

ISBN 978-83-89211-88-0



PAWEŁ WÓJCIK

# NAWOZY I NAWOŻENIE DRZEW OWOCOWYCH



## SPIS TREŚCI

WSTĘP.....	11
<b>I. WIADOMOŚCI OGÓLNE .....</b>	<b>13</b>
1. Klasyfikacja składników mineralnych .....	13
2. Gleba jako środowisko odżywcze .....	14
2.1. Faza stała .....	15
2.2. Faza ciekła .....	16
2.3. Faza gazowa .....	17
2.4. Faza aktywna fizjologicznie .....	18
2.5. Właściwości sorpcyjne gleby .....	18
2.6. Kwasowość gleby .....	19
2.6.1. Stan zakwaszenia gleb w Polsce .....	21
2.6.2. Przyczyny zakwaszania gleb .....	21
2.6.3. Właściwości buforowe gleby .....	24
2.6.4. Wymagania roślin w stosunku do odczynu gleby oraz regulacja jej kwasowości .....	25
2.7. Dostępność i przyswajalność składników w glebie .....	27
2.8. Wymagania glebowe .....	28
2.8.1. Gatunek gleby .....	29
2.8.2. Typ gleby .....	31
2.8.3. Wymagania glebowe poszczególnych gatunków roślin .....	36
<b>II. NAWOZY I TECHNIKA ICH STOSOWANIA .....</b>	<b>39</b>
1. Podział nawozów .....	39
2. Zużycie nawozów .....	40
3. Nawozy mineralne .....	42
3.1. Nawozy azotowe .....	43
3.1.1. Nawozy amonowe .....	43
3.1.2. Nawozy saletrzone .....	44
3.1.3. Nawozy saletrzano-amonowe .....	44
3.1.4. Nawozy amidowe .....	45
3.1.5. Nawozy saletrzano-amidowe .....	46
3.1.6. Nawozy azotowe wolno działające .....	48
3.2. Nawozy fosforowe .....	51
3.2.1. Nawozy fosforowe rozpuszczalne w wodzie .....	52
3.2.2. Nawozy fosforowe rozpuszczalne w słabych kwasach .....	53

3.3. Nawozy potasowe	54
3.4. Nawozy do odkwaszania gleb oraz jako źródło składników	55
3.4.1. Nawozy wapniowe	56
3.4.2. Nawozy zawierające magnez	58
3.5. Nawozy mikroelementowe	61
3.5.1. Sole techniczne i szkliwa	61
3.5.2. Chelaty	65
3.5.3. Domieszki mikroelementowe	65
3.6. Nawozy wieloskładnikowe	66
3.6.1. Nawozy mieszane i zasady mieszania nawozów	67
3.6.2. Nawozy kompleksowe	70
3.6.3. Wieloskładnikowe nawozy płynne	70
3.7. Bezpieczeństwo i higiena pracy z nawozami	72
4. Nawozy naturalne i organiczne	76
4.1. Nawozy naturalne	77
4.2. Nawozy organiczne	86
5. Technika nawożenia	95
5.1. Rozsiewacze	95
5.2. Opryskiwacze	102
5.3. Rozrzutniki	112
5.4. Maszyny do nawożenia płynnymi nawozami naturalnymi	116
<b>III. NAWOŻENIE</b>	<b>121</b>
1. Wymagania pokarmowe roślin	121
2. Analiza gleby	125
2.1. Pobieranie próbek gleby	126
2.2. Oznaczanie wybranych parametrów gleby	130
2.3. Liczby graniczne zawartości P, K i Mg	130
2.4. Liczby graniczne zawartości mikroskładników	134
2.5. Kryteria glebowe a potrzeby nawozowe w stosunku do N	137
2.6. Wspólna ekstrakcja składników z gleby	138
2.7. Odczyn gleby	139
2.8. Zalety i wady analizy gleby	139
3. Analiza roślin	140
3.1. Analiza liści	140
3.1.1. Pobieranie próbek	140
3.1.2. Przygotowywanie próbek	141
3.1.3. Metody analizy, liczby graniczne i ich interpretacja	142
3.1.4. Wady i zalety analizy liści	147
3.2. Szacowanie zawartości N i Fe w liściach z użyciem fotometru	148
3.3. Analiza pąków i kwiatów	150
3.4. Analiza owoców	151



## WSTĘP

Nawożenie jest podstawowym zabiegiem agrotechnicznym, który istotnie wpływa na produktywność roślin oraz jakość plonu. Szacuje się, że udział nawożenia w produktywności roślin w warunkach glebowo-klimatycznych Polski wynosi 40–50%. Jednocześnie niewłaściwe stosowanie nawozów ma negatywny wpływ na środowisko naturalne. Dlatego celem nawożenia nie jest uzyskiwanie maksymalnych plonów, lecz takich, przy których zapewniona jest opłacalność produkcji oraz wysoka jakość plonu z jednocześnie minimalnym obciążeniem środowiska naturalnego. Dodatkowym celem nawożenia jest zwiększenie lub utrzymanie wysokiej żyzności gleby, umożliwiającej uzyskiwanie wysokich i stabilnych plonów przez długi czas. Nawożenie, które realizuje powyższe cele, określane jest najczęściej jako

„nawożenie zrównoważone”. Przy tym sposobie nawożenia składniki stosowane są w ilościach i proporcjach odpowiadających potrzebom roślin w danych warunkach glebowo-klimatycznych. W większości wypadków nawożenie jednym lub dwoma składnikami nie daje dobrych efektów produkcyjnych, gdyż pozostałe składniki znajdujące się w glebie w niewystarczających ilościach ograniczają produktywność roślin i/lub obniżają jakość plonu. Stwierdzenie to jest zgodne z „prawem minimum”, sformułowanym już w 1855 roku przez Justusa Liebiga.

Strategia nawożenia roślin opiera się na znajomości ich potrzeb pokarmowych, ocenie wzrostu, plonowania i jakości owoców oraz na wynikach testów glebowych i roślinnych. Niezbędnym elementem we właściwym interpretowaniu wyników analizy gleby i roślin, a w konsekwencji w opracowaniu strategii nawożenia, jest znajomość procesów zachodzących w środowisku glebowym. Ma to szczególne znaczenie w uprawie roślin sadowniczych, gdyż w wielu wypadkach popełnione błędy w nawożeniu mają wieloletnie konsekwencje. Z tego powodu oprócz informacji o reakcji drzew owocowych na nawożenie poszczególnymi składnikami omówiono także podstawowe właściwości gleby, mające istotny wpływ na odżywianie roślin. Zamieszczono również informacje o składzie i właściwościach nawozów mineralnych, organicznych i naturalnych oraz zasady ich stosowania.

Niektóre formacje geologiczne fosforytów wykazujące wysoką rozpuszczalność w słabych kwasach są rozdrabniane mechanicznie i używane jako nawozy fosforowe (mączki fosforowe). Obecnie największe znaczenie w rolnictwie mają nawozy fosforowe całkowicie lub częściowo rozpuszczalne w wodzie.

### 3.2.1. Nawozy fosforowe rozpuszczalne w wodzie

Zaliczane są do nich superfosfaty proste i potrójne, zawierające P w formie  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ . Superfosfat prosty otrzymuje się w wyniku traktowania apatytów lub fosforytów stężonym kwasem siarkowym. Około 90% P w tym nawozie rozpuszcza się w wodzie. Zawiera on 18–20%  $\text{P}_2\text{O}_5$  i występuje w postaci pylistej lub granulowanej. Może być on produkowany z domieszką magnezu (6% MgO) lub boru (0,2% B); w tych przypadkach zawartość fosforu w nawozach jest na ogół nieco obniżona. Superfosfaty proste z domieszkami Mg i B powinny być stosowane na glebach o zbyt niskiej zawartości tych składników. Superfosfat prosty ma odczyn kwaśny, lecz jego działanie nie powoduje zakwaszenia gleby. Jest on mało higroskopijny i dlatego może być transportowany i przechowywany luzem. Oprócz P superfosfat prosty zawiera także ok. 13% S. Z tego powodu szczególnie poleca się go na gleby lekkie i słabo próchniczne, gdzie ryzyko niedoboru S jest podwyższone.

Superfosfat potrójny otrzymuje się w wyniku działania kwasu ortofosforowego na fosforyt lub apatyt. W ten sposób powstaje nawóz o wysokiej zawartości fosforu (46%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Może on zawierać także domieszkę boru w ilości 0,5% B. W odróżnieniu od superfosfatu prostego nie zawiera on S. Występuje tylko w postaci granulowanej. Może być przechowywany luzem.

Mimo że P z superfosfatów dobrze rozpuszcza się w wodzie, to po wprowadzeniu go do gleby ulega on szybko uwstecznieniu (sorpacji chemicznej), przechodząc w połączenia mało przyswajalne dla roślin. W zależności od warunków glebowych pobranie przez rośliny P z superfosfatu w pierwszym roku po jego zastosowaniu wynosi tylko 10–20%. Dla porównania: wykorzystanie przez rośliny N i K z nawozów mineralnych przekracza na ogół 50%. Jednakże w przypadku nawozów fosforowych następcze ich działanie trwa wiele lat; przeciętne roczne wykorzystanie P przez rośliny wynosi 1–2%. Kierunek i szybkość uwsteczniania się P w glebie zależy przede wszystkim od jej odczynu. Na glebach kwaśnych tworzą się słabo rozpuszczalne fosforany glinu i żelaza, a na alkalicznych wytrącają się głównie fosforany wapnia. Największa przyswajalność P w glebie występuje przy odczynie 6,5–6,8. Uwstecznianie się P z superfosfatu może być więc minimalizowane przez utrzymywanie odczynu gleby w powyższym zakresie. Wolniejsze uwstecznianie się P w glebie zachodzi także przy stosowaniu granulowanych nawozów, których powierzchnia zetknięcia się nawozu z cząstkami gleby jest mała. Dlatego na glebach kwaśnych i zasadowych, w których zachodzi intensywne uwstecznianie P, należy stosować superfosfaty w postaci granulowanej.

Mimo dobrej rozpuszczalności superfosfatów w wodzie, skuteczność ich działania w sadzie jest niewielka, gdyż P z tych nawozów akumuluje się w górnej 2–3 cm warstwie gleby, w której znajduje się niewielka ilość korzeni. W owocującym sadzie wymieszanie superfosfatów z glebą za pomocą glebogryzarki najczęściej polepsza odżywianie drzew P; w młodych nasadzeniach zabieg ten powoduje jednak znaczne uszkodzenie systemu korzeniowego, co ogranicza pobieranie wody i składników pokarmowych, a w konsekwencji osłabia wzrost drzew. Superfosfaty najlepiej stosować przed sadzeniem drzewek, kiedy jest możliwość wy-

wyposażona w urządzenia służące do neutralizacji powstałych osadów. Szyby w oknach muszą ograniczać przenikanie promieni słonecznych. W magazynie należy wydzielić zamknięte pomieszczenie, w którym gromadzone będą puste opakowania po środkach ochrony roślin i nawozach. Magazyn wyposaża się w przyrządy do pomiaru temperatury i wilgotności powietrza.

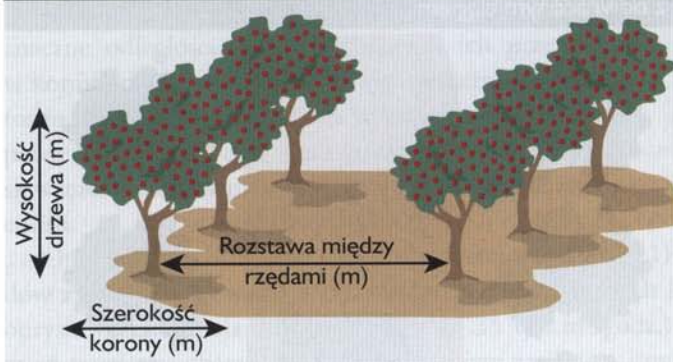
Na drzwiach zewnętrznych magazynu umieszcza się napis „MAGAZYN ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN I NAWOZÓW” lub „MAGAZYN NAWOZÓW”. W magazynie w widocznym miejscu umieszcza się: (1) apteczkę zawierającą środki do udzielania pierwszej pomocy w wypadku zatrucia środkami ochrony roślin lub nawozami; (2) wykaz przechowywanych środków ochrony roślin i nawozów; (3) instrukcję bezpieczeństwa i higieny pracy, uwzględniającą zasady składowania środków ochrony roślin i nawozów oraz (4) numery telefonów najbliższego centrum powiadamiania ratunkowego lub zakładu opieki zdrowotnej. W pomieszczeniach ze środkami ochrony roślin oraz nawozami zabrania się palenia tytoniu, spożywania posiłków oraz przechowywania artykułów żywnościowych, leków, pasz, nasion oraz materiałów pędnych i łatwopalnych. W dużych magazynach nawozowych wskazane jest wyodrębnienie pomieszczeń dla obsługi, tj.: pokoju śniadań, pokoju odpyłania odzieży ochronnej, szatnię na odzież roboczą i czystą oraz toalety z natryskiem i umywalką.

Nawozy mineralne należy przechowywać w oryginalnych opakowaniach. Szczególną uwagę w czasie magazynowania należy zwrócić na azotan amonu, wykazujący właściwości wybuchowe. Saletra amonowa nie może być składowana razem z innymi nawozami. Z tego powodu magazynuje się ją w oddzielnych boksach. Wysokość stosu saletry amonowej nie powinna przekraczać 4 worków. Dużą ostrożność należy zachować także przy rozdrabnianiu, przeładunku oraz mieszaniu saletry amonowej z innymi nawozami.

#### 4. Nawozy naturalne i organiczne

W większości sadów nawożenie opiera się wyłącznie na nawozach mineralnych. Wynika to z faktu, że gospodarstwa sadownicze mają charakter specjalistyczny, a koszty zakupu i transportu nawozów naturalnych i organicznych są wysokie. Jednakże w pewnych warunkach glebowych użycie nawozów organicznych lub naturalnych polepsza wzrost i plonowanie drzew. Szczególnie dobre efekty użycia tych nawozów uzyskuje się na glebach lekkich o zawartości materii organicznej < 1,5%. Na glebach żyznych, zawierających > 3% materii organicznej na ogół nie ma potrzeby użycia nawozów naturalnych lub organicznych, chyba że przed założeniem sadu na tych glebach stwierdzi się chorobę replantacyjną.

Nawozy naturalne i organiczne podnoszą lub utrwalają żyzność gleby, powodując tym samym uzyskiwanie wysokich i stabilnych plonów. Kompleksowy wpływ tych nawozów na właściwości gleby łagodzi/eliminuje ujemne skutki nie zrównoważonego nawożenia mineralnego. Nawozy naturalne i organiczne przyczyniają się także do tworzenia lub utrwalenia struktury gruzełkowej gleby, zwiększenia jej aktywności biologicznej i pojemności kompleksu sorpcyjnego, osłabienia procesów zakwaszania gleby oraz ograniczenia pobierania szkodliwych substancji (np. metali ciężkich) przez rośliny. W nawożeniu roślin stanowią

**Rysunek 24. Dystrybucja cieczy z opryskiwaczy z kierowaną emisją powietrza****Rysunek 25. Parametry wykorzystywane do obliczenia dawki cieczy**

roślinę nie może być zatem większa od ilości, przy której występuje jej ociekanie. Najmniejsza ilość cieczy determinowana jest natomiast równomiernością pokrycia roślin cieczą. Jest to szczególnie ważne dla składników pokarmowych, które słabo przemieszczają się w roślinie (np. Ca, Zn, Fe).

Przy obecnie polecanych typach sadów w Polsce optymalne dawki cieczy wahają się w zakresie 200–800 l na ha. Wielkość dawki cieczy (Q) w sadzie można obliczyć, uwzględniając wysokość (H) i szerokość (S) drzew oraz odległość między rzędami (R) (rysunek 25) według poniższego wzoru:

$$Q \text{ [l/ha]} = (330 \times H \text{ [m]} \times S \text{ [m]}) / R \text{ [m]}$$

Z powyższego wzoru wynika, że dawka cieczy zwiększa się wraz z wysokością i szerokością drzewa. Jest ona natomiast mniejsza przy większej rozstawie między rzędami drzew. Obliczone w ten sposób dawki cieczy należy traktować jako orientacyjne, gdyż w powyższym wzorze bierze się pod uwagę nie wysokość koron, lecz wysokość drzew oraz nie uwzględnia się gęstości koron oraz stopnia ich ulistnienia. Przy znacznym ulistnieniu i dużej gęstości koron (np. w okresie letnio-jesiennym) należy używać podwyższonych dawek cieczy, gdyż

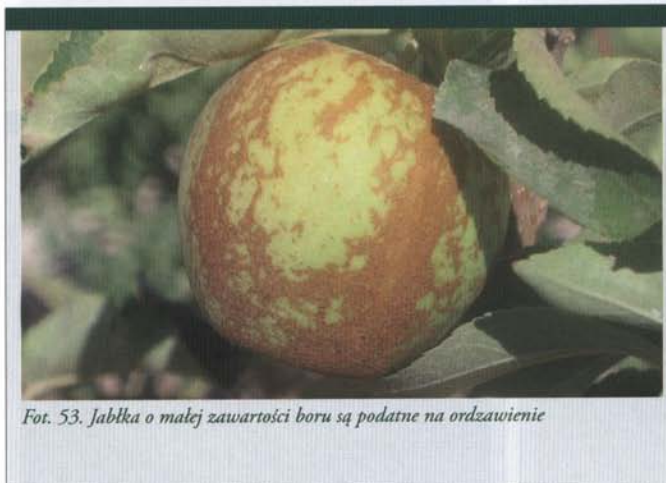
ciecz należy kierować lekko ku górze. Ze względu na małą wydajność wentylatorów (15–20 tys. m<sup>3</sup>/godz.), opryskiwacze z kierowanym systemem emisji powietrza mogą być używane przy sile wiatru < 2m/s.

Listę wybranych opryskiwaczy sadowniczych zamieszczono w tabeli 38.

### **Czynniki wpływające na skuteczność opryskiwania**

Do czynników tych zalicza się m.in. wielkość dawki cieczy. Opryskiwanie wysokimi dawkami cieczy (> 1000 l/ha) nie zawsze prowadzi do dokładnego pokrycia rośliny. Jeśli ilość użytej cieczy na roślinę przekroczy jej zdolność retencyjną, to następuje ociekanie cieczy. Maksymalna ilość opryskiwanej cieczy przypadająca na ro-





nieprawidłowo, powodując zamieranie kwiatów (zjawisko to najsilniej występuje u gruszy). Owoce są drobne, zniekształcone, ordzawione, skorkowaciałe (fot. 52–54), mało smaczne oraz mają tendencję do wczesnego dojrzewania i opadania. Na wegetatywnych częściach rośliny objawy niedoboru B pojawiają się jedynie przy silnym jego braku. Liście wierzchołkowe są chlorotyczne, wąskie, kruche, z nekrozami na ich brzegach. Wzrost pędów jest ograniczony, a w skrajnych przypadkach dochodzi do zamierania wierzchołków pędów. Kora drzew staje się chropowata (fot. 55), łuszczy się i może pękać.

Przy nadmiarze B zawiązywanie owoców jest ograniczone. Owoce są zniekształcone i mają tendencję do przedwczesnego dojrzewania. U jabłoni liście z długopędów i krótkopędów są zdeformowane z nekrozami na ich brzegach (fot. 56). Na ogonkach liściowych oraz dolnej stronie blaszki liściowej tworzą się liczne drobne zgrubienia koloru bordowego (fot. 57). Wierzchołki pędów obumierają. U drzew pestkowych pojawiają się na pędach, konarach i pniach wycieki (gumoza).

spełniało oczekiwania produkcyjne, a jednocześnie nie było poważnym obciążeniem dla środowiska naturalnego, nawozy (zarówno mineralne, jak i organiczne/naturalne) muszą być stosowane na podstawie pewnych kryteriów diagnostycznych, określających celowość nawożenia danym składnikiem oraz wielkość jego dawki. Niewłaściwe stosowanie nawozów zarówno mineralnych, jak i organicznych/naturalnych prowadzi natomiast do negatywnych zjawisk.

### 7.9.1. Wpływ na glebę oraz wody gruntowe i powierzchniowe

#### Zakwaszanie gleby

Większość ekologów uważa, że stosowanie nawozów mineralnych, zwłaszcza azotowych oraz wieloskładnikowych zawierających N w formie amonowej lub amidowej, jest główną przyczyną zakwaszenia gleb, co prowadzi m.in. do pogorszenia ich struktury, „uruchomienia” składników ograniczających wzrost roślin (głównie metali ciężkich) oraz uwsteczniania niektórych niezbędnych składników pokarmowych (np. P i Mo). W rozważaniach nad skutkami stosowania nawozów na środowisko glebowe nie można jednak pomijać faktu, że zakwaszenie gleb jest naturalnym procesem, wynikającym z wymywania kationów zasadowych z powierzchniowej warstwy gleby (w klimacie umiarkowanym i wilgotnym), reakcji biologiczno-chemicznych (nitryfikacji, utleniania S, hydrolizy soli Al, Mn i Fe), rozkładu materii organicznej oraz z intensywniejszego pobierania przez rośliny kationów niż anionów. Nadmierne zakwaszenie gleby prowadzące do chemicznej jej degradacji występuje jedynie wówczas, gdy przyrodnicze (naturalne) procesy zakwaszania zostaną silnie wsparte czynnikami związanymi z działalnością człowieka (czynniki antropogeniczne).

Do istotnych czynników antropogenicznych wpływających na zakwaszenie gleby zalicza się m.in. nawożenie N. Jednak nie wszystkie nawozy azotowe zakwaszają glebę; nawozy saletrzone (zwłaszcza saletra wapniowa i sodowa) nie obniżają odczynu gleby. Wpływ pozostałych nawozów azotowych na zakwaszenie gleby jest tym silniejszy, im większa jest dawka N oraz wyższy udział formy amonowej/amidowej w nawozach. Ocenia się, że w Polsce nawozy azotowe powodują zakwaszenie gleby w 30–50%. Mimo że udział nawożenia N w zakwaszaniu gleb jest znaczący, to nie ma jednak powodu, aby unikać ich używania, gdyż istnieje możliwość skutecznego przeciwdziałania skutkom zakwaszenia gleby poprzez stosowanie nawozów wapniowych i wapniowo-magnezowych (rozdział I „Wiadomości ogólne”, podrozdział „Wymagania roślin w stosunku do odczynu gleby oraz regulacja jej kwasowości” – 2.6.4.).

Większość nawozów organicznych/naturalnych nie wpływa na zakwaszenie gleby. Niektóre z nich, zwiększając pojemność kompleksu sorpcyjnego gleby oraz dostarczając znacznych ilości kationów zasadowych, przyczyniają się nawet do odkwaszenia gleby; zjawisko to występuje szczególnie na glebach lekkich, słabopróchnicznych w wyniku stosowania obornika, kompostu lub popiołu z węgla brunatnego.

#### Zachwianie równowagi jonowej w glebie

Nie zrównoważone nawożenie często prowadzi do zachwiania równowagi jonowej w roztworze glebowym. Zjawisko to polega na obecności w roztworze odżywczym nadmiernych ilości pewnych jonów ograniczających pobieranie przez rośliny innych jonów (tzw. efekt antagonistyczny). Na ogół jedynie drastyczny nadmiar danego składnika w roztworze glebowym wywołuje istotne naruszenie równowagi jonowej w roślinie. Wynika to z faktu, że rośliny są mniej lub bardziej tolerancyjne na niewielkie i okresowe zachwianie równowagi



Yara Poland Sp. z o.o., al. 3 Maja 1, 70-214 Szczecin, tel. (091) 433 00 35, fax 433 04 34, [www.yara.pl](http://www.yara.pl)

Szczegółowe informacje dotyczące produktów firmy Yara i nawożenia poszczególnych gatunków roślin można uzyskać na stronach [www.yara.pl](http://www.yara.pl) i w ulotkach dostępnych w punktach dystrybucji nawozów oraz u przedstawicieli firmy Yara: Jarosław Barszczewski 605 545 212, Andrzej Grenda 605 199 903, Henryk Wilczyński 603 631 947, Adam Kupczyk 601 634 702, Wojciech Wojcieszek 601 935 362.



## ZASTOSUJ WŁAŚCIWĄ KOMBINACJĘ

Wysoki plon o doskonałej jakości wymaga właściwego programu nawożenia opartego na najwyższej klasy produktach nawozowych, zawierających łatwo i szybko przyswajalne formy makro- i mikroelementów.

Oferta firmy Yara to kombinacja takich produktów z wiedzą o tym, kiedy, jak i ile składników pokarmowych należy roślinom dostarczyć, aby uzyskać najlepsze efekty produkcyjne.

Kombinacja **YaraMila Complex** z saletrą wapniową **YaraLiva** (Calcinit, Tropicote lub Nitrabor) albo z saletrą potasowo-wapniową **Unika Calcium**, uzupełniona rozpuszczalnymi mieszankami z grupy **Kristalon** oraz mikroelementowymi produktami z serii **YaraVita** (np. Cynk F czy Actisil) jest tego świetnym przykładem.

Kombinacja sprawdzona i od lat stosowana w sadach i jagodnikach.



**YaraMila™ YaraLiva™ Unika™ Kristalon™ YaraVita™**