadzonych doświadczeń wskazuje, że odczyn gleby (pH) jest przeważnie wyższy w pasach murawy w porównaniu z pasami ugoru herbicydowego. Tendencja ta spowodowana jest wzmożonym wymywaniem wapnia i magnezu z gleby utrzymywanej w ugorze na skutek wyższej wilgotności gleby, a także braku recyrkulacji tych składników przez trawę. Stosowanie wysokich dawek nawozów azotowych, rozsiewanych tylko w rzędach drzew a także rozsiewanie nawozów wapniowych tylko w międzyrzędziach również sprzyja temu procesowi. Zróżnicowanie wykazują także i inne składniki mineralne w glebie. Więcej potasu znajduje się na ogół w glebie utrzymywanej w ugorze herbicydowym, a mniej w pasach murawy. Odwrotna sytuacja jest z magnezem. Więcej tego składnika jest w glebie pobieranej z międzyrzędzi. Stosunek potasu do magnezu jest, więc zwykle znacznie wyższy w pasach wzdłuż rzędów drzew. Zawartość przyswajalnego fosforu jest wyrównana i nie obserwuje się jego wyższej zawartości ani w rzędach drzew, ani w międzyrzędziach. Zróżnicowanie zawartości składników w glebie może mieć też i inne przyczyny. Do nich należą przerzucanie

skoszonej murawy wraz ze znajdującymi się w niej składnikami na pasy herbicydowe lub nierównomierne rozsiewanie nawozów. Zwolennicy pobierania i analizowania gleby tylko z pasów herbicydowych twierdzą, że analizowanie gleby z pasów murawy nie jest konieczne, ponieważ główna masa korzeni znajduje się pod ugiem. Pogląd, że drzewa odżywiają się wyłącznie składnikami pobieranymi spod pasów ugiu jest niewłaściwy. Rzeczywiście w pierwszych latach po posadzeniu zagęszczenie korzeni drzew jest większe pod ugiem herbicydowym jednak w miarę upływu czasu korzenie zaczynają przenikać głębiej również pod murawę. Badania systemu korzeniowego drzew odmiany Szampion rosnącej na podkładce M.9 prowadzone w SGGW w Warszawie wykazały, że po dwóch latach wzrostu drzew w sadzie około 70% drobnych korzeni odpowiedzialnych za pobieranie składników pokarmowych z gleby znajdowało się pod ugiem herbicydowym, a tylko 30% było pod murawę. Jednak już po czterech latach 50% drobnych korzeni przeniknęło głębiej pod murawę.

Mając na uwadze zróżnicowanie właściwości fizykochemicznych gleby w sadzie, jak również rozmieszczenie systemu korzeniowego drzew, próbki gleby do analiz należy pobierać oddzielnie spod ugiu herbicydowego i oddzielnie spod murawy.

Gleba w sadzie wykazuje istotne zróżnicowanie nie tylko w poziomie, lecz także i w pionie. Błędem byłoby pobieranie próbek tylko z warstwy ornej. Próbki gleby do analiz należy pobierać przynajmniej z dwóch poziomów – warstwy ornej i z warstwy podornej. Jednakże korzenie drzew zwykle sięgają głębiej, a zatem głębiej położone warstwy również odgrywają istotną rolę w odżywianiu drzew, zwłaszcza magnezem. Dlatego pożądane jest pobieranie dodatkowo próbki z warstwy trzeciej, położonej głębiej. Konkretną głębokość, z której należy taką próbkę pobrać, uzależnia się od układu poziomów glebowych, a także od rozmieszczenia korzeni. Wymienione wyżej badania systemu korzeniowego drzew wykazały, że po dwóch latach wzrostu drzew w sadzie korzenie dochodziły do głębokości 70 cm, a po czterech latach do 120 cm. Z dwóch pierwszych warstw próbki powinny być pobierane, co 4 lata, natomiast z warstwy trzeciej wystarczy pobrać przed założeniem sadu, a w sadzie, co około 10 lat. Do pobierania próbek gleby używa się laski Egnera. Z warstwy ornej pobiera się próbki w 15-20 miejscach wbijając łaskę na głębokość 20 cm, poruszając się po kwaterze ruchem zygzakowatym lub po przekąt-

nych pola. W międzyrzędziach próbki gleby pobiera się w pobliżu środka międzyrzędzia, natomiast spod ugoru herbicydowego - w połowie odległości między linią rzędu a skrajem pasa herbicydowego. Poszczególne próbki indywidualne składają się na próbki mieszane, które reprezentują glebę spod murawy lub ugoru herbicydowego. Przy pobieraniu próbek z międzyrzędzi należy pamiętać, że nie powinny być one brane z kolein powstałych wskutek przejazdów maszyn sadowniczych. W celu pobrania próbek z warstwy podornej należy najpierw wykopać po 5-6 odkrywek osobno w ugorze herbicydowym i w pasach murawy. Odkrywki te kopie się do zmiany zabarwienia gleby. Następnie za pomocą laski Egnera pobiera się po 3-4 próbki z dna odkrywki, które wchodzi w skład próbki mieszanej. W tym przypadku należy uważać, aby nie mieszać gleby z różnych poziomów genetycznych. Próbki gleby z warstwy trzeciej pobiera się z profilu glebowego (odkrywki). Zarówno ze ścianki czołowej jak i ze ścianek bocznych, pobiera się nożem glebę i zsypuje na czystą folię lub papier. Następnie należy pobraną glebę dokładnie wymieszać i odebrać reprezentatywną próbę o masie około 0,5 kg. Zaraz po pobraniu próbek suszy się je rozsypując na czystych arkuszach papieru w suchym miejscu. Po wyschnięciu zbiera się glebę do suchych plastikowych torebek i dostarcza ją do stacji chemiczno-rolniczej w celu wykonania niezbędnych analiz. Każda z próbek powinna być starannie oznakowana. Na kartce papieru należy napisać nazwisko, imię i adres właściciela sadu, umowny numer pola lub kwatery, miejsce oraz głębokość, z jakiej próbka została pobrana. Tak wypełnioną kartkę należy włożyć do środka torebki.

Dla właściwej diagnozy stanu odżywienia sadu, oprócz analiz gleby wskazane jest również wykonanie analiz liści. Próbki liści do analiz należy pobierać z jednolitego terenu pod względem ukształtowania. Kwatery nie powinny być większe niż 2-4 ha ze względu na naturalną zmienność gleby. Każda badana kwatery powinna składać się z jednego gatunku drzew w podobnym wieku, ponieważ wraz z wiekiem drzew może zmieniać się skład chemiczny liści. Jednakowa powinna być także uprawa i nawożenie w obrębie danej kwatery. Niecelowe jest również pobieranie próbek liści z drzew rosnących w pobliżu dróg oraz przy zakończeniach rzędów. W pierwszym przypadku liście są często pokryte grubą warstwą pyłów wnoszonych przez przejeżdżające pojazdy, natomiast w drugim przypadku istnieje prawdopodobieństwo nierównomiernego rozsiewania nawozów na zakończeniach rzędów przy zawracaniu. Próbki liści powin-

no się pobierać z drzew zdrowych, owocujących w danym roku. Drzewa, które nie owocowały wykazują inne zawartości składników mineralnych w liściach. Należy także zwracać uwagę na to, aby nie pobierać próbek liści zaraz po ulewnych deszczach. Liście zbiera się ze środkowej części długopędów rozmieszczonych na obwodzie korony w połowie jej wysokości. Zrywa się po 15-20 liści wraz z ogonkami z 10-u typowych drzew i wkłada do czystych papierowych torebek. Następnie w tym samym dniu suszy się je w temperaturze 60-70°C używając do tego celu suszarki z termoregulatorem i wentylatorem bądź żarówki promiennika podczerwieni o mocy 250 W, którą zawieszają na wysokości 50 cm. Wysuszone liście pakuje się w czystą torebkę foliową, którą zaopatruje się w etykietę z imieniem i nazwiskiem, umownym numerem lub nazwą kwatery, a także informacją o odmianie, wieku drzew i podkładce. Tak przygotowaną próbkę dostarcza się do stacji chemiczno-rolniczej. Jeżeli nie ma możliwości wysuszenia liści, to należy świeże liście dostarczyć do stacji chemiczno-rolniczej w dniu ich pobrania lub w następnym po przechowaniu w domowej lodówce. Nigdy nie należy liści mrozić. Istotnym czynnikiem jest termin pobierania próbek liści. Wieloletnie badania potwierdziły, że termin pobierania próbek liści powinien być ściśle przestrzegany, ponieważ skład chemiczny liści ulega znacznym zmianom w okresie od czerwca do września. Próbkę liści jabłoni, grusz i śliw zaleca się pobierać w okresie od połowy lipca do połowy sierpnia. Bezpośrednio po zbiorze owoców odmiany Łutówka pobiera się liście wiśni i czereśni. Liście krzewów owocowych oraz truskawek pobiera się w okresie zbioru owoców. Dysponując wynikami analiz liści odnośnie zawartości azotu, potasu, fosforu i magnezu na podstawie liczb granicznych określa się poziom odżywienia, jako niski, optymalny lub wysoki. Przy poziomie wysokim należy zaniechać nawożenia danym składnikiem, przy poziomie optymalnym dawka nawożenia powinna podtrzymywać aktualny poziom odżywienia, natomiast przy poziomie niskim należy stosować nawożenie zwiększonymi dawkami.

Wykonanie analiz gleby oraz liści zawsze pociąga za sobą pewne koszty. Mając jednak na uwadze wysokie ceny nawozów oraz aspekty ekologiczne, przeprowadzenie tych analiz opłaca się, ponieważ ich wyniki pozwalają na zrezygnowanie ze zbędnego nawożenia.

Część IV

Znaczenie poszczególnych składników pokarmowych w nawożeniu sadów

Dla życia i prawidłowego funkcjonowania roślin sadowniczych niezbędne są zarówno makro- jak i mikroelementy. Przyjmuje się, że w najważniejszych procesach życiowych roślin bierze udział około 13 składników mineralnych, 6 makroelementów i 7 mikroelementów. Nie jest to jednak jednoznaczne z tym, że wszystkie one powinny być uwzględniane w programie nawożenia. Ponieważ w warunkach naszego kraju w nawożeniu sadów zazwyczaj kilka z nich ma najistotniejsze znaczenie chciałbym je pokrótce omówić.

Makroelementy

Azot (N). Podstawowy składnik wchodzący w skład komórek, wpływający w bardzo silnym stopniu na wzrost roślin. Zawartość azotu w poszczególnych organach drzew lub krzewów owocowych zależy od wielu czynników takich jak: pora roku, gatunek czy odmiana. Najwięcej azotu znajduje się w liściach, mniej jest go w korzeniach, konarach, szyjce korzeniowej zaś najmniej w pniu. Rośliny pobierają azot z gleby w formie jonów NO_3^- oraz NH_4^+ . Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że w dobrze pielęgnowanych sadach, przy utrzymywaniu ugoru herbicydowego w rzędach drzew i murawy w międzyrzędziach zapotrzebowanie drzew na ten składnik jest zaspakajany zasobami naturalnymi gleby. Najbardziej miarodajnym wskaźnikiem potrzeby nawożenia azotem jest obserwacja intensywności wzrostu pędów, terminu zakończenia wzrostu wierzchołkowego oraz wykształcenia rumieńca na owocach. Jeżeli sadownik zauważy oznaki nadmiaru azotu - zbyt silny wzrost wegetatywny, pogorszenie wybarwienia się owoców a nawet spadek plonu powinien powstrzymać się na pewien czas od nawożenia tym składnikiem. W tym czasie trzeba jednak prowadzić obserwację drzew, aby nie dopuścić do ich zagłodzenia i w porę wznowić nawożenie. Niedobór azotu może powodować zahamowanie wzrostu pędów zarówno na długość jak i na grubość, pogorszenie zawiązywania się pąków kwiatowych oraz owoców, co prowadzi do obniżenia plonu ogólnego. W takich przypadkach nawożenie azotem jest niezbędne, ale należy stosować umiarkowane dawki w granicach 50-60 kg N/ha. W żadnym razie nie znajdują uzasadnienia głosy, że

dla pewnych odmian przy intensyfikacji uprawy (większa obsada drzew na hektarze) trzeba nawozić obficie. Większość doświadczeń dowodzi, że dawki powyżej 100 kg N/ha są bezcelowe i prowadzą do zakwaszania gleb a także do skażenia wód gruntowych azotanami. Każdy sadownik powinien zrozumieć, że nawożenie azotem nie jest podstawowym czynnikiem plonotwórczym, natomiast przez nadmierne nawożenie można pogorszyć jakość owoców, a nawet obniżyć plony.

Potas (K). Drugi co do ważności składnik mający istotne znaczenie w nawożeniu sadów, ponieważ drzewa i krzewy owocowe zużywają go w największej ilości. Najwięcej potasu zawierają liście i owoce mniej pędy zaś najmniej korzenie. Jest on pobierany z gleby w formie kationu K^+ . Z uwagi na to, że w ostatnich latach stosowano bardzo wysokie dawki nawozów potasowych, obecnie w wielu sadach znajdujemy duże zapasy tego składnika, które wystarczą na zaspokojenie potrzeb drzew przez wiele lat. Niedobór potasu objawia się na starszych liściach powodując nekrozę brzeżną i charakterystyczne zwijanie się brzegów liści a także hamuje wzrost pędów na grubość. Owoce są drobniejsze, mniej smaczne, lecz dobrze wybarwione. Najczęściej niedoborów potasu można się spodziewać na glebach ciężkich wytworzonych z glin, ilów lub pyłów ilastych. Spowodowane jest to silnym wiązaniem kationu K^+ w minerałach ilastych, przez co jest on niedostępny dla roślin. Na takich glebach niezbędne jest nawożenie tym składnikiem. O wysokości dawki, jak również długości jej stosowania powinna decydować analiza gleby. Obecnie zalecana maksymalna dawka jednorazowa nawozów potasowych wynosi 200 kg K_2O /ha. Tymczasem praktycznie brak jest objawów nadmiaru potasu u roślinach sadowniczych. Natomiast na glebach lekkich zbyt wysokie jednorazowe dawki nawozów potasowych mogą spowodować zachwianie równowagi innych składników zwłaszcza Mg i Ca. W takich przypadkach nadmiar potasu może powodować niedostateczne odżywienie magnezem i pogarszać zdolność przechowalniczą owoców.

Fosfor (P). Bierze udział w większości procesów zachodzących w roślinie jak oddychanie, asymilacja CO_2 , akumulacja i przemiana składników mineralnych, a także warunkuje formowanie się pąków kwiatowych. Najwięcej fosforu znajduje się w żywych częściach kory pędów i gałęzi zaś najmniej w liściach. Najczęściej jest on pobierany z gleby w postaci jonów $H_2PO_4^-$ oraz HPO_4^- . Na podstawie licznych badań przeprowadzonych

w Polsce brak jest dowodów potrzeby nawożenia tym składnikiem. Związane jest to z niewielkimi potrzebami roślin sadowniczych w stosunku do tego składnika, które mogą być zaspakajane nawet z ubogich zasobów gleby. Często przy zastosowaniu wysokich dawek azotu notuje się niskie zawartości fosforu w liściach. Nie powoduje to jednak ujemnych skutków w roślinie. Nawożenie roślin sadowniczych tym składnikiem mija się, więc z celem. Jedyne na glebach o stosunkowo niskiej zawartości przyswajalnego fosforu, poniżej 4 mg/100g w warstwie ornej i poniżej 3 mg/100g w warstwie podornej (takich gleb w Polsce jest znikomy procent) zaleca się nawożenie tym składnikiem przed założeniem sadu.

Magnez (Mg). Kolejny ważny składnik mający znaczenie w nawożeniu roślin sadowniczych. Wchodzi on w skład chlorofilu i bierze udział w procesie fotosyntezy. Magnez pobierany jest z gleby w postaci jonu Mg^{++} . Niedobory magnezu można najczęściej zauważyć na liściach dolnych, najczęściej w postaci chlorozy pomiędzy nerwami. Silne objawy niedoboru prowadzą do przedwczesnego opadania liści i ogołacania się pędów. Niedobory magnezu najczęściej można spotkać w sadach młodych. Spowodowane jest to tym, iż składnik ten jest bardzo mobilny i zazwyczaj występuje w głębszych warstwach gleby, szczególnie na glebach lekkich. W starszych sadach drzewa są zakorzenione już dość głęboko i zazwyczaj pobierają dostateczne ilości tego składnika. Silny wzrost pędów na młodych drzewach może także sprzyjać występowaniu objawów niedoboru magnezu. W tym przypadku pobieranie magnezu nie nadąża za zapotrzebowaniem. Brak magnezu w glebie często występuje także z winy samego sadownika. Nadmierne nawożenie potasem jak również silne zakwaszenie gleby spowodowane wysokimi dawkami nawozów azotowych powodują niedobory magnezu. Jeżeli zawartość magnezu w glebie jest niska a odczyn gleby jest kwaśny należy zastosować wapno magnezowe w dawce od 500 do 1500 kg $CaO+MgO/ha$. Dawka ta uzależniona jest od odczynu i składu mechanicznego gleby. Jeżeli natomiast zawartość magnezu w glebie jest niska i występują objawy silnego niedoboru na liściach a gleba ma odczyn zasadowy to należy zastosować siarczan magnezu w dawce 6-12 g MgO/m^2 .

Wapń (Ca). Jest składnikiem odpowiedzialnym w roślinie między innymi za wzrost wydłużeniowy korzeni i pędów, warunkuje selektywność pobierania jonów, umożliwia ich magazynowanie oraz zmniejsza wystę-

powanie chorób fizjologicznych na owocach podczas przechowywania. W zależności od ilości tego składnika w glebie wpływa również na jej odczyn. Najwięcej wapnia znajduje się w liściach, pędach pniu i korzeniach zaś najmniej w owocach. Niedobór wapnia w owocach jest związany z trudnościami w przemieszczaniu się tego składnika z innych części rośliny do owocu. W takim przypadku nawożenie wapniem do gleby praktycznie nic nie wnosi. Bardziej pożądane jest tu nawożenie pozakorzeniowe, polegające na bezpośrednim dostarczeniu tego składnika do owoców poprzez opryskiwania roztworami związków wapniowych. Nawożenie doglebowe wapniem ma natomiast znaczenie, jeżeli chcemy poprawić odczyn gleby. Wiadomo jest, że dla większości roślin sadowniczych optymalne pH gleby jest w granicach 5,5-6,5. W wielu sadach na terenie Polski spotyka się odczyn kwaśny lub silnie kwaśny, spowodowany wysokim nawożeniem azotowym oraz tzw. „kwaśnymi deszczami”. Szczególnie niskie pH gleby odnotowuje się w obrębie pasów herbicydowych, gdzie procesy wymywania wapnia są intensywniejsze. W takich przypadkach istnieje potrzeba ewentualnego wapnowania tylko pasów herbicydowych. Na glebach silnie kwaśnych wapnowanie powinno być powtarzane wielokrotnie z uwagi na to, że działanie wapna zastosowanego na powierzchnię gleby jest bardzo powolne. Zalecane dawki jednorazowe wapna zależą od odczynu i składu mechanicznego gleby i wynoszą od 500 do 2500 kg CaO/ha.

Siarka (S). Jest ważnym elementem komórek roślinnych, uczestniczy w procesie fotosyntezy oraz spełnia istotną rolę w mrozoodporności. Siarka pobierana jest z gleby w postaci jonów SO_4^{--} . Jeżeli chodzi o ten składnik to nigdzie dotychczas nie stwierdzono jego niedoborów u roślin sadowniczych klimatu umiarkowanego. Gleby prawie zawsze zawierają dostateczną jej ilość w formie siarczanów. Pierwiastek ten jest zresztą wnoszony dodatkowo do gleby przy okazji zastosowania innych nawozów zarówno potasowych (siarczan potasu), azotowych (siarczan amonu) jak i fosforowych (superfosfat). Nawożenie tym składnikiem jest, więc zbędne.

Mikroelementy

Problemy braku mikroelementów u drzew owocowych wstępują głównie w rejonach świata, gdzie przeważają gleby alkaliczne. W warunkach Polski istotne znaczenie w nawożeniu sadów mogą mieć żelazo i bor.

Żelazo (Fe). Jest aktywatorem wielu reakcji zachodzących w roślinach, odgrywa ważną rolę w procesie oddychania, wpływa na podtrzymanie podziałów komórkowych a także pełni rolę katalityczną. Żelazo pobierane jest z gleby w formie jonu Fe^{++} . Najwięcej żelaza znajduje się w liściach, najmniej w korzeniach. Objawem niedoboru tego składnika są chlorozy widoczne między nerwami najmłodszych liści. Braki żelaza najczęściej można spotkać na glebach alkalicznych, do których zaliczane są rędziny. W warunkach wysokiego pH, żelazo w glebie przechodzi w formy nierozpuszczalne i jest niedostępne dla roślin. W tym przypadku nawożenie doglebowe nie jest skuteczne i trzeba stosować nawożenie dolistne. Chloroza związana z niedostatkiem żelaza może być też efektem przewapnowania gleby. Również każde zakłócenie aktywności korzeni może spowodować okresowy niedobór żelaza w roślinie. Takie przypadki zdarzają się na przykład latem podczas ulewnych deszczów na ciężkich mało przepuszczalnych glebach. Wysoka temperatura zatopionej gleby powoduje pogorszenie aeracji i zahamowanie wzrostu korzeni. Pierwiastkiem antagonistycznym w stosunku do żelaza jest mangan. W związku z tym objawy niedoboru żelaza mogą być również wywołane nadmiarem manganu.

Bor (B). Brak boru powoduje zaburzenia w rozwoju organów generatywnych, wpływa na zaburzenia w metabolizmie komórki, wywołuje także nieregularne grubienie ścian komórkowych. Dlatego też powinien on być dostarczany roślinie w sposób ciągły. Najwięcej boru znajduje się w częściach nadziemnych mniej jest go w korzeniach. Jabłoń jest gatunkiem mającym duże wymagania względem boru. Niedobór tego składnika powoduje chlorozy na liściach wierzchołkowych, lecz najbardziej charakterystyczne są objawy na owocach. Należą do nich skorkowacenia zewnętrzne i wewnętrzne powodujące spękania i zniekształcenia owoców. Niedostatek boru wpływa także ujemnie na zawiązywanie owoców. Braki boru w glebie mogą występować przy zbyt wysokim pH, a także na glebach lekkich zwłaszcza przy wysokich temperaturach i w okresie suszy. Jeżeli analiza gleby oraz liści wykazuje niską zawartość boru to zaleca się zastosowanie doglebowo boraksu bądź superfosfatu borowanego.

Jeżeli chodzi o pozostałe mikroelementy to nie mają one większego znaczenia w nawożeniu sadów, ale należy o nich pamiętać. Spośród nich szczególnie na glebach alkalicznych czasami może wystąpić potrzeba na-

wożenia manganem lub cynkiem. Jest to jednak mało prawdopodobne, gdyż takie gleby w Polsce występują sporadycznie.

Część V

Dobór właściwego rodzaju nawozu oraz termin i sposób jego stosowania

Cennych informacji dotyczących określenia potrzeby nawożenia drzew i krzewów owocowych dostarczają analizy chemiczne gleby oraz tkanek roślinnych uzupełnione bieżącą lustracją sadu („SN” nr 2/2003). Opierając się na ich wynikach w programie nawożenia sadów należy uwzględnić tylko te składniki, których jest brak. Nigdy nie należy stosować nawożenia na zapas. Z punktu widzenia ekonomicznego i technologicznego ważne jest, aby wprowadzany nawóz do sadu był stosunkowo niedrogi a jednocześnie w pełni wykorzystywany przez rośliny. Znając prawidłowości rządzące odżywianiem mineralnym drzew owocowych wiemy, że niezwykle rzadko występuje potrzeba jednoczesnego nawożenia kilkoma składnikami. Nieuzasadnione jest, zatem tzw. „nawożenie kompleksowe” przy użyciu nawozów wieloskładnikowych, gdzie zbędne składniki będą powodować tylko niepotrzebny balast, za który jednak trzeba zapłacić. Oprócz tego przy stosowaniu nawozów wieloskładnikowych możemy doprowadzić do zachwiania równowagi pomiędzy poszczególnymi składnikami, co w efekcie pogarsza ich dostępność dla roślin. Stosowanie nawozów wieloskładnikowych jest, zatem sprzeczne z dewizą nawożenia według potrzeb. Mając to na uwadze istnieje potrzeba doboru właściwego rodzaju nawozu, optymalnego terminu a także sposobu jego stosowania. W ostatnich latach mamy do dyspozycji bardzo duży asortyment nawozów mineralnych, zwłaszcza wieloskładnikowych. Aby nie narażać sadowników na zbędne koszty a równocześnie uzyskać pożądaną efekt chciałbym zwrócić uwagę na podstawowe nawozy z poszczególnych grup.

Nawozy azotowe. W tej grupie podstawowymi nawozami są saletra amonowa i mocznik. Oba te nawozy charakteryzuje stosunkowo niska cena w przeliczeniu na kg czystego składnika. Użycie tych nawozów jest uwarunkowane tym, jak szybki efekt po zastosowaniu chcemy osiągnąć. Saletrę preferujemy wtedy, gdy zależy nam na szybkim działaniu. Gdy obawiamy się wymywania azotu oraz gdy chodzi nam o działanie powolne, ale bardziej długotrwałe wówczas lepiej zastosować mocznik.

Nawozy potasowe. Jeżeli chodzi o nawożenie potasem mamy do dyspozycji sól potasową i siarczan potasu. W sadach powinniśmy preferować stosowanie soli potasowej, która jest zdecydowanie tańsza. Natomiast nie ma uzasadnionej potrzeby stosowania w sadzie siarczanu potasu. Poza tym narażamy się na zbędne koszty. Zastosowanie siarczanu potasu ma sens jedynie przy uprawie roślin jagodowych, które źle reagują na chlorki.

Nawozy fosforowe. Z nawozów fosforowych przed założeniem sadu najlepiej jest zastosować superfosfat potrójny. Zawiera on wysoką zawartość czystego składnika (46,5% P_2O_5) i dlatego łatwiej jest wprowadzić jego dużą dawkę. Jeżeli w sadzie równocześnie występują braki boru część fosforu można wnieść w postaci superfosfatu borowanego zawierającego 18% P_2O_5 i 10% boraksu.

Nawozy magnezowe. Z nawozów magnezowych mamy do dyspozycji siarczan magnezu. Występuje on zazwyczaj w różnych formach, różniących się znacznie zawartością czystego składnika. W sprzedaży znajdziemy zarówno jego formę krystaliczną $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ o zawartości około 16% MgO (higroskopijny, łatwo się skawala), jak i formę bezwodną $MgSO_4$ o zawartości 32% MgO. W tym drugim przypadku siarczan magnezu ma postać drobnego proszku, nie chłonie wody i stosunkowo trudniej się w niej rozpuszcza. Często występuje również siarczan magnezu jednowodny (kizeryt) $MgSO_4 \cdot H_2O$ o zawartości 27% MgO. Jeżeli siarczan magnezu stosujemy do nawożenia dolistnego ważną rzeczą jest rozpoznanie jego formy. Wiąże się to z tym, iż krystaliczny 16% siarczan magnezu stosujemy w roztworze 2%, zaś bezwodny 32% w roztworze 1%.

Wapnowanie. Ważną rzeczą przed wapnowaniem jest określenie nie tylko odczynu gleby, ale również zawartości magnezu. Jeżeli gleba jest kwaśna, a jednocześnie uboga w magnez powinniśmy zastosować wapno magnezowe. Jest to tani nawóz, który oprócz poprawy odczynu gleby wzbogaci ją również w magnez. Przy doborze wapna magnezowego należy zwracać szczególną uwagę na stopień jego rozdrobnienia. Im bardziej rozdrobnione tym lepsze i szybsze działanie. Badania potwierdziły, że z cząsteczek powyżej 0,5 mm magnez uwalnia się niesłychanie wolno. W rolnictwie unika się stosowania wapna tlenkowego szczególnie na glebach lekkich. W sadownictwie forma wapna – węglanowe czy tlenkowe nie ma większego znaczenia, ponieważ przy użyciu wapna na powierzchni gleby nie ma ryzyka jego bezpośredniego kontaktu z korzeniami.

Nawozy potasowe, wapniowe i magnezowe działają z dużym opóźnieniem. Pora roku nie odgrywa, więc większego znaczenia przy ich stosowaniu. Należy tylko pamiętać, aby nie rozsiewać ich na zamarzniętą glebę. Niektóre doświadczenia wykazały, że nawożenie potasem w dawkach zwiększonych (skumulowanych), ale co 3-4 lata dało podobne efekty jak nawożenie mniejszymi dawkami, ale corocznie. Stosowanie dawek skumulowanych, jako zabieg jednorazowy, jest uzasadnione przy ostrym braku potasu lub magnezu. Wyższe dawki potasu, a niekiedy i fosforu stosuje się też na glebach ciężkich przed założeniem sadu. Wtedy jest to jedyna okazja wprowadzenia tych składników do głębszych warstw gleby. Jednocześnie na glebach odznaczających się silną zdolnością do wiązania potasu skuteczniejsze okazuje się nawożenie coroczne. Potas rozsiewany po powierzchni gleby zanim ulegnie związaniu w minerałach ilastych jest wówczas lepiej przechwytywany przez korzenie drzew, które w ugorze herbicydowym są rozmieszczone dość płytko. W przypadku nawożenia magnezem w formie siarczanu magnezu stosowanie jednorazowo bardzo dużych dawek jest na ogół niecelowe, ponieważ niedobory magnezu występują z reguły na glebach lekkich, a z takich gleb magnez jest szybko wymywany. W przypadku zastosowania wapna magnezowego na glebach kwaśnych magnez z tlenku lub węglanu jest uruchamiany stopniowo i nie zachodzi obawa, że zostanie on tak szybko wymyty. Nieco inną sytuację mamy w przypadku stosowania nawozów azotowych. Ważną sprawą jest tutaj termin użycia nawozów i ewentualny podział dawki rocznej na różne terminy. Wiosną, kiedy rusza wegetacja zapotrzebowanie drzew w stosunku do azotu gwałtownie wzrasta. Tymczasem, zawartość przyswajalnego N w glebie w tym czasie osiąga przeważnie swoje minimum. Okresem krytycznym zapotrzebowania drzew na azot jest faza od kwitnienia do czerwcowego opadu zawiązków. Przy niedostatku azotu w tym okresie gorsze jest zawiązywanie owoców. Dlatego też termin stosowania nawozów azotowych powinien poprzedzać o kilka tygodni podany okres krytyczny. Zasadne jest, zatem stosowanie nawozów azotowych wczesną wiosną, w początku kwietnia. Na glebach ciężkich termin ten należałoby przesunąć nawet na jesień używając nawozów o działaniu powolnym i długotrwałym np. mocznika. Często w zaleceniach nawozowych odnośnie azotu możemy się spotkać z dzieleniem rocznej dawki na kilka części. Wydaje się, że na glebach bogatych w próchnicę nie ma takiej potrzeby, gdyż w późniejszym okresie wraz ze

wzrostem temperatury rozpoczyna się wyzwalamie azotu z materii organicznej i dlatego w lecie jest go więcej w glebie niż potrzebują drzewa. Na glebach lżejszych jednorazowe wniesienie całej dawki azotu może spowodować wymycie części azotanów do wód gruntowych. Aby temu zapobiec można podzielić dawkę na dwa terminy - pierwszy wczesną wiosną, drugi w końcu maja. I na koniec jeszcze jedna ważna sprawa a mianowicie sposób rozmieszczenia nawozów. Istnieją poglądy dotyczące nawożenia w sadzie tylko pasów herbicydowych, uzasadniając to większą koncentracją korzeni właśnie w obrębie tych pasów. Jako drugą przyczynę podaje się nadmierny wzrost murawy pod wpływem nawożenia azotem. Badania nad rozmieszczeniem systemu korzeniowego drzew jabłoni prowadzone w Katedrze Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa SGGW w Warszawie wykazały, że po dwóch latach wzrostu drzew w sadzie na podkładce M.9 około 70% drobnych korzeni odpowiedzialnych za pobieranie składników pokarmowych z gleby znajdowało się pod ugorem herbicydowym a tylko 30% było pod murawą. Po czterech latach już 50% drobnych korzeni przeniknęło glebę pod murawą. Dowodzi to, iż system korzeniowy drzew w pełni rozrośniętych obejmuje całą masę gleby w sadzie i nie można ignorować korzeni znajdujących się pod murawą. Drugi argument wydaje się zasadny, ale przecież systematycznie koszona trawa pozostaje w sadzie i oddaje potem pobrany azot w procesie mineralizacji. W przypadku potrzeby nawożenia potasem, który jak wiemy działa powoli należy nawozić całą powierzchnię sadu od samego początku. Jeżeli gleba zarówno pod ugorem herbicydowym jak i murawą wykazuje niskie pH podobne zalecenia dotyczą wapna. Natomiast, jeżeli odczyn gleby jest kwaśny tylko pod pasami herbicydowymi to należy wapnować tylko te pasy. W młodych sadach do trzeciego roku gdzie występują niedobory magnezu polecane jest stosowanie siarczanu magnezu wyłącznie w pasach herbicydowych. W późniejszym okresie, kiedy korzenie drzew przenikną głębiej nawożenie magnezem jest na ogół zbędne. Nawożenie azotem na glebach słabszych w pierwszych latach po posadzeniu można ograniczyć tylko wokół drzew. Na glebach żyznych, często nawożenie azotem młodych drzew okazuje się zbędne, ponieważ pasy herbicydowe są intensywnie nawożone skoszoną trawą. Natomiast, jeśli istnieje potrzeba nawożenia azotem w późniejszym okresie życia drzew należy nawozić całą powierzchnię sadu. Ponieważ w pasach herbicydowych w procesie mineralizacji materii organicznej wyzwalamy się znacznie większe ilości

przyswajalnego azotu niż pod murawą, należałoby się zastanowić nad nawożeniem tylko samej murawy, ale w późniejszym okresie życia drzew. Takie badania są prowadzone w Katedrze Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogródnictwa SGGW w Warszawie.

Część VI

Rola i praktyczne stosowanie nawożenia pozakorzeniowego

Podstawowym źródłem składników pokarmowych jest gleba, zaś głównymi organami przeznaczonymi do ich pobierania korzenie. Dlatego też podstawową formą nawożenia roślin sadowniczych powinno być nawożenie doglebowe. Rośliny sadownicze mają zdolność pobierania składników pokarmowych z nanoszonych roztworów również przez inne organy – głównie liście, a także owoce lub pędy. Wtedy mamy do czynienia z nawożeniem pozakorzeniowym (dolistnym). Ostatnio coraz częściej zwraca się uwagę na całkowite zastąpienia nawożenia doglebowego dolistnym. Jednym z argumentów na korzyść tej metody jest ochrona środowiska glebowego oraz wód gruntowych przed skażeniami. Nawożenie pozakorzeniowe nie jest jednak alternatywą w stosunku do doglebowego i nie może go w pełni zastępować. Przy nawożeniu pozakorzeniowym w trakcie jednego opryskiwania, wprowadza się tylko niewielką część danego składnika, a stosowanie wysokich stężeń nawozów może uszkadzać liście i owoce. Dlatego też, jeśli zachodzi potrzeba wniesienia większej ilości danego składnika należy stosować zabiegi kilkakrotnie, ale one zdecydowanie podnoszą koszty. Wielokrotne przejazdy maszyn i nieustanne opryskiwanie drzew nawozami dolistnymi również mogą powodować skażenie powietrza. Nawożenie pozakorzeniowe powinno, więc odgrywać rolę uzupełniającą lub pomocniczą w pewnych uzasadnionych sytuacjach. Uważa się, że gdy rośliny nie mogą pobrać odpowiedniej ilości składnika pokarmowego przez system korzeniowy, wówczas nawożenie pozakorzeniowe jest sposobem na dostarczenie im pokarmów. Kiedy nawożenie pozakorzeniowe jest uzasadnione?

- ↳ Gdy ograniczona jest aktywność korzeni. Długotrwała susza może zahamować wzrost i aktywność drobnych korzeni, szczególnie w warstwie ornej. Skutkiem tego jest zmniejszone pobieranie azotu, co prowadzi do okresowego niedostatecznego zaopatrzenia drzew w ten składnik. Ograniczenie aktywności korzeni może występować

także na ciężkich, zlewnych glebach po obfitych deszczach, przy niedostatecznej aeracji gleby. Może wtedy wystąpić również niedobór żelaza.

- ✦ Kiedy składniki pokarmowe wnoszone do gleby przechodzą w formy nieprzyswajalne dla roślin (ulegają uwstecznieniu). Występuje to szczególnie na glebach alkalicznych o wysokim pH. Dotyczy większości mikroelementów: żelaza, manganu, boru, miedzi i cynku oraz magnezu. Nawożenie doglebowe wówczas mijają się z celem, natomiast dolistne pozwala dostarczyć je roślinom w krótkim czasie pod warunkiem, że rzeczywiście zagraża ich niedobór.
- ✦ Kiedy występuje wyraźny deficyt danego składnika w postaci objawów niedoboru na roślinach. Jeżeli występują charakterystyczne objawy niedoboru na liściach i owocach, wtedy szybkie dostarczenie danego składnika do rośliny drogą pozakorzeniową, staje się niezbędną. Najczęściej brakuje azotu, magnezu, żelaza, boru i manganu.
- ✦ Gdy przyczyną niedoboru danego składnika nie jest jego brak w glebie, lecz trudności z przemieszczaniem do owoców. Dotyczy to głównie wapnia, który dostarczamy do owoców w formie opryskiwania drzew solami wapnia.
- ✦ W przypadku nawozów drogich lub trudno dostępnych. Dotyczy to przede wszystkim mikronawozów i siarczanu magnezu. Stosowanie nawozów pozakorzeniowo zawsze wiąże się z dodatkowymi nakładami na paliwo i robociznę. Koszty te można jednak zmniejszyć łącząc nawożenie dolistne z zabiegami ochrony roślin.

Azot - dolistnie stosuje się najczęściej w formie mocznika. Jeśli występują objawy niedoboru azotu należy 2-3-krotnie opryskiwać mocznikiem wiosną w fazie wzrostu pędów i liści. Ponieważ w tym okresie liście są delikatne zaleca się 0,5% stężenie roztworu. Latem nawożenie dolistne azotem wydaje się mało zasadne. Może ono też pogorszyć wybarwienie oraz przechowywanie owoców. Jeżeli w danym roku drzewa owocowały obficie, można jesienią opryskiwać mocznikiem po zbiorze owoców, w znacznie wyższym stężeniu niż wiosną – ok. 4-5%. Nawożenie dolistne mocznikiem w tym terminie już nie przedłuża wegetacji, natomiast może podwyższyć zawartość azotu w pąkach i zapewnić im lepszy start wiosną. Poza tym, jesienny oprysk mocznikiem prowadzi do szybszego rozkładu opadłych liści, przez co likwiduje źródło infekcji parcha.

Potas - dolistnie stosuje się tylko, gdy występują ostre objawy jego niedoboru. Możemy wtedy 5-6-krotnie opryskiwać drzewa siarczanem potasu w stężeniu 1% i równocześnie stosować wysokie nawożenie doglebowe. W późniejszym okresie dalsze nawożenie dolistne jest nie celowe. Wysoka zawartość potasu w owocach, może spowodować wzrost występowania gorzkiej plamistości podskórnej, oraz pogorszenie zdolności przechowalniczej owoców.

Magnez - stosuje się przeważnie w formie siarczanu magnezu. Możemy zastosować jego formę bezwodną (32% MgO) w stężeniu 2% lub uwodnioną (16-17% MgO) w stężeniu 1%. Lepszą skuteczność niż siarczan wykazuje saletra magnezowa oraz chlorek magnezu, ale są one znacznie droższe. Saletrę stosujemy w stężeniu 0,7%, chlorek zaś 0,5-1%. Nawożenie dolistne magnezem jest uzasadnione tylko w przypadku wczesnego występowania wyraźnych objawów niedoboru. Opryskiwania należy rozpocząć po kwitnieniu i powtarzać, co dwa tygodnie, dopóty dopóki trwa przyrost pędów na długość. Ponieważ magnez przez liście jest słabiej pobierany niż azot czy potas należy wykonać, co najmniej cztery opryskiwania.

Żelazo - stosuje się w formie siarczanu żelazawego lub jako nawóz zawierający związki chelatowe żelaza. Najczęściej zaleca się 2-3-opryskiwania preparatami w stężeniu 0,3-0,5% w okresie wzrostu pędów.

Mangan - należy stosować w przypadku niedoboru tego składnika określonego na podstawie objawów lub analizy liści. Przeważnie wystarczają wtedy 2 zabiegi siarczanem manganawym w stężeniu 0,2% lub nawozami chelatowymi zawierającymi mangan.

Cynk - możemy stosować w formie siarczanu cynku, a także nawozów z cynkiem. Ponieważ istnieje niebezpieczeństwo poparzenia liści nawozy te zaleca się stosować w okresie spoczynku drzew lub na początku wegetacji, w stężeniu 0,3-0,5%.

Bor - możemy stosować zarówno wiosną jak i jesienią. Wiosną używa się kwasu borowego w stężeniu 0,2-0,3%, lub nawozów dolistnych z borem. Opryskiwać należy tuż przed początkiem kwitnienia oraz w kilka dni po jego zakończeniu. Jesienią natomiast 2-3 tygodnie przed naturalnym opadaniem liści, dawkami 2-3-krotnie wyższymi niż wiosną.

Wapń - jest pierwiastkiem, który wpływa na jakość i zdolność przechwalniczą owoców. Wapnowanie gleby nie jest skutecznym sposobem na zwiększenie jego zawartości w owocach. Najbardziej efektywnie zawartość wapnia w owocach zwiększa nawożenie pozakorzeniowe. Dokarmianie wapniem drzew owocowych powinno być rutynowym corocznym zabiegiem. W sezonie należy wykonać 3 do 6 opryskiwań. Na rynku krajowym mamy duży wybór preparatów wapniowych, które różnią się ceną. Sadownicy przed zastosowaniem danego nawozu powinni jednak zwracać uwagę nie tylko na cenę, lecz także upewnić się o jego skuteczności.

Przed podjęciem decyzji o stosowaniu jakiegokolwiek preparatu w formie oprysku należy zapoznać się z jego składem i porównać z określonymi dla konkretnego sadu potrzebami w stosunku do składników mineralnych. Celem dokarmiania pozakorzeniowego powinno być, bowiem likwidowanie konkretnych niedoborów i wyrównanie dysproporcji pomiędzy składnikami, a nie dostarczanie ich na „zapas”. Większość dostępnych nawozów przeznaczonych do nawożenia pozakorzeniowego to nawozy wieloskładnikowe. Znajdują się w nich zarówno te składniki, których roślinie brakuje jak i te, które występują w nadmiarze. Składniki te mogą stanowić zbędny balast uniemożliwiający zwiększenie stężenia składnika potrzebnego. Ponadto podnoszą one koszty takich nawozów, a więc i koszt produkcji owoców. Dlatego też powinniśmy najpierw określić potrzeby drzew i krzewów owocowych w stosunku do poszczególnych składników, a dopiero potem wybrać konkretny preparat jedno-, dwu-, czy wieloskładnikowy.

IV. Najnowsze trendy w diagnostyce potrzeb nawozowych upraw polowych roślin jagodowych na przykładzie maliny

Zbigniew Jarosz, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Podstawą precyzyjnego nawożenia jest prawidłowa ocena aktualnego stanu zasobności ryzosfery w składniki pokarmowe oraz znajomość wymagań pokarmowych danego gatunku lub odmiany. W uprawach sadowniczych zawartość przyswajalnego fosforu i potasu określa się najczęściej stosując do ekstrakcji mleczan wapnia zakwaszonym kwasem solnym (metoda Egnera-Riehma), natomiast zawartość magnezu oznacza się po ekstrakcji 0,125 M roztworem chlorku wapnia (Metoda Schatschabela). Uzyskane wyniki porównuje się do liczb granicznych obowiązujących dla wszystkich gatunków sadowniczych (tab.1).

Liczne badania wykazują jednak, iż zawartości składników pokarmowych określone tymi metodami, jako ilości dostępne dla roślin są mocno zawyżone (nawet o 40-60%). Dotyczy to głównie fosforu, który jest pierwiastkiem bardzo trudno przemieszczającym się w ryzosferze i podatnym na uwstecznianie. W praktyce może się, zatem okazać, iż pomimo wyników analizy chemicznej wskazujących na wysoką zawartość fosforu w glebie w sezonie, na roślinach pojawiają się charakterystyczne fioletowo-purpurowe przebarwienia liści świadczące o niedoborze tego składnika

Ponadto wymienione metody analityczne nie dają możliwości oceny zawartości azotu, będącego głównym składnikiem plonotwórczym i wapnia, który odpowiada w roślinie za selektywność pobierania innych pierwiastków pokarmowych oraz zwiększa odporność mechaniczną owoców.

Rozwiązaniem umożliwiającym ocenę zasobności gleby sadowniczej w te dwa kluczowe składniki pokarmowe jest wykonanie ekstrakcji 0,03 M kwasem octowym stosowanym ogólnie do oceny gleb i podłoży warzywniczych (metodą Uniwersalną). Uzyskane wyniki należy porównać do liczb granicznych zaproponowanych przez Komosę i Stafecką (2002) (tab. 2). Utrudnieniem zniechęcającym plantatorów do wykorzystania tej metody w praktyce może się jednak okazać konieczność prze-

liczenia uzyskanych wyników z objętości na masę gleby, w której opracowane są liczby graniczne. Działanie to wymaga znajomości gęstości objętościowej powietrznie suchej gleby o frakcji 0-2 mm i z reguły musi być wykonane samodzielnie, gdyż laboratoria zajmujące się analizą chemiczną niechętnie wykonują takie obliczenia.

Tabela 1. Liczby graniczne zawartości składników przyswajalnych w glebie (Sadowski i in. 1990)

Wyszczególnienie	Klasa zasobności		
	niska	średnia	wysoka
Dla wszystkich rodzajów gleb:	Zawartość P (mg/100g gleby)		
- warstwa orna 0 - 20 cm	< 2,0	2,0 - 4,0	> 4,0
- warstwa podorna	< 1,5	1,5 - 3,0	> 3,0
Nawożenie:	Dawka P ₂ O ₅ (kg/ha)		
- przed założeniem plantacji	150	50 - 100	
Warstwa orna 0 - 20 cm:	Zawartość K (mg/100 g gleby)		
< 20% części spławialnych	< 5,0	5,0 - 8,0	> 8,0
20-35% części spławialnych	< 8,0	8,0 - 13,0	> 13,0
> 35% części spławialnych	< 13,0	13,0 - 21,0	> 21,0
Warstwa podorna:	Zawartość K (mg/100 g gleby)		
< 20% części spławialnych	< 3,0	3,0-5,0	> 5,0
20-35% części spławialnych	< 5,0	5-8,0	> 8,0
> 35% części spławialnych	< 8,0	8,0-13,0	> 13,0
Nawożenie:	Dawka K ₂ O (kg/ha)		
- przed założeniem plantacji	100 - 180	60 - 120	
- plantacja owocująca	80 - 120	50 - 80	
Dla obu warstw gleby:	Zawartość Mg (mg/100 g gleby)		
- gleby zawierające < 20% części spławialnych	< 2,5	2,5 - 4,0	> 4,0
- gleby zawierające > 20% części spławialnych	< 4,0	4,0 - 6,0	> 6,0
Nawożenie:	Dawka MgO (kg/ha)		
- przed założeniem plantacji (z wapnowaniem)	120 - 200	60 - 120	-
- plantacja owocująca	120	60	-

Dla wszystkich rodzajów gleb i obu warstw	Stosunek K/Mg		
	b. wysoki	wysoki	poprawny
	6,0	3,5 - 6,0	3,5

Tabela 2. Optymalne przedziały zawartości składników w glebie, oznaczone metodą uniwersalną dla gleb mineralnych użytkowanych sadowni-
czo (Komosa i Stafiecka 2002)

Makroelementy		Mikroelementy		Zanieczyszczenia		EC
Składnik	mg·100 g ⁻¹ p.s.g.	składnik	ppm w s.m. gleby	składnik	mg·100 g ⁻¹ p.s.g.	mS/cm
N-NH ₄ +N-NO ₃	2,5 - 5,0	Fe	75,0 - 120	Na	< 5,0	< 5,0
P	3,0 - 6,0	Mn	25,0 - 40,0	Cl	< 5,0	
K	5,0 - 8,0	Zn	3,0 - 6,0			
Ca	25,0 - 40,0	Cu	1,0 - 4,0			
Mg	3,0 - 6,0	B	0,3 - 1,5			
S - SO ₄	1,0 - 3,0	Mo	0,1 - 1,4			

W latach 2011/2012 w ramach dwu projektów współfinansowanych ze środków Unijnych Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki na wybranych plantacjach maliny z rejonu Lubelszczyzny badano możliwość wykorzystania w diagnostyce roślin sadowniczych analizy wód drenowych zbieranych przez sondy umiejscowione w ściśle określonych obszarach środowiska korzeniowego. Badaniami objęto plantacje maliny owocującej na pędach jednorocznych i dwuletnich wyposażone w fertygację. Zastosowanie analizy wód drenowych do ustalania i bieżącej korekty zaleceń nawozowych ma wiele zalet, z których najważniejsze to łatwiejsze pobieranie reprezentatywnej próby oraz zdecydowanie szybsze uzyskanie wyników. W metodzie tej analiza chemiczna wód drenowych może być prowadzona bezpośrednio na plantacji a brak konieczności przygotowania próby poprzez suszenie, frakcjonowanie i ekstrakcję umożliwiającą uzyskanie wyni-

ków nawet po kilkunastu minutach od pobrania wyciągu z ryzosfery. Nie bez znaczenia jest również fakt, iż aktualną zawartość składników pokarmowych określa się w wyciągu wodnym z ryzosfery, czyli w środowisku, z jakiego roślina rzeczywiście pobiera składniki pokarmowe. Wdrożenie tej metody do diagnostyki wymaga jednak przeprowadzenia szeregu badań porównawczych składu chemicznego gleby i liści roślin w celu ustalenia liczb granicznych określających optymalne ilości poszczególnych pierwiastków, jakie powinny znajdować się w wodach drenowych.

Oprócz analizy gleby, którą wykonuje się w celu prawidłowego ustalenia zaleceń nawozowych na dany sezon, w trakcie wegetacji dobrze jest również wykonać analizę chemiczną liści w celu sprawdzenia stanu odżywienia uprawianych roślin. Można powiedzieć, iż poprzez analizę liści sprawdza się skuteczność zastosowanego nawożenia. Termin pobierania liści jest odmienny dla poszczególnych gatunków, co wiąże się z dynamicznymi zmianami zawartości pierwiastków pokarmowych w częściach wskaźnikowych roślin. Dla maliny optymalnym terminem pobierania liści do analiz jest pełnia owocowania, gdy rośliny intensywnie zużywają pobrane i zgromadzone w tkankach składniki pokarmowe na wytworzenie plonu. Częścią wskaźnikową u maliny jest najmłodszy w pełni wyrosnięty liść wraz z ogonkiem pobrany ze zdrowych owocujących pędów. Po pobraniu liście należy dostarczyć do laboratorium wykonującego analizę, lub wysuszyć rozkładając je cienką warstwą w zacienionym i przewiewnym miejscu.

W celu określenia stanu odżywienia roślin wyniki uzyskane podczas analizy chemicznej liści porównuje się do liczb granicznych zawartości danego składnika (tab. 3). Z powodu braku rodzimych badań aktualizujących zawartości wskaźnikowe i dopasowujących je do bieżących potrzeb (np. brak oddzielnych liczb granicznych dla maliny owocującej na pędach jednorocznych) często korzysta się z liczb granicznych opracowanych w innych krajach (tab. 4). Praktyka taka nie jest jednak optymalnym rozwiązaniem ze względu na istotne różnice klimatyczno-glebowe oraz związane z tym różnice w rozwoju fenologicznym. Istnieje, zatem konieczność opracowania szczegółowych zaleceń nawozowych dla rodzimych odmian oraz systemów uprawy, które będą uwzględniały bieżące realia pogodowe.

Tabela 3. Liczby graniczne zawartości składników mineralnych w liściach malin (Sadowski i in. 1990)

Składnik	Zawartość (%)			
	deficytowa	niska	optimalna	wysoka
N dawka N w kg/ha	< 2,00 100 - 150	2,00 - 2,49 80 - 120	2,50 - 3,30 50 - 80	> 3,30 0 - 50
P dawka P ₂ O ₅ w kg/ha	-	< 0,15 60 - 100	0,15 - 0,30 -	> 0,30 -
K dawka K ₂ O w kg/ha	< 0,98 100 - 200	0,98 - 1,47 80 - 120	1,47 - 1,89 50 - 80	> 1,89 -
Mg dawka MgO w kg/ha	< 0,15 100 - 200	0,15 - 0,29 60 - 120	0,30 - 0,45 -	> 0,45 -

Tabela 4. Liczby graniczne zawartości składników mineralnych w liściach malin (Washington State University, Langford 1996)

Składnik	Zawartość (%)		
	niska	optimalna	nadmierna
Makroelementy (%)			
N	2,5	2,75	> 4,0
P	0,2	0,3	> 0,6
K	1,0	1,5	> 3,0
Ca	0,5	0,6 - 2,5	> 2,5
Mg	0,25	0,4	> 1,0
Mikroelementy (ppm)			
Mn	20	80	> 300
Fe	30	50	> 150
Zn	13	34	> 80
Cu	1	2	> 50
B	30	46	> 80

Intensyfikacja nawożenia plantacji oraz wprowadzenie fertygacji, jako podstawowej formy dostarczania składników pokarmowych do środowiska korzeniowego roślin spowodowało konieczność zmiany podejścia do ustalania zaleceń nawozowych. Zamiast dotychczasowego wyrównywania zawartości składników do zalecanych poziomów coraz częściej zwraca się również uwagę na konieczność zachowania odpowiednich proporcji pomiędzy składnikami. Dotyczy to zarówno środowiska korze-

niowego roślin jak i liści. Takie podejście jest szczególnie uzasadnione w sytuacjach stosowania wysokich dawek nawozów mineralnych mogących powodować jednostronny nadmiar któregoś ze składników. Utrzymanie optymalnych proporcji składników pokarmowych w ryzosferze, nawet w warunkach wysokich stężeń pierwiastków, zmniejsza ryzyko wystąpienia antagonizmów utrudniających prawidłowe pobieranie i alokacje biopierwiastków w roślinach.

V. Racjonalne nawadnianie w uprawach sadowniczych

Jan Schönthaler, CDR Brwinów Oddział w Radomiu

Woda, jako istotny czynnik plonotwórczy

Jednym z najpoważniejszych problemów rolnictwa w Polsce w ostatnich latach są powtarzające się susze. Stwarzają istotne zagrożenie plonów, dezorganizują organizacje prac polowych. Z badań ankietowych przeprowadzonych przez Instytut Ogrodnictwa wynika, że ogół sadowników nie zna metod szacowania potrzeb nawodnieniowych uprawianych roślin. Czyli nawadnianie w znakomitej większości przypadków dokonywane jest na oko. W świetle racjonalnego zużycia wody, planowanych opłat za wodę do nawadniania, jest to rozwiązanie nie do przyjęcia. Trzeba też pamiętać, że niewłaściwie stosowane nawadnianie, a jest to najczęściej stosowanie wody w nadmiarze, niesie za sobą konkretne zagrożenia. Dla samego rolnika zagrożeniami są możliwość niszczenia struktury glebowej, wymywanie składników pokarmowych do warstw głębszych gleby, gdzie stają się niedostępne dla roślin oraz wzrost zagrożenia przez niektóre choroby. Są także zagrożenia dla środowiska, a więc zwłaszcza przy nadmiernym nawożeniu, niedostosowanym do zmieniających się potrzeb roślin, możliwość skażenia wód gruntowych, zagrożenie dla zbiorników wodnych i wód podziemnych i życia w Bałtyku.

Od kilku już lat Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach prowadzi badania dotyczące nawadniania upraw sadowniczych. Mają one na celu racjonalizację zużycia wody, która w Polsce jest dobrem deficytowym, oraz ograniczenie negatywnych skutków nawadniania w głównych rejonach

upraw sadowniczych w Polsce. Zwrócić należy uwagę, że Polska należy do krajów europejskich najuboższych w wodę, a najgorsza jest sytuacja w Polsce centralnej.

Badania Instytutu Ogrodnictwa uwzględniają przebieg pogody i wielkość zasobów wodnych w glebie. Dla wdrożenia zasad racjonalnego nawadniania w uprawach sadowniczych stworzono internetowy serwis zaleceń nawodnieniowych, oraz proste metody szacowania potrzeb wodnych roślin sadowniczych. Bierze się pod uwagę uprawiany gatunek, stopień rozwoju roślin np. wielkość korony drzew, rozstawę, w jakiej rosną, stopień przykrycia gleby przez uprawiane rośliny. Należy zwrócić uwagę, że w zależności od fazy rozwojowej roślin uprawnych zmieniają się też ich potrzeby wodne. Kolejnym czynnikiem jest jakość gleby. Wiadomo na przykład, że gleby lekkie są w stanie magazynować mniej wody i wymagają zarówno wcześniejszego nawadniania jak i stosowania mniejszych jednorazowych dawek wody. Serwis działa od połowy 2012 roku, pod adresem <http://www.nawadnianie.inhort.pl>. Do serwisu jest także dostęp z głównej strony Instytutu Ogrodnictwa. Możemy tu skorzystać z kalkulatorów umożliwiających ocenę parowania wody z roślin i powierzchni gleby oraz potrzeb wodnych roślin. O wiarygodności wyników decydują dane meteorologiczne pozyskiwane z automatycznych stacji meteo Instytutu. Usługi serwisu przeznaczone są dla sadowników, którzy nie korzystają z danych obliczanych przez automatyczne stacje meteorologiczne.

W praktyce pomiar wilgotności gleby lub potencjału wody w glebie jest wykorzystywany do wyliczenia potrzeby i intensywności nawadniania roślin. Nawadnianie powinno nastąpić, nim w glebie wyczerpie się woda łatwo dostępna, nim skutki suszy wpłyną na plony i kondycję roślin. Dokładne określenie potrzeb nawadniania wymaga zastosowania specjalistycznej aparatury pomiarowej (tensjometry, mierniki wilgotności). Wymaga to wiedzy, zaangażowania czasowego i poważnych nakładów na sprzęt pomiarowy. Dlatego na całym świecie w rejonach sadowniczych prowadzone jest specjalistyczne doradztwo dotyczące potrzeb nawadniania. Do oceny potrzeb wodnych wykorzystywane są mniej lub bardziej złożone modele kalkulacyjne, wykorzystujące dane meteorologiczne i glebowe.

Sadownik korzystający z serwisu ma możliwość uściślenia danych, dostosowania do realiów gospodarstwa. Jest mianowicie możliwe wprowadze-

nie własnych pomiarów opadów, danych dotyczących rośliny uprawnej, typu gleby, rozstawy roślin i zastosowanego systemu nawodnieniowego. Możliwe jest także wprowadzenie własnych pełnych danych meteorologicznych. Efektem wykorzystania serwisu jest opracowanie planu nawadniania dla własnego gospodarstwa. Ustala się czas nawadniania, dawkę wody na przykład w mm/m³, lub litrach na drzewo.

Serwis pomaga nie tylko w doraźnej potrzebie określenia parametrów niezbędnych do skutecznego nawadniania w danym momencie, lecz także jest czynnikiem przyczyniającym się do wzbogacenia wiedzy sadowników, studentów, czy innych użytkowników. Służy temu słownik, ułatwiający zrozumienie tekstu, zasób artykułów prezentujących wyniki badań, a także sam serwis internetowy, który ma tworzyć i utrzymywać nawyki racjonalnego gospodarowania w oparciu o zrozumienie tego, co dzieje się w glebie i roślinach w czasie suszy.

Nowe przepisy dotyczące korzystania z wody

Według przygotowywanych przepisów, od początku przyszłego roku, wejdzie obowiązek opomiarowania poboru wody wykorzystywanej także do celów rolniczych. Dotyczy to zarówno wód powierzchniowych jak i podziemnych oraz ponoszenia opłat za pobraną wodę. Nikt z nas nie lubi opłat i podatków. Stąd zapowiedzi opłat za wodę budzą niezadowolone rolników. Skąd biorą się takie pomysły? Po pierwsze z przepisów unijnych. Ramowa Dyrektywa Wodna z 23 października 2000 r. w art. 9 nakłada na państwa członkowskie obowiązek uporządkowania gospodarki wodnej kraju i wprowadzenia takich opłat. Brak kompleksowych rozwiązań uniemożliwia korzystanie z pomocy unijnej w szeregu ważnych dziedzinach, jak inwestycje wodne czy zabezpieczenia przeciwpowodziowe. Grożą nam też poważne kary z powodu dotychczasowego nie zastosowania się do przepisów unijnych.

Kolejna przyczyna to trudna sytuacja z wodą w Polsce. W okresie zeszłorocznej suszy okazało się, że nie było możliwe zaspokoić wszystkich potrzeb bytowych i gospodarczych w kraju. Konieczne są inwestycje i powszechna zmiana podejścia do wody. Wynika z tego konieczność wdrożenia mechanizmów skłaniających wszystkich użytkowników do bardziej racjonalnego wykorzystania wody i troski o jej jakość. Na uwagę zasługują, wypracowane w trakcie dyskusji nad nowymi przepisami, sto-

sunkowo niskie stawki opłat na cele rolnicze przy poborze więcej niż 5 m³ wody na dobę. Planowana opłata wyniesie 0,30 zł za 1 m³ pobranej wody podziemnej i 0,15 zł za 1 m³ pobranej wody powierzchniowej. Natomiast nawadnianie za pomocą urządzeń pompowych objęte zostanie opłatą w wysokości 0,15 zł za 1 m³ pobieranej wody podziemnej.

