

**Nawożenie roślin sadowniczych
na podstawie analizy gleby
– uaktualnienie liczb granicznych
oraz użycie nowych wskaźników glebowych**



Autorzy:

dr hab. Paweł Wójcik, prof. IO
dr Waldemar Kowalczyk

Opracowanie graficzne: dr inż. Iwona Sowik

© Instytutu Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy, Skierniewice 2021

Opracowano w ramach finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi zadania celowego „Nawożenie użytków rolnych”, realizowanego w Instytucie Ogrodnictwa – PIB w roku 2021.

Spis treści

1.	Zasady pobierania próbek gleby z upraw sadowniczych.....	4
1.1.	Miejsce i sposób pobierania próbek.....	4
1.2.	Głębokość pobierania próbek.....	4
1.3.	Termin pobierania próbek.....	4
1.4.	Częstotliwość pobierania próbek.....	4
1.5.	Technika pobierania próbek oraz ich przygotowanie.....	4
2.	Nawożenie przed założeniem szkółki/sadu/plantacji.....	5
2.1.	Nawożenie organiczne.....	5
2.2.	Nawożenie mineralne.....	5
2.3.	Wapnowanie.....	5
3.	Nawożenie N szkółek.....	6
4.	Nawożenie N w pierwszych dwóch latach prowadzenia sadu/plantacji.....	6
4.1.	Dawki N.....	6
4.2.	Terminy nawożenia N.....	6
4.3.	Sposób nawożenia N.....	7
5.	Nawożenie w owocującym sadzie/plantacji.....	7
5.1.	Nawożenie N.....	7
5.2.	Nawożenie P.....	7
5.3.	Nawożenie K.....	7
5.4.	Nawożenie Mg.....	8
5.5.	Nawożenie wapniem (Ca), siarką (S) oraz mikroskładnikami.....	8
6.	Fertygacja.....	8
7.	Dokarmianie dolistne.....	8
8.	Wapnowanie w sadzie/plantacji	9
9.	Analityczne metody oznaczania przyswajalnych/dostępnych form składników w glebie.....	9
10.	Literatura.....	10
11.	Tabele.....	11

1. Zasady pobierania próbek gleby z upraw sadowniczych

1.1. Miejsce i sposób pobierania próbek

Próbki gleby należy pobierać oddzielnie z miejsc o odmiennym ukształtowaniu terenu (z górnej, środkowej i dolnej części wzniesienia) oraz historii nawożenia.

Jeśli uprawy sadownicze będą zakładane w miejscu po wcześniej wykarczowanym sadzie/plantacji, to próbki gleby pobiera się oddzielnie zarówno z dawnych pasów herbicydowych, jak i spod murawy.

W istniejącym sadzie/plantacji, próbki gleby należy pobierać tylko z pasów herbicydowych/mechanicznych wzdłuż rzędów drzew/krzewów, w połowie odległości między linią rzędu roślin, a skrajem murawy. W przypadku utrzymywania murawy na całej powierzchni sadu/plantacji, próbki gleby pobiera się 0,5 m od linii rzędów roślin, w połowie odległości między sąsiadującymi roślinami.

Gdy rośliny są nawadniane systemem kropelkowym, to próbki gleby należy pobrać około 20 cm od emitera. W przypadku nawadniania roślin systemem mikrozaszrania, próbki gleby pobiera się z obrzeży zwilżanej powierzchni.

Z jednolitej kwatery pobiera się 15-20 indywidualnych próbek, które po wymieszaniu stanowią próbkę przeznaczoną do analizy laboratoryjnej.

1.2. Głębokość pobierania próbek

Przed założeniem szkółki lub w trakcie jej prowadzenia, próbki pobiera się tylko z warstwy próchnicznej, maksymalnie do 20 cm.

Przed założeniem sadu/plantacji oraz w istniejących uprawach, próbki gleby pobiera się z warstwy próchnicznej, maksymalnie do 20 cm oraz z warstwy położonej bezpośrednio pod nią, maksymalnie do 20 cm.

1.3. Termin pobierania próbek

Przed założeniem szkółki/sadu/plantacji, próbki gleby najlepiej pobrać rok przed posadzeniem roślin.

W istniejącej szkółce/sadzie/plantacji, próbki gleby można pobierać przez cały okres wegetacji, unikając pobierania bezpośrednio po zastosowaniu nawozów i intensywnych opadach.

1.4. Częstotliwość pobierania próbek

W istniejącym sadzie/plantacji, próbki gleby pobiera się co najmniej raz na 3 lata. Jednakże, próbki z gleb lekkich należy pobierać częściej niż z gleb cięższych.

1.5. Technika pobierania próbek oraz ich przygotowanie

Próbki gleby najlepiej pobierać łaską Egnera lub świdrem. Przy ich braku, można użyć szpadla. Pobierając próbki gleby szpadlem, należy wycinać plastry gleby o porównywalnej głębokości i szerokości. Po dokładnym wymieszaniu indywidualnych próbek gleby z jednolitej kwatery, do analizy pobiera się około 1 kg gleby.

W przypadku oznaczania przyswajalnych form fosforu (P), potasu (K) i magnezu (Mg) w glebie (metodą Egnera-Riehma i Schachtschabela), próbki należy wysuszyć w zacienionym miejscu, a następnie wsypać do płóciennego woreczka lub torebki polietylenowej. Gdy w próbce mają zostać oznaczone dostępne formy składników metodą uniwersalną według

Nowosielskiego (1988), to świeżą próbkę gleby umieszcza się bezpośrednio w torebkach polietylenowych, bez wstępnego suszenia.

2. Nawożenie przed założeniem szkółki/sadu/plantacji

2.1. Nawożenie organiczne

Zastosowanie nawozów naturalnych (pozyskiwanych z produkcji zwierzęcej) i organicznych (pochodzących z produkcji roślinnej) przed posadzeniem szczepów/drzewek/sadzonek na ogół polepsza wzrost roślin w szkółce oraz w pierwszych latach prowadzenia sadu/plantacji. Pozytywny wpływ nawożenia organicznego na wzrost i rozwój roślin obserwuje się szczególnie na glebach lekkich, słabo próchnicznych, wykazujących chorobę replantacyjną (zmęczenie gleby). Nawozy te dostarczają roślinom niezbędnych składników mineralnych oraz wpływają na polepszenie fizyko-chemicznych i biologicznych właściwości gleby.

W produkcji sadowniczej, obornik jest szczególnie cennym nawozem. Roczna jego dawka nie może jednak przekroczyć 170 kg N na ha. Termin użycia obornika zależy od okresu zakładania szkółki/sadu/plantacji oraz kategorii agronomicznej gleby. Na glebach lekkich nie należy stosować go jesienią. Gdy drzewka/sadzonki będą sadzone jesienią, to obornik powinien być użyty pod przedplon. W przypadku wiosennego zakładania szkółki/sadu/plantacji na glebie lekkiej, obornik może być użyty bezpośrednio przed sadzeniem szczepów/drzewek/sadzonek tylko jeśli jest dobrze przefermentowany.

Przed posadzeniem roślin sadowniczych można wykorzystać także nawozy zielone celem usprawnienia gleby. Ich wartość nawozowa zależy od wielkości wyprodukowanej biomasy zielonej oraz zawartych w niej składników mineralnych. Wysoką wartością nawozową odznaczają się rośliny strączkowe lub ich mieszanki z roślinami zbożowymi. W mieszance powinny znajdować się gatunki roślin o podobnych wymaganiach glebowych. Na glebach lekkich i średnich można stosować mieszankę łubinu żółtego (140 kg ha⁻¹) z seradelą (25 kg ha⁻¹), łubinu żółtego (120 kg ha⁻¹) z peluszką (80 kg ha⁻¹) i seradelą (20 kg ha⁻¹), łubinu żółtego (120 kg ha⁻¹) z peluszką (60 kg ha⁻¹) i gorczycą (60 kg ha⁻¹) lub peluszki (150 kg ha⁻¹) ze słonecznikiem (15 kg ha⁻¹). Na glebach ciężkich można użyć np. mieszanki składającej się z wyki jarej (120 kg ha⁻¹) z bobikiem (50 kg ha⁻¹) lub peluszki (120 kg ha⁻¹) z bobikiem (50 kg ha⁻¹). W zależności od warunków glebowo-klimatycznych, skład mieszanki oraz proporcje między komponentami mogą być inne niż podano wyżej.

2.2. Nawożenie mineralne

Przed sadzeniem roślin często zachodzi konieczność użycia nawozów mineralnych zawierających makro- i mikroskładniki. O potrzebie nawożenia danym składnikiem oraz jego dawce decyduje przyswajalność/dostępność składnika w glebie, a w niektórych przypadkach także zawartość cząstek gleby o średnicy <0,02 mm oraz odczyn gleby.

2.3. Wapnowanie

Potrzeby wapnowania zależą od aktualnego odczynu oraz kategorii agronomicznej gleby (tabele 1, 2). Wapnowanie najlepiej wykonać rok przed założeniem szkółki/sadu/plantacji. Zbyt późne wykonanie tego zabiegu uniemożliwia podwyższenie odczynu gleby do wymaganej wartości w czasie sadzenia roślin. Przy konieczności podwyższenia zarówno odczynu gleby, jak

i zawartości Mg w glebie, należy użyć wapna magnezowego w dawce wynikającej z potrzeb wapnowania.

Na glebach lekkich należy używać wapna w formie węglanowej, a na glebach średnich i ciężkich wapna w formie tlenkowej (wapno palone) lub wodorotlenkowej (wapno gaszone).

3. Nawożenie N szkółek

Jeśli przed sadzeniem podkładek/szczepów nawożenie było właściwie wykonane (tabele 3, 4), to stosowanie nawozów w szkółce ogranicza się do N. W pierwszym roku prowadzenia szkółki, w zależności od zawartości materii organicznej w glebie, stosuje się 40-100 kg N na ha (tabela 5). Ze względu na fakt, że w pierwszym roku wzrostu roślin ich system korzeniowy jest słabo rozwinięty, roczną dawkę N należy podzielić na 3 części w proporcji: 40%, 30% i 30%. Jeśli szkółka została założona wiosną, to pierwszą dawkę N należy zastosować 2-3 tygodnie po posadzeniu podkładek/szczepów. Gdy podkładki posadzono jesienią, to pierwszą dawkę N stosuje się wiosną następnego roku, w fazie nabrzmiewania-pęknięcia pąków. Drugą dawkę N stosuje się, gdy przyrosty osiągną długość 25-30 cm, a trzecią 2-3 tygodnie później. Nawozy azotowe powinny zostać rozsiane najpóźniej do pierwszej połowy lipca. Późniejsze ich użycie wydłuża okres wegetacji roślin, zwiększając ryzyko ich przemarzania w okresie zimowym.

W drugim i ewentualnie trzecim roku wzrostu drzewek, polecane dawki N powinny być mniejsze niż w pierwszym roku prowadzenia szkółki, tj. w przedziale od 20 do 80 kg N na ha (tabela 5). Roczną dawkę N należy podzielić na dwie równe części; pierwszą z nich należy zastosować w fazie nabrzmiewania-pęknięcia pąków, a następną 4-6 tygodni później. Podobnie jak w pierwszym roku prowadzenia szkółki, nawozy azotowe powinny być aplikowane najpóźniej do połowy lipca.

4. Nawożenie N w pierwszych dwóch latach prowadzenia sadu/plantacji

Jeśli przed założeniem sadu/plantacji nawożenie było wykonane prawidłowo (tabele 6-11), to nawożenie mineralne w pierwszych dwóch latach prowadzenia upraw powinno być ograniczone tylko do N.

4.1. Dawki N

W zależności od zawartości materii organicznej w glebie oraz uprawianego gatunku rośliny, polecane roczne dawki N powinny wahać się w przedziale od 5 do 25 g na m² powierzchni nawożonej (tabela 5). Dawki te dotyczą sadów/plantacji, w których utrzymywany jest ugor mechaniczny na całej powierzchni lub w pasach wzdłuż rzędów drzew/krzewów. W przypadku utrzymywania murawy na całej powierzchni sadu/plantacji lub przy silnym zachwaszczeniu wokół roślin, dawki N należy zwiększyć do około 50%. Podwyższone dawki N (o 30-50%) poleca się także, gdy w rzędach drzew/krzewów wykładane są ściółki organiczne o wysokim stosunku węgla (C) do N (np. słoma, kora, trociny, ścinki gałęzi).

4.2. Terminy nawożenia N

W pierwszym roku prowadzenia sadu/plantacji, nawozy azotowe stosuje się dwukrotnie. Pierwszą dawkę N, stanowiącą około 30% potrzeb nawozowych, rozsiewa się w fazie nabrzmiewania-pęknięcia pąków, a pozostałą część pod koniec czerwca. W drugim roku wzrostu roślin zachodzi także konieczność podzielenia rocznej dawki N na dwie części. Pierwszą dawkę N,

stanowiącą 50-70% potrzeb nawozowych, stosuje się wczesną wiosną, a pozostałą ilość pod koniec czerwca.

4.3. Sposób nawożenia N

W pierwszych dwóch latach po posadzeniu drzewek/sadzonek, nawozy azotowe stosuje się wokół roślin w promieniu około 1,5 razy większym niż zasięg korony. Przy gęstym sadzeniu drzewek, a także na plantacjach roślin jagodowych, nawozy azotowe rozsiewa się pasowo wzdłuż rzędów roślin.

5. Nawożenie w owocującym sadzie/plantacji

5.1. Nawożenie N

W zależności od zawartości materii organicznej w glebie oraz uprawianego gatunku rośliny, orientacyjne roczne dawki N dla owocujących sadów/plantacji wahają się od 20 do 120 kg na ha (tabela 5). Dawki te dotyczą sadów/plantacji, w których utrzymuje się ugór herbicydowy/mechaniczny wzdłuż rzędów roślin. W uprawach, w których na całej powierzchni utrzymywana jest murawa lub gdy w rzędach roślin stosowane są ściółki organiczne o wysokim stosunku C do N, dawki N należy zwiększyć do 50%.

W owocującym sadzie/plantacji nawozy azotowe rozsiewa się w pasy o szerokości do 1,5 m wzdłuż rzędów roślin.

W większości przypadków, nawozy azotowe stosuje się jednorazowo wczesną wiosną. Na terenach narażonych na wiosenne przymrozki, wskazane jest podzielenie rocznej dawki N na dwie części. Pierwszą, stanowiącą 50-70% rocznej dawki, stosuje się wczesną wiosną, a drugą dawkę 2-3 tygodnie po kwitnieniu. Jeśli przymrozki wiosenne spowodują duże uszkodzenia kwiatów/zawiązków, to rezygnuje się z użycia drugiej dawki N.

5.2. Nawożenie P

Nawożenie P wykonuje się, gdy wyniki analizy gleby wykażą zbyt małą jego przyswajalność/dostępność (tabele 6, 7) lub gdy pojawią się objawy niedoboru tego składnika na roślinie. W tych przypadkach, P stosuje się drogą pozakorzeniową lub doglebowo, używając nawozy zawierające polifosforany. W sadach, nawozy zawierające ortofosforany należy rozsiać na powierzchnię gleby wzdłuż rzędów roślin w dawce 10-15 g P₂O₅ na m² powierzchni nawożonej, a następnie wymieszać z glebą do głębokości około 5 cm.

5.3. Nawożenie K

Jeśli przed sadzeniem roślin gleba była właściwie przygotowana, to nawozy potasowe na ogół stosuje się od trzeciego roku prowadzenia sadu/plantacji. O konieczności nawożenia K oraz dawce decyduje przyswajalność/dostępność w glebie oraz zawartość cząstek gleby o wielkości <0,02 mm (tabele 8, 9). Dawki K podane w tabelach odnoszą się do sadów/plantacji, w których utrzymywany jest ugór herbicydowy/mechaniczny wzdłuż rzędów roślin. W przypadku utrzymywania murawy na całej powierzchni sadu/plantacji lub silnego zachwaszczenia wokół roślin, dawkę K należy zwiększyć o 30-50%.

Zaleca się aby nawozy potasowe rozsiewać w pasy ugoru herbicydowego/mechanicznego.

Nawozy potasowe najlepiej stosować wiosną lub jesienią. Wiosenne nawożenie K poleca się na gleby lekkie, a jesienne na gleby średnie i ciężkie. Jesienne nawożenie K uzasadnione jest także przy stosowaniu podwyższonych dawek soli potasowej.

5.4. Nawożenie Mg

Stosowanie nawozów magnezowych może być uzasadnione od 3-4 roku po założeniu sadu/plantacji, pod warunkiem, że w czasie sadzenia roślin przyswajalność/dostępność Mg w glebie była optymalna lub wysoka (tabele 10, 11).

Biorąc pod uwagę, że nawozy magnezowe są drogie, ich stosowanie można ograniczyć do pasów herbicydowych/mechanicznych wzdłuż rzędów roślin. Nawozy magnezowe najlepiej stosować wczesną wiosną.

Jeśli w sadzie/plantacji zachodzi konieczność zwiększenia zawartości Mg oraz podwyższenia odczynu gleby, to należy użyć wapna magnezowego. Dawki wapna magnezowego oraz termin i sposób jego stosowania wynikają z potrzeb wapnowania (tabela 12).

5.5. Nawożenie wapniem (Ca), siarką (S) oraz mikrośladnikami

O celowości nawożenia roślin Ca, S i mikrośladnikami [żelazem (Fe), manganem (Mn), borem (B), cynkiem (Zn) i miedzią (Cu)] decyduje m.in. ich dostępność w glebie (tabele 13, 14). Jeśli zawartość dostępnych ich form w glebie jest poniżej optymalnych zakresów, to należy rozważyć ich użycie w nawozach. Decyzja ta powinna być podjęta na podstawie wyników analizy materiału roślinnego oraz oceny wizualnej roślin.

Gdy niedobór dostępnego Ca w glebie jest niewielki, to poleca się stosowanie saletry wapniowej jako źródła N dla roślin. Gdy jego niedobór w glebie jest znaczny, używa się wapna. W przypadku niedoboru S w glebie, stosuje się nawozy potasowe w formie siarczanowej w dawce pokrywającej potrzeby nawozowe w stosunku do K. Przy niedoborze mikrośladników w glebie, rośliny powinny być zasilane nimi drogą dolistną. W przypadku doglebowego nawożenia mikrośladnikami poleca się następujące dawki: 10-40 g B, 100-200 g Mn, 60-110 g Zn oraz 50-100 g Cu na 100 m². Polecane dawki stosuje się na powierzchnię ugoru herbicydowego/mechanicznego wzdłuż rzędów roślin.

6. Fertygacja

Fertygacja daje dobre efekty produkcyjne jeśli w obrębie systemu korzeniowego roślin fizyczno-chemiczne właściwości gleby są optymalne. Z tego powodu, przed przystąpieniem do fertygacji gleba musi mieć odpowiedni odczyn oraz zawierać wystarczające ilości przyswajalnych/dostępnych składników.

Polecane dawki składników w systemie fertygacji są kilkakrotnie mniejsze od dawek używanych w nawożeniu metodą tradycyjną. Fertygację prowadzi się od pierwszych dni maja do połowy sierpnia, z częstotliwością co 5-7 dni. Najlepsze efekty produkcyjne uzyskuje się przy łącznym stosowaniu fertygacji z nawożeniem metodą tradycyjną w dawkach obniżonych o około 50% (Treder, 2003).

7. Dokarmianie dolistne

Nawożenie dolistne wykonuje się, gdy roślina nie może pobrać lub przetransportować odpowiedniej ilości składnika do organów/tkanek w okresie największego jego zapotrzebowania na dany składnik. Może to wynikać z ograniczonej aktywności korzeni (np. w wyniku silnego zakwaszenia gleby, zbyt dużej wilgotności gleby, stresu tlenowego, uszkodzenia korzeni przez mróz lub gryzonie), występowania składnika w trudno przyswajalnej formie, antagonizmu jonowego w roztworze glebowym, częściowego

uszkodzenia tkanek pni, konarów lub pędów, specyficznego transportu składnika do poszczególnych organów roślin (np. transport Ca do owoców) oraz pojawienia się objawów niedoboru danego składnika na roślinie. Rośliny mogą być także zasilane dolistnie niektórymi składnikami (głównie N) w celu wzmocnienia pąków kwiatowych w okresie późnojesiennym (Sadowski i inni, 1990).

W uprawie jabłoni i gruszy duże znaczenie mają przedzbiornicze opryski Ca. Wynika to z faktu, że niedobór Ca w jabłkach i gruszkach pogarsza ich zdolność przechowalniczą i trwałość w obrocie handlowym oraz zwiększa podatność na pęknięcie, poparzenia słoneczne i niektóre choroby fizjologiczne (Wójcik, 2009).

8. Wapnowanie w sadzie/plantacji

Jeśli w czasie sadzenia roślin odczyn gleby był odpowiedni dla danego gatunku rośliny, to wapnowanie wykonuje się na ogół po kolejnych 3-4 latach. W zależności od kategorii agronomicznej gleby oraz aktualnego jej odczynu, jednorazowe dawki wapna wahają się od 5 do 30 kg CaO na 100 m² (tabela 12). Podane dawki wapna są odpowiednie dla sadów i plantacji, w których nadmierne zakwaszenie gleby występuje jedynie do głębokości 25-30 cm. Przy zakwaszeniu głębszych warstw profilu gleby, dawki wapna muszą być zwiększone. W przypadku gdy potrzeby wapnowania przekraczają jednorazową dawkę wapna, to zabieg ten powinien być zastosowany zarówno wczesną wiosną, jak i późną jesienią tego samego roku.

Zaleca się aby wapno było rozrzucone tylko w pasy ugoru herbicydowego/mechanicznego wzdłuż rzędów roślin.

Przy cyklicznym wapnowaniu sadu/plantacji co 3-4 lata, rośliny poddane są wahaniom odczynu gleby, co może osłabiać ich wzrost i obniżyć plonowanie. Z tego powodu, istotne jest aby przez cały okres eksploatacji sadu/plantacji utrzymywać odczyn gleby na optymalnym poziomie poprzez coroczne użycie wapna w dawce około 3 kg CaO na 100 m² powierzchni nawożonej.

Do wapnowania należy używać środków odkwaszających mających certyfikat upoważniający je do stosowania w rolnictwie. Przestrzeganie tego jest szczególnie ważne, gdyż wapno może być pozyskiwane jako produkt uboczny z wielu gałęzi przemysłowych.

9. Analityczne metody oznaczania przyswajalnych/dostępnych form składników w glebie

W prezentowanym opracowaniu tzw. liczby graniczne zawartości przyswajalnych i dostępnych składników w glebie określono według metod: Egnera-Riehma, Schachtschabela i Nowosielskiego. Poniżej przedstawiono krótkie charakterystyki użytych metod.

(i) Metoda Egnera-Riehma stosowana jest do oznaczenia przyswajalnego P i K w glebie. W metodzie tej wykorzystuje się kwas mlekowy zbuforowany mleczanem wapnia o pH 3,55. Stosunek gleby do roztworu ekstrakcyjnego wynosi 1/50 (m/v), przy zastosowaniu proporcji: 2 g powietrznie suchej masy gleby przesianej przez sito o średnicy 1 mm oraz 100 cm³ roztworu ekstrakcyjnego. Czas ekstrakcji w mieszadle rotacyjnym wynosi 90 minut, przy 30 obrotach na minutę (Karczewska i Kabała, 2008).

(ii) Metoda Schachtschabela stosowana jest do oznaczenia przyswajalnego Mg w glebie. Jako roztwór ekstrakcyjny wykorzystuje się 0,0125 M chlorek wapnia. Stosunek gleby do roztworu ekstrakcyjnego wynosi 1/10 (m/v), przy zastosowaniu proporcji: 5 g powietrznie suchej masy gleby przesianej przez sito o średnicy 1 mm oraz 50 cm³

roztworu ekstrakcyjnego. Czas ekstrakcji w mieszadle rotacyjnym wynosi 120 minut, przy 40 obrotach na minutę (Karczewska i Kabała, 2008).

(iii) Metoda uniwersalna według Nowosielskiego stosowana jest do oznaczenia dostępnych form składników. Roztworem ekstrakcyjnym jest 0,03 N kwas octowy oraz roztwór Lindsay'a oparty na kwasie wersenowym (EDTA). Stosunek gleby do roztworu ekstrakcyjnego wynosi 1/10 (v/v), stosując 20 cm³ świeżej masy gleby oraz 200 cm³ roztworu ekstrakcyjnego. Czas ekstrakcji w mieszadle obrotowym wynosi 30 minut, przy 60 obrotach na minutę (Nowosielski, 1988).

10. Literatura

- Karczewska A., Kabała C. 2008. Metodyka analiz laboratoryjnych gleb i roślin. Wydawnictwo UP Wrocław.
- Kłossowski W. 1972. Nawożenie roślin sadowniczych. PWRiL, Warszawa.
- Kłossowski W., Czynczyk A. 1974. Poziom nawożenia szkółek jabłoni w Polsce. Prace Instytutu Sadownictwa, Seria a, 18: 77-94.
- Nowosielski O. 1988. Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL, Warszawa.
- Sadowski A., Nurzyński J., Pacholak E., Smolarz K. 1990. Określenie potrzeb nawożenia roślin sadowniczych. SGGW-AR, Warszawa.
- Treder W. 2003. Wpływ fertygacji nawozami azotowym i wieloskładnikowym na zmiany chemiczne gleby oraz wzrost i owocowanie jabłoni. Monografie i Rozprawy, ISK, Skierniewice.
- Wójcik P. 2009. Nawozy i nawożenie drzew owocowych. Hortpress, Warszawa.

Tabela 1. Ocena potrzeb wapnowania gleb mineralnych w zależności od kategorii agronomicznej gleby oraz jej odczynu (wg IUNG)

Potrzeby wapnowania	pH			
	Kategoria agronomiczna gleby			
	bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka
konieczne	<4,0	<4,5	<5,0	<5,5
potrzebne	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0
wskazane	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5
ograniczone	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5	6,6-7,0
zbędne	>5,5	>6,0	>6,5	>7,0

Tabela 2. Zalecane dawki nawozów wapniowych w zależności od kategorii agronomicznej gleby oraz jej odczynu (wg IUNG)*

Potrzeby wapnowania	Dawka CaO [t ha ⁻¹]			
	Kategoria agronomiczna gleby			
	bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka
konieczne	3,0	3,5	4,5	6,0
potrzebne	2,0	2,5	3,0	3,0
wskazane	1,0	1,5	1,7	2,0
ograniczone	-	-	1,0	1,0

* Podane dawki należy stosować tylko przed założeniem szkółki/sadu/plantacji, najlepiej pod przedplon.

Tabela 3. Zakresy zawartości przyswajalnego fosforu (P), potasu (K) i magnezu (Mg) w glebie* oraz nawożenie doglebowe tymi składnikami przed założeniem szkótek drzew owocowych oraz w trakcie ich prowadzenia (Kłossowski i Czynczyk, 1974, zmodyfikowane przez Wójcika, 2021)

Wyszczególnienie	Klasa zasobności gleby		
	niska	optymalna	wysoka
Dla wszystkich gleb	Zawartość fosforu [mg P kg ⁻¹ s.m.]		
	<50	51-80	>80
	Nawożenie fosforem przed założeniem szkółki ^a [kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹]		
	50-70	30-50	-
	Nawożenie fosforem w szkółce ^b [kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹]		
	30-50	10-30	
Udział w części ziemistej cząstek gleby o wielkości <0,02 mm (%):	Zawartość potasu [mg K kg ⁻¹ s.m.]		
<20	<60	60-100	>100
	Nawożenie potasem przed założeniem szkółki [kg K ₂ O ha ⁻¹]		
	100-120	80-100	-
	Nawożenie potasem w szkółce [kg K ₂ O ha ⁻¹]		
	80-100	60-80	-
20-35	<80	80-120	>120
	Nawożenie potasem przed założeniem szkółki [kg K ₂ O ha ⁻¹]		
	120-140	100-120	-
	Nawożenie potasem w szkółce [kg K ₂ O ha ⁻¹]		
	100-120	80-100	-
>35	<100	100-140	>140
	Nawożenie potasem przed założeniem szkółki [kg K ₂ O ha ⁻¹]		
	140-160	120-140	-
	Nawożenie potasem w szkółce [kg K ₂ O ha ⁻¹]		
	120-140	100-120	-
Udział w części ziemistej cząstek gleby o wielkości <0,02 mm [%]:	Zawartość magnezu [mg Mg kg ⁻¹ s.m.]		
<20	<35	35-60	>60
	Nawożenie magnezem przed założeniem szkółki ^c [kg MgO ha ⁻¹]		
	100-120	80-100	-
	Nawożenie magnezem w szkółce [kg MgO ha ⁻¹]		
	80-100	50-80	-
≥20	<50	50-90	>90
	Nawożenie magnezem przed założeniem szkółki ^c [kg MgO ha ⁻¹]		
	120-140	100-120	-
	Nawożenie magnezem w szkółce [kg MgO ha ⁻¹]		
	100-120	80-100	-

* Przystawalność P i K w glebie oznaczona metodą Egnera-Riehma, a przystawalność Mg metodą Schachtschabela.

^a Stosować nawozy fosforowe na bazie ortofosforanów.

^b Stosować nawozy zawierające polifosforany bez konieczności mieszania z glebą.

^c Jeśli pH gleby jest poniżej krytycznej wartości dla danego gatunku rośliny, należy użyć wapno magnezowe w dawce wynikającej z potrzeb wapnowania.

Tabela 4. Zakresy zawartości dostępnego fosforu (P), potasu (K) i magnezu (Mg) w glebie* oraz nawożenie doglebowe tymi składnikami przed założeniem szkótek drzew owocowych oraz w trakcie ich prowadzenia (Wójcik, 2021)

Wyszczególnienie	Klasa zasobności gleby		
	niska	optymalna	wysoka
Dla wszystkich gleb	Zawartość fosforu [mg P kg ⁻¹ ś.m.]		
	<20	20-50	>50
	Nawożenie fosforem przed założeniem szkółki ^a [kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹]		
	50-70	30-50	-
	Nawożenie fosforem w szkółce ^b [kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹]		
	30-50	10-30	
Udział w części ziemistej cząstek gleby o wielkości <0,02 mm [%]:	Zawartość potasu [mg K kg ⁻¹ ś.m.]		
<35	<70	70-110	>110
	Nawożenie potasem przed założeniem szkółki [kg K ₂ O ha ⁻¹]		
	100-140	80-120	-
	Nawożenie potasem w szkółce [kg K ₂ O ha ⁻¹]		
	80-120	60-100	-
≥35	<90	90-130	>130
	Nawożenie potasem przed założeniem szkółki [kg K ₂ O ha ⁻¹]		
	140-160	120-140	-
	Nawożenie potasem w szkółce [kg K ₂ O ha ⁻¹]		
	120-140	100-120	-
Udział w części ziemistej cząstek gleby o wielkości < 0,02 mm [%]:	Zawartość magnezu [mg Mg kg ⁻¹ ś.m.]		
<20	<60	60-80	>80
	Nawożenie magnezem przed założeniem szkółki ^c [kg MgO ha ⁻¹]		
	100-120	80-100	-
	Nawożenie magnezem w szkółce [kg MgO ha ⁻¹]		
	80-100	50-80	-
≥20	<50	50-90	>90
	Nawożenie magnezem przed założeniem szkółki ^c [kg MgO ha ⁻¹]		
	120-140	100-120	-
	Nawożenie magnezem w szkółce [kg MgO ha ⁻¹]		
	100-120	80-100	-

* Dostępność P, K i Mg w glebie oznaczona według metody Nowosielskiego.

^a Stosować nawozy fosforowe na bazie ortofosforanów.

^b Stosować nawozy zawierające polifosforany bez konieczności mieszania z glebą.

^c Jeśli pH gleby jest poniżej krytycznej wartości dla danego gatunku rośliny, należy użyć wapno magnezowe w dawce wynikającej z potrzeb wapnowania.

Tabela 5. Orientacyjne dawki azotu (N) w szkółkach/sadach/plantacjach dla wybranych gatunków roślin w zależności od zawartości materii organicznej w glebie (Wójcik, 2021)

Szkółka/sad/plantacja	Zawartość materii organicznej [%]		
	0,5-1,5	1,6-2,5	2,6-3,5
	Roczna dawka azotu		
Szkółki:			
- pierwszy rok	80-100*	60-80*	40-60*
- kolejne lata	60-80*	40-60*	20-40*
Pierwsze 2 lata prowadzenia sadu	15-20**	10-15**	5-10**
Pierwsze 2 lata prowadzenia plantacji porzeczek i agrestu	20-25**	15-20**	10-15**
Pierwsze 2 lata prowadzenia plantacji malin, porzeczki czerwonej i borówki wysokiej	10-12**	8-10**	6-8**
Pierwszy rok prowadzenia plantacji truskawek:			
- sadzenie wiosenne lub jesienne	50-60*	40-50*	20-30*
- sadzenie wczesno letnie	30-40*	20-30*	10-20*
Sady starsze niż 2 lata	60-80*	40-60*	20-40*
Plantacje porzeczek i agrestu starsze niż 2 lata	100-120*	80-100*	60-80*
Plantacje porzeczki czerwonej starsze niż 2 lata	80-100*	60-80*	40-60*
Plantacje borówki starsze niż 2 lata	60-80*	40-60*	20-40*
Plantacje malin starsze niż 2 lata:			
- owocujące na pędach dwuletnich	60-80*	40-60*	20-40*
- owocujące na pędach jednorocznych	80-100*	60-80*	40-60*
Plantacje truskawek w 2 i 3 roku	40-50*	30-40*	20-30*

* Dawki N w kg ha⁻¹ powierzchni nawożonej.

** Dawki N w g m⁻² powierzchni nawożonej.

Tabela 6. Nawożenie dogłębowe fosforem (P) przed założeniem sadu/plantacji oraz w trakcie ich prowadzenia w zależności od przyswajalności P w glebie* (Kłossowski, 1972 zmodyfikowane przez Wójcika, 2021)

Zasobność warstwy próchnicznej w P		
niska	optymalna	wysoka
Zawartość P [mg kg^{-1} s.m.]		
<40	40-80	>80
Nawożenie fosforem przed założeniem sadu/plantacji [$\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$] ^a		
100-150 ^b	50-100 ^b	0-50 ^b
Nawożenie fosforem w sadzie/plantacji [$\text{g P}_2\text{O}_5 \text{ m}^{-2}$] ^c		
10-15	0	0

* Przewidywalność P w glebie oznaczona metodą Egnera-Riehma.

^a Dawka fosforu podana na powierzchnię nawożoną.

^b Zmniejszone lub zwiększone dawki fosforu o 20% stosować, gdy jego zawartość w warstwie poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio > 40 mg P kg^{-1} s.m. oraz < 20 mg P kg^{-1} s.m.

^c Nawozy fosforowe na bazie ortofosforanów stosować wzdłuż rzędów drzew w sadach powyżej 3 lat, mieszając je do głębokości około 5 cm. Nawozy zawierające polifosforany stosować w młodych sadach (do 3 lat), a także na plantacjach bez konieczności mieszania z glebą.

Tabela 7. Nawożenie dogłębowe fosforem (P) przed założeniem sadu/plantacji oraz w trakcie ich prowadzenia w zależności od dostępności P w glebie* (Wójcik, 2021)

Zasobność warstwy próchnicznej w P		
niska	optymalna	wysoka
Zawartość P (mg dm^{-3} ś.m.)		
<15	15-50	>50
Nawożenie fosforem przed założeniem sadu/plantacji ($\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) ^a		
100-150 ^b	50-100 ^b	0-50 ^b
Nawożenie fosforem w sadzie/plantacji ($\text{g P}_2\text{O}_5 \text{ m}^{-2}$) ^c		
10-15 ^b	0	0

* Dostępność P w glebie oznaczona według metody Nowosielskiego.

^a Dawka fosforu podana na powierzchnię nawożoną.

^b Zmniejszone lub zwiększone o 20% dawki fosforu stosować, gdy jego zawartość w warstwie poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio >15 mg P dm^{-3} ś.m. oraz <7 mg P dm^{-3} ś.m.

^c Nawozy fosforowe na bazie ortofosforanów stosować wzdłuż rzędów drzew w sadach w wieku powyżej 3 lat, mieszając je do głębokości 5 cm. Nawozy zawierające polifosforany stosować w młodych sadach (do 3 lat), a także na plantacjach bez konieczności mieszania z glebą.

Tabela 8. Nawożenie dogłębowe potasem (K) przed założeniem sadu/plantacji oraz w trakcie ich prowadzenia w zależności od przyswajalności K w glebie* oraz składu granulometrycznego (Kłossowski, 1972 zmodyfikowane przez Wójcicka, 2021)

Udział w części ziemistej cząstek gleby o wielkości <0,02 mm [%]	Zasobność warstwy próchnicznej w K		
	niska	optimalna	wysoka
<20	Zawartość K [mg kg ⁻¹ s.m.]		
	<50	50-80	> 80
	Nawożenie potasem przed założeniem sadu/plantacji [kg K ₂ O ha ⁻¹] ^a		
	150-200 ^b	100-150 ^b	-
	Nawożenie potasem w sadzie/plantacji [g K ₂ O m ⁻²]		
	8-10 ^b	5-8 ^b	-
20-35	Zawartość K [mg kg ⁻¹ s.m.]		
	< 80	80-130	>130
	Nawożenie potasem przed założeniem sadu/plantacji [kg K ₂ O ha ⁻¹] ^a		
	200-250 ^c	150-200 ^c	-
	Nawożenie potasem w sadzie/plantacji [g K ₂ O m ⁻²]		
	10-12 ^c	8-10 ^c	-
>35	Zawartość K [mg kg ⁻¹ s.m.]		
	< 130	130-210	> 210
	Nawożenie potasem przed założeniem sadu/plantacji [kg K ₂ O ha ⁻¹] ^a		
	250-300 ^d	200-250 ^d	-
	Nawożenie potasem w sadzie/plantacji [g K ₂ O m ⁻²]		
	12-16 ^d	10-12 ^d	-

* Przewidywalność K w glebie oznaczona metodą Egnera-Riehma.

^a Dawka potasu podana na powierzchnię nawożoną.

^b Zmniejszone lub zwiększone dawki potasu o 20% stosować, gdy jego zawartość w warstwie bezpośrednio poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio >50 mg K kg⁻¹ s.m. oraz <30 mg K kg⁻¹ s.m.

^c Zmniejszone lub zwiększone dawki potasu o 20% stosować, gdy jego zawartość w warstwie bezpośrednio poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio >80 mg K kg⁻¹ s.m. oraz <50 mg K kg⁻¹ s.m.

^d Zmniejszone lub zwiększone dawki potasu o 20% stosować, gdy jego zawartość w warstwie bezpośrednio poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio >30 mg K kg⁻¹ s.m. oraz <80 mg K kg⁻¹ s.m.

Tabela 9. Nawożenie doglebowe potasem (K) przed założeniem sadu/plantacji oraz w trakcie ich prowadzenia w zależności od dostępności K w glebie* oraz składu granulometrycznego (Wójcik, 2021)

Udział w części ziemistej cząstek gleby o wielkości <0,02 mm [%]	Zasobność warstwy próchnicznej w K		
	niska	optimalna	wysoka
<35	Zawartość K [mg dm ⁻³ ś.m.]		
	<70	70-120	>120
	Nawożenie potasem przed założeniem sadu/plantacji [kg K ₂ O ha ⁻¹] ^a		
	150-250 ^{b,c}	100-150 ^{b,c}	-
	Nawożenie potasem w sadzie/plantacji [g K ₂ O m ⁻²]		
	8-12 ^{b,c}	5-8 ^{b,c}	-
≥35	Zawartość K [mg dm ⁻³ ś.m.]		
	<120	120-180	>180
	Nawożeniem potasu przed założeniem sadu/plantacji [kg K ₂ O ha ⁻¹] ^a		
	250-300 ^{c,d}	200-250 ^{c,d}	-
	Nawożenie potasem w sadzie/plantacji [g K ₂ O m ⁻²]		
	12-16 ^{c,d}	10-12 ^{c,d}	-

* Dostępność K w glebie oznaczona według metody Nowosielskiego.

^a Dawka potasu podana na powierzchnię nawożoną.

^b Zmniejszone lub zwiększone dawki potasu o 20% stosuje się, gdy jego zawartość w warstwie bezpośrednio poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio >70 mg K dm⁻³ ś.m. oraz <30 mg K dm⁻³ ś.m.

^c Maksymalne dawki potasu w podanym przedziale stosować w sadach gruszowych oraz na plantacjach porzeczeki czerwonej i agrestu.

^d Zmniejszone lub zwiększone dawki potasu o 20% stosuje się, gdy jego zawartość w warstwie bezpośrednio poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio >120 mg K dm⁻³ ś.m. oraz <70 mg K dm⁻³ ś.m.

Tabela 10. Nawożenie doglebowe magnezem (Mg) przed założeniem sadu/plantacji oraz w trakcie ich prowadzenia w zależności od przyswajalności Mg w glebie* oraz składu granulometrycznego (Kłossowski, 1972 zmodyfikowane przez Wójcika, 2021)

Udział w części ziemistej cząstek gleby o wielkości <0,02 mm (%)	Zasobność warstwy próchnicznej w Mg		
	niska	optymalna	wysoka
<20	Zawartość Mg [mg kg ⁻¹ s.m.]		
	<30	30-50	>50
	Nawożenie magnezem przed założeniem sadu/plantacji [kg MgO ha ⁻¹] ^{a,b}		
	80-100 ^c	60-80 ^c	-
	Nawożenie magnezem w sadzie/plantacji [g MgO m ⁻²]		
	8-10 ^c	6-8 ^c	-
≥20	Zawartość Mg [mg kg ⁻¹ s.m.]		
	<50	50-70	>70
	Nawożenie magnezem przed założeniem sadu/plantacji [kg MgO ha ⁻¹] ^{a,b}		
	100-120 ^d	80-100 ^d	-
	Nawożenie magnezem w sadzie/plantacji [g MgO m ⁻²]		
	10-12 ^d	8-10 ^d	-

* Przewidywalność Mg w glebie oznaczona metodą Schachtschabela.

^a Dawka magnezu podana na powierzchnię nawożoną.

^b W przypadku gdy odczyn warstwy próchnicznej jest poniżej optymalnej wartości dla danego gatunku rośliny, należy użyć wapno magnezowe w dawce wynikającej z potrzeb wapnowania.

^c Zmniejszone lub zwiększone dawki magnezu o 20% stosuje się, gdy jego zawartość w warstwie bezpośrednio poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio >50 mg Mg kg⁻¹ s.m. oraz <35 mg Mg kg⁻¹ s.m.

^d Zmniejszone lub zwiększone dawki magnezu o 20% stosuje się, gdy jego zawartość w warstwie bezpośrednio poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio >70 mg Mg kg⁻¹ s.m. oraz <50 mg Mg kg⁻¹ s.m.

Tabela 11. Nawożenie dogłębowe magnezem (Mg) przed założeniem sadu/plantacji oraz w trakcie ich prowadzenia w zależności od dostępności Mg w glebie* oraz składu granulometrycznego (Wójcik, 2021)

Udział w części ziemistej cząstek gleby o wielkości <0,02 mm (%)	Zasobność warstwy próchnicznej w Mg		
	niska	optymalna	wysoka
<20	Zawartość Mg [mg dm ⁻³ ś.m.]		
	<50	50-70	>70
	Nawożenie magnezem przed założeniem sadu/plantacji [kg MgO ha ⁻¹] ^{a,b}		
	80-100 ^c	60-80 ^c	-
	Nawożenie magnezem w sadzie/plantacji [g MgO m ⁻²]		
	8-10 ^c	6-8 ^c	-
≥20	Zawartość Mg [mg dm ⁻³ ś.m.]		
	<70	70-90	>90
	Nawożenie magnezem przed założeniem sadu/plantacji [kg MgO ha ⁻¹] ^{a,b}		
	100-120 ^d	80-100 ^d	-
	Nawożenie magnezem w sadzie/plantacji [g MgO m ⁻²]		
	10-12 ^d	8-10 ^d	-

* Dostępność Mg w glebie określona według metody Nowosielskiego.

^a Dawka magnezu podana na powierzchnię nawożoną.

^b W przypadku gdy odczyn warstwy próchnicznej jest poniżej optymalnej wartości dla danego gatunku rośliny, należy użyć wapno magnezowe w dawce wynikającej z potrzeb wapnowania.

^c Zmniejszone lub zwiększone dawki magnezu o 20% stosuje się, gdy jego zawartość w warstwie bezpośredniej poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio >70 mg Mg dm⁻³ ś.m. oraz <50 mg Mg dm⁻³ ś.m.

^d Zmniejszone lub zwiększone dawki magnezu o 20% stosuje się, gdy jego zawartość w warstwie bezpośredniej poniżej poziomu próchnicznego wynosi odpowiednio >90 mg Mg dm⁻³ ś.m. oraz <70 mg Mg dm⁻³ ś.m.

Tabela 12. Jednorazowe dawki wapna stosowanego w sadzie/plantacji z wyłączeniem borówek i żurawiny (Kłossowski, 1972, zmodyfikowane przez Wójcika, 2021)

Odczyn gleby	Kategoria agronomiczna gleby		
	lekka	średnia	ciężka
	Dawka [kg CaO 100 m ⁻²] ^{a,b}		
<4,5	17	20	30
4,5-5,5	10	15	20
5,6-6,0	5	8	15
6,1-6,5	-	5	10
6,6-7,0	-	-	5

^a Polecane dawki wapna w cyklu 3-4 lat.

^b Wapno stosować tylko w pasy ugoru herbicydowego/mechanicznego wzdłuż rzędów roślin.

Tabela 13. Optymalne zakresy zawartości dostępnych form wapnia, siarki, sodu oraz wybranych mikrośladników* w próchnicznej warstwie gleby użytkowanej sadowniczo, z wyłączeniem borówek i żurawiny (Wójcik i Kowalczyk, 2021)

Ca	S-SO ₄	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B
[mg dm ⁻³ ś.m.]							
600-1000	4-10	15-25	70-140	5-12	2,8-5,4	1,8-5,1	0,3-0,9

* Dostępność składników w glebie oznaczono według metody Nowosielskiego.

Tabela 14. Optymalne zakresy zawartości dostępnych form wapnia, siarki, sodu oraz wybranych mikrośladników* w próchnicznej warstwie gleby mineralnej w uprawie borówki wysokiej i żurawiny (Wójcik i Kowalczyk, 2021)

Ca	S-SO ₄	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B
[mg dm ⁻³ ś.m.]							
250-500	4-10	15-25	100-180	6-15	2,0-4,8	1,2-4,5	0,3-0,6

* Dostępność składników w glebie oznaczona według metody Nowosielskiego.