

Analiza mineralna liści – uaktualnione kryterium diagnostyczne w nawożeniu roślin sadowniczych



Autor: dr hab. Paweł Wójcik, prof. IO

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. Sposób pobierania próbek liści.....	4
2. Termin i częstotliwość pobierania próbek liści.....	4
3. Przygotowanie próbek liści.....	5
4. Wady i zalety analizy liści.....	5
5. Literatura.....	6
6. Tabele.....	7

Analiza zawartości składników mineralnych w liściach ma na celu określenie bieżącego stanu odżywienia roślin, będącego wypadkową wielu czynników wpływających na pobieranie składników przez korzenie oraz ich transport do nadziemnych części rośliny. Wyniki analizy liści weryfikują skuteczność nawożenia roślin opartego na podstawie analizy gleby (m.in. przyswajalności/dostępności składników). W pewnych przypadkach, analiza liści może być jedynym precyzyjnym narzędziem diagnostycznym w strategii nawożenia roślin. Jednakże, aby analiza liści była użytecznym wskaźnikiem w nawożeniu roślin, próbki liści muszą być pobierane w odpowiedni sposób.

1. Sposób pobierania próbek liści

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

Liście pobiera się oddzielnie dla poszczególnych gatunków rośliny. Jeśli na kwaterze odmiany danego gatunku mają porównywalny wzrost, plonowanie i jakość owoców, to próbki liści można pobrać wspólnie dla uprawianych odmian. Jeśli natomiast wzrost i plonowanie roślin różnią się znacznie między odmianami, to próbki pobiera się oddzielnie dla każdej odmiany.

Liście pobiera się najczęściej z owocujących drzew/krzewów, ze środkowej części jednorocznych przyrostów (tabele 1-17). Próbką powinna składać się z 150-200 liści, pobranych z 20-25 roślin.

Do analizy nie należy pobierać liści bezpośrednio po ulewnym deszczu oraz oprysku nawozami dolistnymi. Liście muszą być wolne od objawów chorobowych oraz uszkodzeń przez szkodniki.

2. Termin i częstotliwość pobierania próbek liści

Liście należy pobierać bezpośrednio po zakończeniu wzrostu pędów. Dla większości gatunków roślin sadowniczych uprawianych w Polsce, przypada to na okres od 15 lipca do 15 sierpnia (tabele 1-17). Biorąc pod uwagę dużą zmienność odżywiania roślin między sezonami wegetacyjnymi, próbki liści można pobierać w dwóch kolejnych latach w cyklach 4-letnich. Jednakże, coroczne pobieranie liści z tych samych drzew jest najlepszym sposobem monitorowania stanu odżywiania roślin, a w konsekwencji planowania strategii ich nawożenia.

3. Przygotowanie próbek liści

Zebrane liście (najczęściej z ogonkami – tabele 1-17) umieszcza się w papierowych torebkach. Próbkę należy jak najszybciej wysuszyć (najlepiej tego samego dnia) w temperaturze 60-70°C. Świeżą próbkę liści można przetrzymać w lodówce do 2 dni. W liściach oznacza się zawartość azotu (N), fosforu (P), potasu (K) i magnezu (Mg), a w przypadku podejrzenia wystąpienia niedoborów mikroskładników w roślinie, analiza powinna być poszerzona o te składniki.

Zawartości składników w liściach podane w tabelach 1-17, będące tzw. liczbami granicznymi, zostały wyrażone w przeliczeniu na suchą masę.

4. Wady i zalety analizy liści

W odniesieniu do N, analiza liści nie zawsze precyzyjnie określa wielkość pobrania tego składnika przez roślinę. Jest to związane z tzw. efektami rozcieńczenia i zagęszczenia. Efekt rozcieńczenia polega na tym, że rośliny o silnym wzroście zużywają znaczne ilości N do budowy pędów i z tego powodu jego koncentracja w liściach nie musi być wysoka. W przypadku efektu zagęszczenia, rośliny o słabym wzroście mają często optymalną zawartość N w liściach, ponieważ składnik ten wykorzystywany jest w małych ilościach przez rosnące pędy. Dodatkowo, liście z drzew o słabym wigorze są małe, co zwiększa w nich koncentrację N. Dlatego, koncentracja N w liściach musi być zawsze konfrontowana z oceną siły wzrostu drzew.

Koncentracja Mg w liściach na ogół odzwierciedla wielkość jego pobrania przez roślinę. Przy niedostatecznej koncentracji Mg w liściach, nie zawsze nawożenie tym składnikiem jest konieczne. Dotyczy to najczęściej nowo posadzonych drzewek/krzewów, u których system korzeniowy w tym okresie ulega regeneracji/odbudowie. W roku sadzenia roślin, wytworzone liście mają często niską koncentrację Mg, lecz w następnych latach odżywienie roślin tym składnikiem może być odpowiednie. Wynika to z rozwoju korzeni, szczególnie do głębszych warstw profilu gleby, a co za tym idzie pobierania Mg w większych ilościach.

Z praktycznego punktu widzenia, oznaczanie boru (B) w liściach ma ograniczone zastosowanie w nawożeniu tym składnikiem w roku wykonania analizy. Wynika to z faktu, że B odgrywa istotną rolę głównie w procesach generatywnych, determinujących rozwój pąków kwiatowych oraz intensywność zawiązywania owoców. Analiza zawartości B w liściach w okresie letnim nie daje zatem możliwości wpływu na powyższe procesy w roku jej wykonania.

Do wad analizy liści, jako elementu diagnostycznego, zalicza się także brak wiarygodnych liczb granicznych dla żelaza (Fe). Wynika to z faktu, że pewna część całkowitego Fe w liściach nie jest aktywna fizjologicznie i nie uczestniczy w procesach życiowych roślin.

Dla wielu składników mineralnych, niezbędnych dla roślin, analiza liści odzwierciedla ich pobranie przez rośliny. Inną zaletą analizy liści jest możliwość oceny wpływu zastosowanych zabiegów agrotechnicznych w sadzie/plantacji na odżywianie roślin.

5. Literature

- Davenport J., DeMoranville C., Hart J., Patten K., Peterson L., Planer T., Poole A., Roper T., Smith J. 1995. Cranberry tissue testing for producing beds in North America. 26 Jan. 2015. http://scholarworks.umass.edu/cranberry_factsheets/6
- Eck P. 1988. Blueberry Science. Rutger Univ. Press. New Brunswick, N.J.
- Fardossi A. 2001. Aspekte der Rebernährung in der Praxis, Beratung und Forschung. Der Winzer 2001/6: 6–14.
- Hanson E., Hancock J. 2011. Managing the nutrition of highbush blueberries. Extension Bulletin E-2011, Michigan State University.
- Kłossowski W. 1972. Nawożenie roślin sadowniczych. PWRiL, Warszawa.
- Sadowski A., Nurzyński J., Pacholak E., Smolarz K. 1990. Określenie potrzeb nawożenia roślin sadowniczych. SGGW-AR, Warszawa.
- Vanek G. 1978. Diagnostische Möglichkeiten von Rebernährungsstörungen. Symptomatik und chemische Blattanalysen – die Blattdiagnostik. Weinwissenschaft 33: 15–35.
- Wójcik P. 2009. Nawozy i nawożenie drzew owocowych. Hortpress, Warszawa.

Tabela 1. Liczby graniczne zawartości składników w liściach jabłoni^a (wg Kłossowskiego 1972, uzupełnione i zmodyfikowane przez Sadowskiego i in. 1990 oraz Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych dogłębowo w owocującym sadzie

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] Dawka N [kg ha ⁻¹]	<1,80 100-120	1,80-2,09 80-100	2,10-2,40 20-80	>2,40 0
P [%] Dawka P ₂ O ₅ [kg ha ⁻¹]	<0,11 150	0,11-0,14 100	0,15-0,26 0	>0,26 0
K [%] Dawka K ₂ O [kg ha ⁻¹]	<0,70 120-140	0,70-0,99 80-120	1,00-1,50 50-80	>1,50 0
Mg [%] Dawka MgO [kg ha ⁻¹]	<0,18 100-120	0,18-0,21 60-100	0,22-0,32 0	>0,32 0
S [%]**	-	0,004-0,009	0,01-0,2	-
B [mg kg⁻¹] Dawka B [kg ha ⁻¹]	<18 3-4	18-24 1-2	25-45 0	>45 0
Mn [mg kg⁻¹] Dawka Mn [kg ha ⁻¹]	<20 15-20***	20-40 10-14***	41-100 0	>100 0
Zn [mg kg⁻¹] Dawka Zn [kg ha ⁻¹]	<10 8-11***	10-14 6-7***	15-60 0	-
Fe [mg kg⁻¹] Dawka Fe [kg ha ⁻¹]	<21 30-40***	21-79 20-29***	80-250 0	-
Cu [mg kg⁻¹] Dawka Cu [kg ha ⁻¹]	<3 6-7***	3-4 5***	5-12 0	-
Mo [mg kg⁻¹] Dawka Mo [kg ha ⁻¹]	-	0,04-0,09 0,03-0,06	0,1-0,3 0	-

^a Liście z ogonkami pobierane w okresie od 15 lipca do 15 sierpnia ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** Stosować siarczan potasu według potrzeb nawozowych w stosunku do potasu.

*** W przypadku gleb przewapnionych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 2. Liczby graniczne zawartości składników w liściach gruszy^a (wg Kłossowskiego 1972) oraz polecane dawki składników stosowanych doglebowo w owocującym sadzie

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<1,70 <i>100-120</i>	1,70-1,99 <i>80-100</i>	2,00-2,60 <i>20-80</i>	>2,60 <i>0</i>
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	-	< 0,14 <i>100</i>	0,14-0,25 <i>0</i>	>0,25 <i>0</i>
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<0,50 <i>120-160</i>	0,50-0,99 <i>100-120</i>	1,00-1,70 <i>80-100</i>	>1,70 <i>0</i>
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,12 <i>100-120</i>	0,12-0,17 <i>60-100</i>	0,18-0,30 <i>0</i>	>0,30 <i>0</i>
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<10 <i>3-4</i>	10-20 <i>1-2</i>	21-50 <i>0</i>	>50 <i>0</i>
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<25 <i>15-20**</i>	25-30 <i>10-14**</i>	31-100 <i>0</i>	>100 <i>0</i>
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<15 <i>8-11**</i>	15-19 <i>6-7**</i>	20-60 <i>0</i>	>60 <i>0</i>
Cu [mg kg⁻¹]	-	<6 <i>5**</i>	6-20 <i>0</i>	>20 <i>0</i>

^a Liście z ogonkami pobierane w okresie od 15 lipca do 15 sierpnia ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** W przypadku gleb przewapnowanych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 3. Liczby graniczne zawartości składników w liściach czereśni^a (wg Kłossowskiego 1972, uzupełnione i zmodyfikowane przez Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych dogłębowo w owocującym sadzie

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<1,50 100-120	1,50-2,00 80-100	2,01-2,50 20-80	>2,50 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,11 150	0,11-0,14 100	0,15-0,45 0	>0,45 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<1,00 120-140	1,00-1,49 80-120	1,50-1,90 50-80	>1,90 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,20 100-120	0,20-0,39 60-100	0,40-0,60 0	>0,60 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<15 3-4	15-24 1-2	25-160 0	>160 0
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 15-20**	20-29 10-14**	30-70 0	>70 0
Fe [mg kg⁻¹] <i>Dawka Fe [kg ha⁻¹]</i>	<30 30-40**	30-49 20-30**	50-150 0	-
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<12 8-11**	12-19 6-7**	20-50 0	-
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	-	<5 5**	5-28 0	-

^a Liście z ogonkami pobierane bezpośrednio po zbiorze owoców ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** W przypadku gleb przewapnionych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 4. Liczby graniczne zawartości składników w liściach wiśni^a (wg Kłossowskiego 1972, uzupełnione i zmodyfikowane przez Sadowskiego i in. 1990 oraz Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowane dogłębowo w owocującym sadzie

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<1,80 100-120	1,80-2,29 80-100	2,30-2,80 50-80	>2,80 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,12 150	0,12-0,14 100	0,15-0,30 0	>0,30 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<0,70 120-140	0,70-1,19 80-120	1,20-1,80 50-80	>1,80 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,15 80-100	0,15-0,25 60-80	0,26-0,40 0	>0,40 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	-	<20 1-2	20-160 0	>160 0
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 15-20**	20-29 10-14**	30-70 0	>70 0
Fe [mg kg⁻¹] <i>Dawka Fe [kg ha⁻¹]</i>	<30 30-40**	30-49 20-29**	50-150 0	-
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<12 8-11**	12-19 6-7**	20-50 0	-
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	-	<5 5**	5-15 0	-

^a Liście z ogonkami pobierane bezpośrednio po zbiorze owoców ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** W przypadku gleb przewapnionych lub węglanowych należy stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 5. Liczby graniczne zawartości składników w liściach śliwy^a (wg Kłossowskiego 1972, uzupełnione i zmodyfikowane przez Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych dogłębowo w owocującym sadzie

Składnik/dawka składnika w nawożeniu*	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<1,40 120-140	1,40-2,00 100-120	2,01-3,60 80-100	>3,60 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,14 150	0,14-0,19 100	0,20-0,60 0	>0,60 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<1,00 120-150	1,00-1,64 100-120	1,65-3,25 80-100	>3,25 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,10 80-100	0,10-0,30 60-80	0,31-0,70 0	>0,70 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<18 3-4	18-24 1-2	25-60 0	>60 0
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 15-20**	20-30 10-15**	30-140 0	>140 0
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<10 8-11**	10-14 6-7**	15-50 0	-
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	-	<4 5**	4-10 0	-

^a Liście z ogonkami pobierane w okresie od 15 lipca do 15 sierpnia ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** W przypadku gleb przewapnionych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 6. Liczby graniczne zawartości składników w liściach brzoskwini^a (wg Wójcika 2009) oraz polecane dawki składników stosowanych doglebowo w owocującym sadzie

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<1,80 120-150	1,80-2,30 100-120	2,31-4,00 80-100	>4,00 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	-	<0,14 100-150	0,14-0,30 0	>0,30 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<1,20 120-150	1,20-1,90 100-120	1,91-3,00 80-100	>3,00 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,13 100-120	0,13-0,29 80-100	0,30-0,60 0	>0,60 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<11 3-4	11-19 1-2	20-50 -	>50 -
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<10 16-20**	10-49 10-15**	50-100 0	>100 0
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<6 9-11**	6-19 6-8**	20-60 0	>60 0
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	<4 6-8**	4-9 5**	10-20 0	>20 0

^a Liście z ogonkami pobierane w okresie od 15 lipca do 15 sierpnia ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** W przypadku gleb przewapnowanych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 7. Liczby graniczne zawartości składników w liściach moreli^a (wg Kłossowskiego 1972) oraz polecane dawki składników w owocującym sadzie

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakresy zawartości składnika			
	deficytowa	niska	optimalna	wysoka
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<2,00 100-120	2,00-2,90 80-100	2,91-3,60 60-80	>3,60 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	- -	0,19 100-150	0,20-0,26 0	>0,26 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<1,00 100-120	1,00-1,69 80-100	1,70-2,20 60-80	>2,20 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,10 80-100	0,10-0,30 60-80	0,31-0,70 0	>0,70 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<13 3-4	13-25 2	26-60 -	>60 -
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 16-20**	20-24 10-15**	25-60 0	>60 0
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<10 9-11**	10-49 6-8**	50-65 0	>65 0
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	-	<3 5**	3-20 0	>20 0

^a Liście z ogonkami pobierane w okresie od 15 lipca do 15 sierpnia ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** W przypadku gleb przewapnionych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 8. Wartości graniczne zawartości składników w liściach orzecha włoskiego^a (wg Wójcika 2009) oraz polecane dawki składników stosowanych dogłębowo w owocującym sadzie

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakresy zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<2,00 150	2,00-2,30 120-140	2,31-2,90 100-120	>2,90 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,10 150	0,10-0,13 100	0,14-0,50 0	>0,50 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<1,00 120-150	1,00-1,50 100-120	1,51-2,50 80-100	>2,50 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,20 80-100	0,20-0,25 60-80	0,26-0,70 0	>0,70 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<60 4-5	60-90 3	91-150 0	>150 0
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 16-20**	20-40 10-15**	41-200 0	>200 0
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<10 9-11**	10-15 6-8**	16-50 0	>50 0
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	<2 7-10**	2-5 5**	6-30 0	>30 0

^a Liutki szczytowe z ogonkami z jednorocznych przyrostów pobierane w okresie od 15 lipca do 15 sierpnia.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** W przypadku gleb przewapnionych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 9. Wartości graniczne zawartości składników w liściach leszczyny^a (wg Wójcika 2009) oraz polecane dawki składników stosowanych dogłębowo na owocującej plantacji

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakresy zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<1,80 90-120	1,80-2,20 70-90	2,21-2,50 50-70	>2,50 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,10 150	0,10-0,14 100	0,15-0,40 0	>0,40 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<0,50 120-150	0,50-0,90 100-120	0,91-1,50 80-100	>1,51 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,18 80-100	0,18-0,25 60-80	0,26-0,50 0	>0,50 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<25 3-4	25-35 2-3	36-80 0	>80 0
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 16-20**	20-30 10-15**	31-500 0	>500 0
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<10 9-11**	10-20 6-8**	21-50 0	>50 0
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	<2 7-10**	2-5 5**	6-20 0	>20 0

^a Liście z ogonkami pobierane w okresie od 15 lipca do 15 sierpnia ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** W przypadku gleb przewapnowanych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 10. Liczby graniczne zawartości składników w liściach porzeczki czarnej^a (wg Kłossowskiego 1972, uzupełnione i zmodyfikowane przez Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych dogłębowo na owocującej plantacji

Składnik/dawka składnika w nawożeniu*	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<2,00 120-140	2,00-2,69 100-120	2,70-3,20 80-100	>3,20 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,15 50**	0,15-0,23 50**	0,24-0,30 0	>0,30 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<0,80 120-140	0,80-1,24 80-120	1,25-1,70 60-80	>1,70 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,24 100-120	0,24-0,30 60-100	0,31-0,45 0	>0,45 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<15 3-4	15-24 1-2	25-40 0	-
Fe [mg kg⁻¹] <i>Dawka Fe [kg ha⁻¹]</i>	<30 15-20***	30-39 10-15***	40-150 0	-
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 10-15***	20-29 5-10***	30-150 0	-
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	-	<20 5-7***	20-40 0	-
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	<3 4-5***	3-4 3***	5-12 0	-
Mo [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mo [kg ha⁻¹]</i>	-	<0,10 0,03-0,05	0,10-0,25 0	-

^a Liście z ogonkami pobierane w czasie zbioru owoców lub bezpośrednio po nim, ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** Stosować nawozy fosforowe na bazie polifosforanów.

*** W przypadku gleb przewapnionych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 11. Liczby graniczne zawartości składników w liściach porzeczki czerwonej^a (wg Kłossowskiego 1972, uzupełnione i zmodyfikowane przez Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych doglebowo na owocującej plantacji

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<2,00 100-120	2,00-2,59 80-100	2,60-3,00 60-80	>3,00 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,18 50**	0,18-0,23 50**	0,24-0,30 0	>0,30 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<0,80 140-180	0,80-1,14 100-140	1,15-1,45 70-100	>1,45 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,24 80-100	0,24-0,30 60-80	0,31-0,45 0	>0,45 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<15 3-4	15-24 1-2	25-50 0	-
Fe [mg kg⁻¹] <i>Dawka Fe [kg ha⁻¹]</i>	<30 15-20***	30-39 10-15***	40-150 0	-
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 10-15***	20-29 5-10***	30-150 0	-
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	-	<20 5-7***	20-50 0	-
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	-	3-4 3-4***	5-12 0	-

^a Liście z ogonkami pobierane w czasie zbioru owoców lub bezpośrednio po nim, ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** Stosować nawozy fosforowe na bazie polifosforanów.

*** W przypadku gleb przewapnowanych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 12. Liczby graniczne zawartości składników w liściach agrestu^a (wg Kłossowskiego 1972, uzupełnione i zmodyfikowane przez Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych dogłębowo na owocującej plantacji

Składnik/dawka składnika w nawożeniu*	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<1,60 100-120	1,60-2,19 80-100	2,20-2,50 60-80	>2,50 0-80
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,14 50**	<0,14-18 50**	0,19-0,25 0	>0,25 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<1,00 140-160	1,00-1,65 120-140	1,66-2,00 80-120	>2,00 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,12 100-120	0,12-0,23 60-100	0,24-0,30 0	>0,30 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<15 3-4	15-24 1-2	25-40 0	-
Fe [mg kg⁻¹] <i>Dawka Fe [kg ha⁻¹]</i>	<30 15-20***	30-49 10-15***	50-100 0	-
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 10-15***	20-29 5-10***	30-150 0	-
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<12 7-10***	12-19 5-7***	20-50 0	-
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>		<4 3-5***	5-12 0	-

^a Liście z ogonkami pobierane bezpośrednio po zbiorze owoców, ze środkowej części jednorocznych przyrostów.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** Stosować nawozy fosforowe na bazie polifosforanów.

*** W przypadku gleb przewapnionych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 13. Liczby graniczne zawartości składników w liściach malin^a (wg Kłossowskiego 1972, uzupełnione i zmodyfikowane przez Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych doglebowo na owocującej plantacji

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]:</i> – dla odmian owocujących na pędach dwuletnich – dla odmian owocujących na pędach jednorocznych	<2,00 80-100 100-120	2,00-2,49 60-80 80-100	2,50-3,30 40-60 60-80	>3,30 0 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,11 50**	0,11-0,14 50**	0,15-0,30 0	>0,30 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<0,98 100-120	0,98-1,47 80-100	1,48-1,89 60-80	>1,89 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,15 80-100	0,15-0,29 60-80	0,30-0,45 0	>0,45 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<15 3-4	15-24 1-2	25-35 0	-
Fe [mg kg⁻¹] <i>Dawka Fe [kg ha⁻¹]</i>	<30 15-20***	30-49 10-15***	50-100 0	-
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 10-15***	20-39 5-10***	40-150 0	-
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	-	<20 5-7***	20-40 0	-
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	-	3-4 3-5**	5-12 0	

^a Liście bez ogonków, ze środkowej części jednorocznych przyrostów, pobierane bezpośrednio po zbiorze owoców dla odmian owocujących na pędach dwuletnich oraz tuż przed kwitnieniem dla odmian owocujących na pędach jednorocznych.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** Stosować nawozy fosforowe na bazie polifosforanów.

*** W przypadku gleb przewapnionych lub węglanowych stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 14. Liczby graniczne zawartości składników w liściach truskawki^a (wg Kłossowskiego 1972, uzupełnione i zmodyfikowane przez Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych doglebowo na plantacji

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<1,80 70-90	1,80-2,29 50-70	2,30-2,60 30-50	>2,60 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,15 50**	0,15-0,23 50**	0,24-0,30 0	>0,30 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<1,00 80-120	1,00-1,49 50-80	1,50-1,80 0	>1,80 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,10 80	0,10-0,20 60	0,21-0,27 0	>0,27 0
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<18 3	18-24 1-2	25-50 0	-
Fe [mg kg⁻¹] <i>Dawka Fe [kg ha⁻¹]</i>	<30 15-20***	30-49 10-15***	50-100 0	-
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 10-15***	20-39 5-10***	40-150 0	-
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<12 7-9***	12-19 4-6***	20-40 0	-
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	-	3-4 3-5***	5-15 0	-

^a Liście bez ogonków, pobierane w pierwszym roku wzrostu roślin lub z plantacji owocującej. Z plantacji jednorocznej, liście pobiera się 60-80 dni po posadzeniu sadzonek świeżych lub 40-50 dni w przypadku użycia sadzonek *frigo*. Z owocujących plantacjach, liście pobiera się na początku zbioru owoców.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** Stosować nawozy fosforowe na bazie polifosforanów.

*** W przypadku gleb przewapnionych lub węglanowych należy stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 15. Liczby graniczne zawartości składników w liściach borówki wysokiej^a (wg Ecka 1988 dla N, P, K, Mg, wg Hansona i Hancocka 2011 dla pozostałych składników, uzupełnione i zmodyfikowane przez Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych doglebowo na owocującej plantacji posadzonej na glebie mineralnej

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika		
	niski/deficytowy	optimalny	wysoki/toksyczny
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<1,70 70-90	1,80-2,10 50-60	>2,50 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	<0,10 50**	0,12-0,40 0	>0,80 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<0,30 80-120	0,35-0,65 50-70	>0,95 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,10 60	0,12-0,25 0	>0,45 0
Ca [%] <i>Dawka CaO [kg ha⁻¹]***</i>	<0,13	0,3-0,8	>1,2
S [%] <i>Dawka S [kg ha⁻¹]***</i>	-	0,12-0,2	>0,5
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<18 2-3	25-70 0	>150 0
Fe [mg kg⁻¹] <i>Dawka Fe [kg ha⁻¹]</i>	<60 20-25*****	60-250 0	>400 0
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<25 10-15*****	50-300 0	>450 0
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<8 6-9*****	15-30 0	>80 0
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	<4 5-7*****	5-20 0	>50 0

^a Liście z ogonkami, jako 3.-5. od wierzchołka pędu jednorocznego, pobierane w połowie lipca.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** Stosować nawozy fosforowe na bazie polifosforanów.

*** Wapń dostarczyć z wapnem w dawce wynikającej z potrzeb wapnowania do docelowego pH 4,0

**** Siarkę dostarczyć jako siarczan amonu i/lub siarczan potasu według potrzeb nawozowych w stosunku do azotu i/lub potasu

***** Na glebach o pH >5,5, do nawożenia stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 16. Liczby graniczne zawartości składników w liściach żurawiny^a (wg Davenporta i in. 2015, zmodyfikowane przez Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych dogłębowo na owocującej plantacji posadzonej na glebie mineralnej

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika		
	deficytowy	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg ha⁻¹]</i>	<0,50 30-50	0,9-1,1 20-30	>1,6 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg ha⁻¹]</i>	< ,08 50**	0,10-0,20 0	-
K [%] <i>Dawka K₂O [kg ha⁻¹]</i>	<0,25 70-90	0,40-0,75 40-50	-
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg ha⁻¹]</i>	<0,08 10	0,15-0,25 0	>0,42 0
Ca [%] <i>Dawka CaO [kg ha⁻¹]***</i>	<0,10	0,30-0,80	>1,3 0
S [%] <i>Dawka S [kg ha⁻¹]****</i>	-	0,08-0,25	-
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<8 2-3	15-60 -	>150 0
Fe [mg kg⁻¹] <i>Dawka Fe [kg ha⁻¹]</i>	<10 20-25*****	>20 0	-
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<5 10-15*****	>10 0	-
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<8 6-9*****	15-30 0	-
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	<2 5-7*****	4-10 0	-

^a Liście wraz z przyrostami jednorocznymi pobiera się bezpośrednio przed zbiorem owoców.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** Stosować nawozy fosforowe na bazie polifosforanów.

*** Wapń dostarczyć z wapnem w dawce wynikającej z potrzeb wapnowania do docelowego pH 4,0

**** Siarkę dostarczyć jako siarczan amonu i/lub siarczan potasu według potrzeb nawozowych w stosunku do azotu lub potasu

***** Na glebach o pH >5,5, do nawożenia stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.

Tabela 17. Liczby graniczne zawartości składników w liściach winorośli właściwej^a (wg Vaneka 1978 i Fardossiego 2001, zmodyfikowane przez Wójcika 2021) oraz polecane dawki składników stosowanych dogłębowo na owocującej plantacji

Składnik/dawka składnika w nawożeniu *	Zakres zawartości składnika			
	deficytowy	niski	optimalny	wysoki
N [%] <i>Dawka N [kg/ha]</i>	<1,30 70-90	1,30-2,25 50-70	2,26-2,75 30-50	2,76-3,50 0
P [%] <i>Dawka P₂O₅ [kg/ha]</i>	<0,10 50**	0,10-0,19 50**	0,20-0,24 0	0,25-0,80 0
K [%] <i>Dawka K₂O [kg/ha]</i>	<0,80 100-120	0,80-1,20 80-100	1,21-1,40 60-80	1,41-3,00 0
Mg [%] <i>Dawka MgO [kg/ha]</i>	<0,10 120	0,10-0,25 60	0,26-0,50 0	0,51- 1,00 0
Ca [%] <i>Dawka CaO [kg/ha***]</i>	<1,50	1,50-2,50	2,51-3,50	3,51-5,00
B [mg kg⁻¹] <i>Dawka B [kg ha⁻¹]</i>	<18 3-4	18-24 1-2	25-50 0	-
Fe [mg kg⁻¹] <i>Dawka Fe [kg ha⁻¹]</i>	<30 15-20****	30-49 10-13****	60-250 0	-
Mn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mn [kg ha⁻¹]</i>	<20 10-15****	20-39 5-8****	40-250 0	-
Zn [mg kg⁻¹] <i>Dawka Zn [kg ha⁻¹]</i>	<18 7-9****	18-24 4-6****	25-60 0	-
Cu [mg kg⁻¹] <i>Dawka Cu [kg ha⁻¹]</i>	<3 4-5****	3-5 3****	6-20 0	-
Mo [mg kg⁻¹] <i>Dawka Mo [kg ha⁻¹]</i>	-	0,09-0,14 0,03-0,06	0,15-0,30 0	-

^a Liście bez ogonków, pobierane po przeciwnej stronie pierwszego, drugiego lub trzeciego kwiatostanu/grona (licząc od wierzchołka pędu) w okresie od pełni kwitnienia do czasu gdy owoce zawierają 5-6% ekstraktu.

* Dawki składników w przeliczeniu na powierzchnię nawożoną.

** Stosować nawozy fosforowe na bazie polifosforanów.

*** Dawki CaO wynikają z potrzeb wapnowania do docelowego pH 7.

**** Na glebach o pH ≥ 7, stosować nawozy chelatowe lub wykonać opryski Fe, Mn, Zn i/lub Cu.