

Metody analityczne stosowane
w ogrodnictwie do oceny
zasobności gleb w składniki
pokarmowe

Waldemar Kowalczyk

Składniki pokarmowe roślin

Makroskładniki

Azot [N] Fosfor [P] Potas [K] Magnez [Mg]
Wapń [Ca] Siarka [S]

Mikroskładniki

Żelazo [Fe] Mangan [Mn] Miedź [Cu] Cynk
[Zn] Bor [B] Chlor [Cl] Molibden [Mo]

Metody analizy chemiczno-rolniczej stosowane w Holandii

W Holandii w celach diagnostycznych w uprawach ogrodniczych używa się metody opartej na ekstrakcji wodnej, w stosunku podłoże-woda 1:1,5. Dla metody są opracowane bardzo szczegółowo liczby graniczne dla roślin ozdobnych uprawianych w pojemnikach i w gruncie oraz warzyw (**De Kreij i in.** 1999, **Van den Bos i in.** 1999, **Straver i in.** 1999).

Metoda przeznaczona jest do oznaczania EC, N-NO₃, N-NH₄, Na, K, Ca, Mg, Cl, S-SO₄, P, HCO₃, Mn, Fe, Zn, B i Cu.

Metody analizy chemiczno-rolniczej stosowane w Niemczech

W Niemczech standardowo do oznaczania zawartości składników mineralnych w uprawach ogrodniczych używa się metody opartej na ekstrakcji mieszaniną chlorku wapnia z DTPA (metoda CAT) w stosunku podłoże: roztwór ekstrakcyjny 1:5 (**Bodenuntersuchung CAT A 13.1.1**). Metoda ta przyjęta została przez Unię Europejską i opublikowana w 2001r. w postaci Normy Europejskiej **PN-EN 13651**.

Metoda przeznaczona jest do oznaczania: N-NO₃, N-NH₄, P, K, Mg, S-SO₄, Na, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Pb i Cd w podłożach sypkich,

Metody analizy chemiczno-rolniczej stosowane w Niemczech

W niemieckich laboratoriach analitycznych do oznaczania zawartości fosforu i potasu powszechnie stosowana jest metoda oparta na ekstrakcji mieszaniną mleczanu wapnia z octanem wapnia – metoda CAL (**Bodenuntersuchung CAL A 6.2.1.1**).

Metoda przeznaczona jest do oznaczania P i K w glebach mineralnych oraz podłożach sypkich, zawierających do 15% węgla organicznego.

Metody analizy chemiczno-rolniczej przyjęte przez UE

We wrześniu 2001 roku Unia Europejska przyjęła również inne metody do oznaczania składników mineralnych w glebach i podłożach sypkich. Metody te zostały opisane w normach:

- PN-EN 13650** – metoda oparta na ekstrakcji składników mineralnych wodą królewską,
- PN-EN 13654-1** – oznaczanie zawartości azotu w glebie (zmodyfikowana metoda Kiejdahla).
- PN-EN 13654-2** – oznaczanie zawartości azotu w glebie (metoda Dumasa).

Metody analizy chemiczno-rolniczej stosowane w Polsce

Badania odczynu (pH) gleb rolniczych i ich zasobności w przyswajalne formy składników pokarmowych w Polsce są prowadzone według jednolitej metodyki, ujętej w Polskich Normach, zgodnej z wytycznymi IUNG-PIB w Puławach).

Jakościowa ocena odczynu gleby (pH) i jej zasobności w składniki mineralne jest dokonywana na podstawie liczb granicznych zawartych w polskich normach:

- PN-R-04023 dla oznaczeń fosforu,
- PN-R-04022 dla potasu) oraz
- PN-ISO 10390 dla oznaczeń pH,
- PN-R-04020 dla oznaczeń magnezu.

Metoda Egnera-Riehma

Za pomocą tej metody oznacza się tylko fosfor i potas. Jest to metodą pracochłonną i czasochłonna, ze względu na stosowanie specyficznego roztworu ekstrakcyjnego (zbuforowany roztwór mleczanu wapnia i kwasu mlekowego o pH 3,55).

Zawartość fosforu i potasu w glebie porównuje się z liczbami granicznym i klasyfikuje glebę w zależności od jej zasobności.

Metoda Schachtschabela

Analiza gleb w uprawach rolniczych i sadowniczych na zawartość Mg. Metoda polega na ekstrakcji magnezu z gleby roztworem ekstrakcyjnym ($0,0125 \text{ M CaCl}_2$) przy stosunku gleba: roztwór (m/v) wynoszącym 1 :10.

Liczby graniczne, określające stopień zasobności gleby w magnez, stosowane w Stacjach Chemiczno-Rolniczych, odnoszą się wyłącznie do tej metody ekstrakcji.

Metoda ekstrakcji Mehlicha 3

Metoda ekstrakcji opracowana przez Mehlicha do jednoczesnego oznaczania zawartości w glebie makro i mikroelementów. Umożliwia oszacowanie ilości składników pokarmowych dostępnych dla roślin w sezonie wegetacyjnym.

Wdrożona przez IUNG i przeznaczona do oznaczania ruchomych form składników pokarmowych. Jest to metoda co najmniej równoważna wobec innych powszechnie wykorzystywanych w systemach doradztwa nawozowego.

Kazimierz Kęsik,, Tamara Jadczyzyn, Wojciech Lipiński, Beata Jurga. 2015. Adaptacja testu Mehlicha 3 do rutynowych oznaczeń zawartości fosforu, potasu i magnezu w glebie.

Metoda ekstrakcji wg Mehlicha

Uniwersalny roztwór ekstrahujący ($\text{pH } 2,5 \pm 0,01$) jest przeznaczony do oznaczeń prób gleb o odczynie kwaśnym i obojętnym, stanowiących większość gleb wykorzystywanych rolniczo w Polsce. W skład roztworu ekstrahującego wchodzi **fluorek amonu** (roztwór 0,015 M), **kwas octowy** (0,2 M), **azotan amonu** (0,25 M), **kwas azotowy** (0,013 M) oraz EDTA (0,001 M).

Ekstrakcja **fosforu** zachodzi w wyniku działania związków fluoru i kwasu octowego, zaś **potas i magnez** są ekstrahowane w reakcji z azotanu amonu i kwasu azotowego.

Metoda ekstrakcji wg Mehlicha

Uzasadnieniem do wdrożenia metody Mehlicha 3 do badań agrochemicznych w Polsce było to, że zapewnia ona w stosunkowo prosty sposób określanie zawartości potasu, wapnia, sodu, magnezu, żelaza, manganu, miedzi, cynku, boru, siarki i fosforu w jednym wyciągu glebowym.

Metoda Mehlicha 3 została sprawdzona i wdrożona w Czechach, Słowacji i Estonii.

Metoda uniwersalna wg Nowosielskiego

Analiza chemiczna gleb i podłoży szklarniowych w uprawach warzyw i kwiatów. W metodzie tej do oznaczania łatwo przyswajalnych form składników pokarmowych stosuje się wspólny wyciąg (roztwór ekstrakcyjny 0,03 N kwas octowy (pH-3,2) przy stosunku podłoże/gleba roztwór ekstrakcyjny (v/v) jak 1:10 – oznaczanie makroskładników.

Dla gleb o wysokim pH i dużej zawartości węgla mineralnego (gleby węglanowe) metoda może dawać wyniki obarczone błędem (N-NO₃, P i Ca).

Metoda uniwersalna

Oznaczanie zawartości łatwo dostępnych form makroskładników:

N-NO₃, N-NH₄, P- PO₄, K, Ca, Mg, B, Na, S-SO₄, Cl⁻

Oznaczanie mikroskładników: **Fe, Zn, Cu, Mn, Mo**

- wspólny wyciąg uniwersalny, zmodyfikowany roztwór Lindseya oparty m.in. na EDTA i kwasie cytrynowym

Oznaczanie właściwości fizycznych (wilgotność, zawartość substancji organicznej, zdolność sorpcyjna, ciężar objętościowy, pojemność wodna, skład mechaniczny i in.)

Metoda uniwersalna dla upraw sadowniczych - makroskładniki (modyfikacja wg Komosy)

W zmodyfikowanej metodzie do oznaczania łatwo przyswajalnych form składników pokarmowych stosuje się wspólny wyciąg (roztwór kwasu octowego, przy stosunku gleba roztwór ekstrakcyjny (m/m) jak 1:10.

Do analizy odważa się powietrznie suchą glebę przesianą przez sito(1mm), a zawartość składników wyraża się w mg/100 g s.m. gleby.

Metoda uniwersalna dla upraw sadowniczych -mikroskładniki (modyfikacja wg Komosy)

Przeznaczona do oznaczania łatwo przyswajalnych form mikroskładników, które ekstrahuje się wspólnym wyciągiem - roztwór Lindseya oparty na EDTA, przy stosunku gleba roztwór ekstrakcyjny (m/m) jak 1:4. Do analizy odważa się powietrznie suchą glebę przesianą przez sito (1mm), a zawartość składników wyraża się **w mg/kg s.m.gleby**.

Metoda uniwersalna dla upraw sadowniczych (modyfikacja wg Komosa) - Komosa, Stanecka 2002

Makroskładniki	Zawartość (mg/100 g)s.m. gleby	Mikroskładniki	Zawartość (mg/ kg s.m.) gleby
N-NH₄ + N-NO₃	2,5 - 5,0	Fe	75,0 – 120
P	3,0 - 6,0	Mn	25,0 -40,0
K	5,0 - 8,0	Zn	5,0 – 25,0
Ca	25,0 - 40,0	Cu	1,0 – 4,0
Mg	3,0 - 6,0	B	0,5 – 1,5
S-SO₄	1,0 – 3,0	Mo	0,1 – 1,4

Odczyn gleby (pH)

W uprawach rolniczych i sadowniczych oznaczenie odczynu (pH) gleb mineralnych wykonuje się w powietrznie suchej glebie, przesianej przez sito o średnicy oczek 1 mm i traktowanej roztworem 1 M KCl.

Pomiar wykonuje się w zawiesinie po 24 godzinach od momentu jej otrzymania. Wyniki oznaczeń pH w glebie z użyciem roztworu KCl **nie są porównywalne z wynikami uzyskanymi w wodzie** (np. w metodzie uniwersalnej).

Odczyn gleby (pH)

Według metody uniwersalnej odczyn (pH) oznacza się w świeżej, wilgotnej glebie, lub podłożu uprawowym, w wodzie destylowanej przy stosunku objętościowym 1:3.

W zawieszynie wodnej oznacza się jednocześnie ogólną zawartość rozpuszczonych soli, w przeliczeniu na NaCl, lub wskaźnik EC (przewodnictwo właściwe).

Charakterystyka gleb i podłoży uprawowych w zależności od zastosowanej metody oznaczania pH

Odczyn gleby/podłoża	pH (1M KCl)	pH (H ₂ O)
Bardzo kwaśny	do 4,5	do 5,0
Kwaśny	4,6 - 5,5	5,1 - 6,0
Lekko kwaśny	5,6 - 6,5	6,1 - 6,7
Obojętny	6,6 - 7,2	6,7 - 7,4
Zasadowy	pow. 7,3	pow. 7,5

Pobieranie próbek
gleby i podłoży
z upraw
ogrodniczych

Pobieranie próbek gleby z upraw polowych warzyw i roślin ozdobnych

Próby cząstkowe z upraw warzyw polowych i roślin ozdobnych, zwane indywidualnymi, pobiera się losowo z możliwie równomiernie rozmieszczonych miejsc, z warstwy ornej, z **głębokości 20-25 cm** lub z głębszych, gdy zachodzi taka potrzeba i wykonuje się próbę uśrednioną.

Z tak przygotowanej próbki gleby odmierza się 0,25 do 0,5 dm³ gleby, umieszcza się w plastikowej torebce, pojemniku lub innym opakowaniu, opisanym w sposób trwały i dostarcza się do laboratorium w niezmienionej postaci, w możliwie krótkim czasie.

W uprawach polowych jedną próbkę mieszaną/uśrednioną pobiera się z powierzchni nie większej niż **1-2 ha**

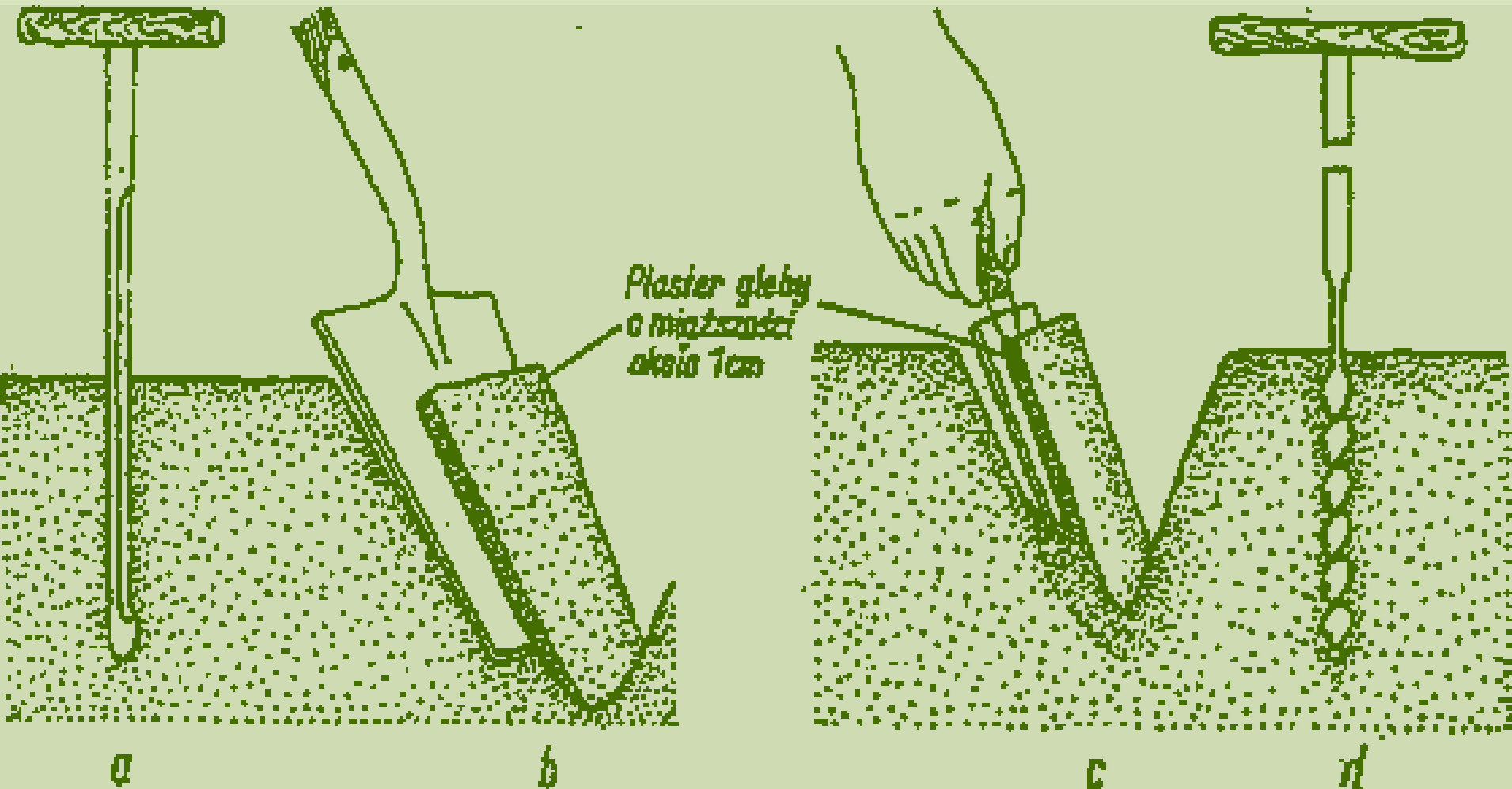
Pobieranie próbek glebowych z upraw połowych

Przy pobieraniu prób z terenu o zmiennej strukturze gleby, na przykład z terenu pagórkowatego, pobiera się oddzielne próby z zagłębienia, skłonu i szczytu

Należy unikać pobierania prób bezpośrednio po deszczu i nawadnianiu, a także silnym przesuszeniu gleby

Do pobierania prób indywidualnych służy sonda, zwana laską Egnera, łopatką ogrodnicza, szpadel lub odpowiedni świder

Pobieranie próbek glebowych z upraw polowych



Pobieranie próbek gleby z upraw sadowniczych

Jeśli zakłada się nową plantację/sad w miejscu po wcześniej wykarczowanym sadzie/plantacji, próbki gleby należy pobierać oddzielnie z dawnych pasów herbicydowych oraz spod muraw.

W zależności od różnorodności gleby próba reprezentatywna oddawana do laboratorium agrochemicznego nie powinna pochodzić z kwatery o powierzchni większej niż **2 ha.**

Pobieranie próbek gleby z upraw sadowniczych

W istniejącym sadzie/plantacji, próbki gleby pobiera się tylko z pasów herbicydowych wzdłuż rzędów drzew/krzewów, w połowie odległości między linią rzędu roślin, a skrajem murawy.

Gdy rośliny nawadniane są systemem kropelkowym, to próbki gleby należy pobrać w odległości około **20 cm od emitera.**

Pobieranie próbek gleby z upraw sadowniczych

W istniejącym sadzie/plantacji próbki gleby pobiera się z dwóch poziomów, tj. z warstwy 0-20 cm i 21-40 cm.

Przed założeniem sadu/plantacji wskazane jest pobranie próbki z trzeciej warstwy, z głębokości 41-60 cm.

Pobieranie próbek gleby z upraw sadowniczych

Termin pobierania

Przed założeniem sadu/plantacji próbki gleby najlepiej pobrać rok przed sadzeniem roślin, co pozwala na wykonanie niezbędnych zabiegów poprawiających żyzność gleby.

W istniejącym sadzie/plantacji, próbki gleby można pobierać przez cały okres wegetacji.

Nie zaleca się pobierania próbek bezpośrednio po zastosowaniu nawożenia, po długotrwałej suszy, czy obfitych opadach i nawadnianiu.

Pobieranie próbek gleby z upraw sadowniczych

Częstotliwość pobierania

W sadzie/plantacji próbki gleby pobiera się raz na 3-4 lata:

- na glebach lekkich raz na 3 lata,
- na glebach cięższych raz na 4 lata

(Sadowski, 2009)

Pobieranie próbek podłoży/gleby z upraw pod osłonami

Podobnie jak w uprawach polowych, ze szklarni, tuneli foliowych, pobiera się indywidualne próbki z badanej powierzchni (parapetu, stołu, zagonu, inspektu) łącząc je w jedną próbkę mieszaną/uśrednioną.

Najlepiej pobrać oddzielne próbki, z każdej sekcji, stołu, parapetu, zagonu w ilości (**5-20 próbek indywidualnych**) wykonując próby uśrednione.

Przy dużym zróżnicowaniu przekroju warstwy uprawnej (np. w uprawach w tunelu foliowym bezpośrednio w gruncie) pobiera się dodatkowo próbki z głębszych warstw gleby.

Pobieranie próbek podłoża z doniczek i pierścieni

Do analizy należy wytypować możliwie najwięcej (10-20) najbardziej reprezentatywnych roślin. Próbkę indywidualną z doniczki pobiera się poprzez wykrojenie nożem wycinka o kącie 30- 40° z całego przekroju bryły korzeniowej.

Nie należy pobierać podłoża z wierzchniej warstwy doniczki. Jeżeli korzenie mocno przerosły podłoże, lepiej jest wybrać je używając, unikając w ten sposób uszkodzenia systemu korzeniowego. Ubytek podłoża należy uzupełnić.

Przy pobieraniu próbek podłoża z pierścieni najczęściej nie jest możliwe wyjęcie rośliny z całą bryłą korzeniową. W takim przypadku należy użyć laski Egnera, świdra lub innego sprzętu (metalowej lub plastikowej rurki o odpowiedniej średnicy), w ten sposób, aby w próbce znalazło się z całej strefy wzrostu korzeni.

Analiza wody i pożywki w uprawach bezglebowych

Bardzo istotną sprawą w uprawie warzyw i roślin ozdobnych w podłożach „inertnych” jest jakość wody przeznaczonej do fertygacji

Woda złej jakości może w znacznym stopniu modyfikować środowiska odżywcze i wpływać na interakcje pomiędzy jonami/składnikami pożywki .

Nadmierna zawartość np. wapnia, magnezu czy kwaśnych węglanów powoduje twardość wody i może sprawiać duże trudności w przygotowaniu pożywki o ściśle wymaganym składzie dla określonej fazy wzrostu roślin.

Zawsze przed rozpoczęciem i przynajmniej raz w czasie uprawy powinna być przeprowadzone pełne badanie składu mineralnego wody stosowanej do nawadniania i fertygacji.

Pobieranie próbek wody i pożywki **w uprawach bezglebowych**

Wodę do analizy należy pobierać bezpośrednio z ujęcia, po pewnym jej poborze. Pobrana próbkę wody można przesłać do laboratorium pocztą lub przekazać w inny dogodny sposób, bez specjalnego zabezpieczenia.

Tylko do badań mikrobiologicznych wymagana jest sterylność naczyń.

W celu wykonania pełnej analizy pobiera się 0,7-1,5 dm⁻³ wody, a pożywki ok. 0,25-0,5 dm³

Pobieranie próbek wody i pożywki w uprawach bezglebowych

Zasady pobierania w uprawach bezglebowych (ilość próbek indywidualnych i uśrednionych) są podobne jak dla gleb i podłoży uprawowych.

Próbki z mat uprawowych pobiera się z kilku miejsc pomiędzy roślinami i łączy w próbę mieszaną/uśrednioną.

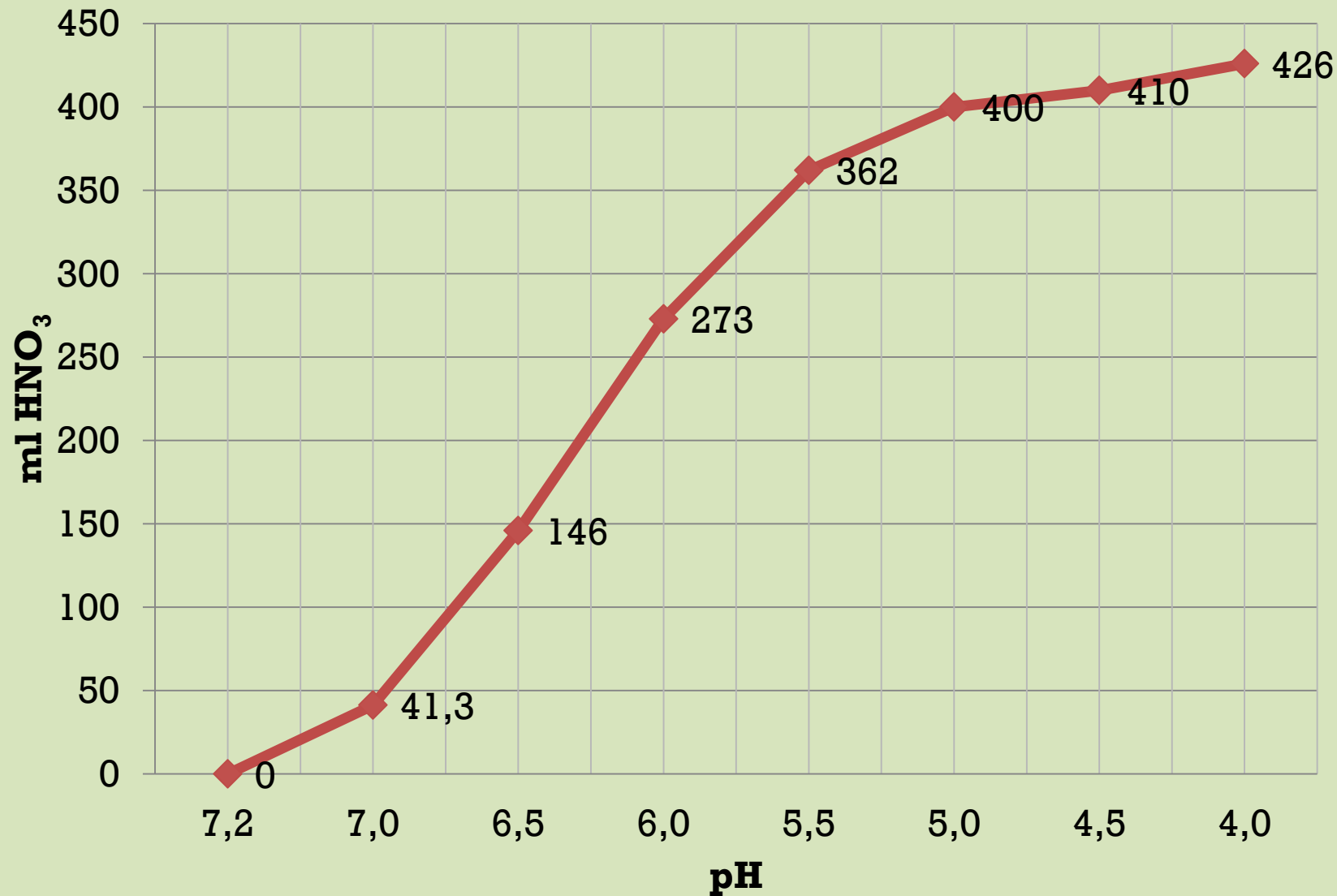
Czas/termin pobierania pożywek w czasie dnia uzależniony jest od sposobu i warunków prowadzenia uprawy.

Analiza wody i pożywki w uprawach bezglebowych

Pełna analiza składu mineralnego wody obejmuje wszystkie makro i mikroskładniki oraz pH, EC, HCO_3^- twardość ogólną ($^\circ\text{dH}$) oraz stężenie jonów balastowych (Na , Cl^- , Al^{+3}) .

Dla wody z nowego ujęcia, w celu określenia ilości kwasu do uzyskania odpowiedniego pH pożywki, zaleca się wykonanie w laboratorium krzywej zakwaszenia.

Przykładowa krzywa zakwaszenia wody



pH wody w zależności od zawartości kwaśnych węglanów

pH	HCO₃⁻ (mg/l)
5,0	22,0
5,5	51,2
6,0	144
6,5	248
7,0	342
7,5	428

Bilans jonowy wody/pożywki

W celu potwierdzenia prawidłowości wykonania analizy wody/pożywki oblicza się bilans jonowy. Ładunek jonowy każdego roztworu powinien być równy zero, co oznacza, że

suma kationów = suma anionów

W celu obliczenia bilansu jonowego, wyniki analizy (mg/l) muszą być przeliczone na ilości wyrażone w miligramorównoważnikach danego jonu (val, mval, μ val)

Nr pr.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l
pH										
EC										
Tw. Og										
HCO3	160	42	179	162,0	41,5	2,62	0,68	2,93	2,66	0,68
N-NO3	37	62,9	37,5	13	22	2,7	4,49	2,68	0,94	1,57
N-NH4	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P-PO4	0	0,3	0,2	0,1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
K	45	47	45	6	5	1,16	1,19	1,14	0,16	0,13
Ca	148	142	138	122	119	3,69	3,54	3,44	3,04	2,97
Mg	29,5	29,2	28,5	16	16	1,21	1,20	1,17	0,64	0,65
Na	25,9	21,5	17,5	10,4	10,1	1,13	0,93	0,76	0,45	0,44
Cl	78	77,0	34,5	26	88	2,20	2,17	0,97	0,72	2,48
SO4	194,0	178	167	147	137	2,02	1,85	1,74	1,53	1,43
Mikro	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l
Fe						0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Fe og.						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mn						0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
Cu						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B						0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
Mo						0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
				bilans jonowy		mval				
				HCO3		2,6	0,7	2,9	2,7	0,7
				N-NO3		2,7	4,5	2,7	0,9	1,6
				N-NH4		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
				P-PO4		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
				K		1,2	1,2	1,1	0,2	0,1
				Ca		7,4	7,1	6,9	6,1	5,9
				Mg		2,43	2,40	2,35	1,28	1,30
				Na		1,1	0,9	0,8	0,5	0,4
				Cl		2,2	2,2	1,0	0,7	2,5
				SO4		4,0	3,7	3,5	3,1	2,9
				∑Anions		11,5	11,1	10,1	7,4	7,6
				∑Kations		12,1	11,6	11,1	8,0	7,8
				Kation-Anion		0,555	0,5	1,1	0,6	0,2
				dif. %		4,59	4,72	9,53	7,58	2,82

Wymaganie jakościowe wody do fertygacji (Breś, 2000)

Składnik	Jednostka	kryteria łagodniejsze	kryteria ostrzejsze
azot	mg·dm ⁻³	50	14
wapń	mg·dm ⁻³	100	80
magnez	mg·dm ⁻³	24	12
chlor	mg·dm ⁻³	36	17
siarczany	mg·dm ⁻³	240	144
węglany	mg·dm ⁻³	244	180
sód	mg·dm ⁻³	30	11
żelazo	mg·dm ⁻³	1,0	0,028
cynk	mg·dm ⁻³	0,5	0,325
mangan	mg·dm ⁻³	0,27	0,549
miedź	mg·dm ⁻³	-	-
bor	mg·dm ⁻³	0,5	0,27
molibden	mg·dm ⁻³	-	-
pH	-	5-7	5-6
EC	(mS cm ⁻¹)	0,72	0,10
Twardość ogólna	°dH	14	5

Jednostki stosowane w analizie chemiczno-rolniczej

Zawartość składnika w glebie, podłożu

$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, mg/l , $\text{mg}/100\text{ g}$

(rolnicza)

Zwartość składnika w wodzie, pożywce

$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, mg/l

$\text{mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, mmol/l

$\mu\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\mu\text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$, $\mu\text{mol/l}$ (jednostka

1000

x mniejsza)

$\text{mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, mmol/l

Ilość mmol/l = Zaw. składnika / M_{at} .

Ilość mval/l = Zaw. składnika / M_{mval} .

Metody rozkładu i mineralizacji gleb i materiału roślinnego

- Mineralizacja „na sucho” w piecu mufowym i roztwarzanie otrzymanego popiołu w kwasach mineralnych (dla oznaczenia makro- i mikroskładników).
- Stapianie z węglanami metali alkalicznych (dla oznaczenia Al, Fe, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu, Cr).
- Spalanie „na sucho” w obecności tlenku wapnia (dla oznaczenia B).
- Mineralizacja „na mokro” w kwasie siarkowym (Ca, K, Mg, Mn, Na, P, Zn, N ogólny), kwasie azotowym, kwasie nadchlorowym i kwasie siarkowym (Al, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn), kwasie azotowym (S ogólna) lub w kwasie chlorowodorowym i kwasie fluorowodorowym (mikroelementy i metale ciężkie

Instrumentalne metody oznaczania pierwiastków w ekstraktach i roztworach po mineralizacji

- Kolorymetryczne (P, S, N-NO₃, N-NH₄, B, Mo, Al).
- Potencjometryczne (pH, N-NO₃, N-NH₄, Cl⁻).
- Konduktometryczne (zasolenie, EC).
- Spektrometria atomowa (kationy, pierwiastki lotne i śladowe, metale ciężkie):
 - bezpłomieniowa (mikroelementy i metale ciężkie w ilościach śladowych),
 - płomieniowa (K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu, Zn),
 - fotometria płomieniowa (K, Ca, Na),
 - spektrometria plazmowa – ICP (bardzo szeroka gama pierwiastków w bardzo szerokim zakresie stężeń).

Dziękuję za uwagę