

WANDA KAMIŃSKA, TADEUSZ KARDASZ, ELIGIUSZ ROSZYK,
STEFANIA ROSZYK, ANTONI STRAHL, ZOFIA STROJEK

METODY SUCHEJ MINERALIZACJI MATERIAŁU ROŚLINNEGO DO OZNACZEŃ ZAWARTOŚCI NIEKTÓRYCH MAKRO- I MIKROELEMENTÓW

Centralny Ośrodek Metodyczno-Naukowy ds. Stacji Chemiczno-Rolniczych IUNG
we Wrocławiu

Institut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii AR we Wrocławiu

Oznaczenie zawartości makro- i mikroelementów w materiale roślinnym przeprowadzić można po mineralizacji próbek w drodze mokrej bądź suchej.

Dotychczas w analizach chemicznych pierwszeństwo dawano mineralizacji mokrej, uznając, że za jej pomocą uzyskiwane wyniki są bardziej wiarygodne. Dlatego w krajowych stacjach chemiczno-rolniczych w oznaczeniach masowych zawartości makro- i mikroelementów przyjęto ujednoczone sposoby rozkładu substancji organicznej w drodze mokrej [3].

Wprowadzenie na szerszą skalę techniki atomowo-absorpcyjnej spektrofotometrii do oznaczeń mikroelementów w naszych laboratoriach chemiczno-rolniczych wymagało z wielu względów zmiany sposobu mineralizacji substancji roślinnej na suchą. Badania porównawcze w celu wytypowania jednego z wielu istniejących sposobów suchej mineralizacji, jako najbardziej odpowiedniego do oznaczeń seryjnych przede wszystkim mikroelementów, prowadzono od dłuższego czasu w ramach problemu węzłowego [1, 2], jak również współpracy międzynarodowej [4].

Za koniecznością ujednoczenia sposobu suchej mineralizacji przemawiały wyniki ankiety przeprowadzonej przed pięciu laty w 47 laboratoriach zajmujących się analizą materiału roślinnego. Jak zmienne były warunki mineralizacji stosowane w tych laboratoriach przy oznaczaniu mikroelementów, przedstawiono w jednej z poprzednich prac [1]. Podobnie wielce zróżnicowany był tok postępowania przy oznaczaniu makroelementów w poszczególnych laboratoriach zarówno przy stosowaniu mineralizacji mokrej, jak i suchej (tab. 1).

I tak w ankietowanych laboratoriach warunki rozkładu materiału roślinnego w drodze mokrej (tab. 1) różniły się wielkością naważki, rodzajem stosowanych kwasów mineralnych, różnym składem mieszaniny tych kwasów, czasem trwania mineralizacji i techniką oznaczania.

W wielu placówkach makroelementy oznaczano również po suchej mineralizacji (tab. 2). Prócz bardzo zróżnicowanych naważek i niejednokrotnie sprzętu używa-

Tabela 1

Warunki mineralizacji substancji roślinnej w drodze mokrej
i metody oznaczania makroelementów

Conditions of wet mineralization of organic material
and determination methods of macroelements

Nawózka g Weighed portion g	Czynnik mineralizujący Mineralizing factor	Czas mineralizacji godz. Mineralization duration, hours	Metody oznaczania pierwiastków Determination method of elements	Liczba laboratoriów Number of laboratories
0,5 - 15	$H_2SO_4 + H_2O_2$	1 - 21	kolorymetria - colorimetry - P, Mg	31
	$HNO_3 + HClO_4 + H_2SO_4$		AAS - Mg /K, Na, Ca/	12
	$HNO_3 + HClO_4 + H_2O_2$		fotom.-promieniowa - K, Na, Ca flame photom. - K, Na, Ca	26
	HNO_3		miareczkowa - Ca titration - Ca	3

Tabela 2

Warunki mineralizacji substancji organicznej w drodze suchej
i metody oznaczania makroelementów

Conditions of dry mineralization of vegetal material
and determination methods of macroelements

Pierwiastek element	Nawózka g #weighed portion g	Sprzęt używany do mineralizacji Equipment used for mineralization	Temperatura °C Temperature °C	Czas mineralizacji godz. Mineralization duration hours	Roztwór ekstrakcyjny Extractive solution	Metody oznaczania Determination methods	Liczba laboratoriów Number of laboratories
P	1-10	porcelana kwarc porcelain quartz	450-600	4-24	HCl, HNO_3 , H_2SO_4	kolorymetria colorimetry	15
K	0,25-10	porcelana kwarc porcelain quartz	450-650	4-72	HCl, HNO_3 , H_2SO_4	fotom.-promieniowa AAS	16
		platyna porcelain quartz platinum				flame photom. AAS	2
Na	0,25-10	porcelana kwarc porcelain quartz	450-600	4-24	HCl, H_2SO_4	fotom.-promieniowa AAS	10
		platyna porcelain quartz platinum				flame photom. AAS	2
Ca	0,25-10	porcelana kwarc porcelain quartz	450-650	4-24	HCl, H_2SO_4 , HNO_3	fotom.-promieniowa AAS	13
		platyna porcelain quartz				miareczkowa flame photom. AAS titration	1 6
Mg	0,25- 5	porcelana kwarc porcelain quartz	450-600	4-24	HCl, H_2SO_4	kolorymetria AAS	8
		porcelana kwarc porcelain quartz				colorimetry AAS	7

nego do spielania, stosowano różne temperatury i czas ich działania. Uzyskany popiół roślinny w części laboratoriów traktowano dodatkowo substancjami utleniającymi, w innych ekstrahowano bezpośrednio różnymi roztworami kwasów, oznaczając w otrzymanych wyciągach omawiane pierwiastki niekiedy odmiennymi

metodami, jak to miało miejsce w przypadku wapnia (fotometria płomieniowa, manganometria, atomowo-absorpcyjna spektrofotometria).

W tej sytuacji w celu uniknięcia rozbieżności wyników uzyskiwanych w odmien-nych warunkach analitycznych niezbędne było ujednoczenie sposobu mineralizacji suchej w oznaczeniach masowych prowadzonych przez różne laboratoria.

BADANIA WŁASNE

Przeprowadzone uprzednio badania [1, 2, 4] pozwoliły na wytypowanie dwóch sposobów suchej mineralizacji materiału roślinnego, za pomocą których uzyskane wyniki oznaczeń niektórych składników były w największym stopniu skorelowane z oznaczeniami po mineralizacji mokrej według zunifikowanej metody stosowanej do oznaczeń masowych w dużej części laboratoriów krajowych.

Celem niniejszej pracy było równoczesne sprawdzenie w szeregu laboratoriów przydatności wytypowanych sposobów suchej mineralizacji, z myślą o wprowadze-niu w stacjach chemiczno-rolniczych jednego z nich jako obowiązującego, obok już przyjętej mineralizacji mokrej. W badaniach tych wzięło udział 17 laboratoriów okręgowych stacji chemiczno-rolniczych, Laboratorium Centralnego Ośrodka Me-todyczno-Naukowego IUNG we Wrocławiu i Zakład Chemii Rolniczej Akademii Rolniczej we Wrocławiu¹. Materiał analityczny stanowiło 15 próbek roślinnych zróżnicowanych pod względem pochodzenia i zawartości oznaczanych składników, przygotowanych i rozesłanych do wszystkich uczestniczących w pracach laborato-riów przez COMN-IUNG we Wrocławiu.

W materiale tym oznaczono makroelementy: fosfor, potas, wapń, magnez i sód, oraz mikroelementy: żelazo, mangan, miedź, cynk i molibden po mineralizacji mokrej, zgodnie z przyjętą metodyką [3], zwaną dalej sposobem I, jak też po mineralizacji w drodze suchej dwoma sposobami, zwanymi II i III.

II sposób — sucha mineralizacja materiału roślinnego z użyciem stężonego kwasu azotowego. W celu oznaczenia za-wartości makroelementów bierze się 2 g, a do oznaczenia mikroelementów 5 g powietrznie suchego materiału roślinnego, uprzednio rozdrobnionego do \varnothing cząstek < 1 mm, odważa się do kwarcowych parowniczek, wstawia do zim-nego pieca elektrycznego (najlepiej muflowego) i ogrzewa do temperatury 500°C . Wskazane jest, aby przed przystąpieniem do spalania dodatkowo skontrolować temperaturę w piecu za pomocą termometru rtęciowego.

Od chwili włączenia pieca do osiągnięcia wymaganej temperatury powinno upłynąć około 1,5 godz. W temperaturze 500°C mineralizację próbek prowadzi się przez 7 godzin. Należy przy tym zwrócić uwagę, aby była prowadzona w warun-kach ułatwionego dostępu powietrza oraz odprowadzania dymów.

Ostudzony popiół pod przykryciem (szkiełko zegarkowe) zwilża się kilkoma kroplami wody, po czym dodaje 2 ml stężonego kwasu azotowego cz.d.a. i odpa-

¹ Wszystkim pracownikom okręgowych stacji chemiczno-rolniczych, którzy brali udział w ba-daniach, autorzy składają serdeczne podziękowanie.

rowuje do sucha na elektrycznej płycie grzejnej. Próbkę wstawia się ponownie do pieca i ogrzewa przez 1 godzinę w temperaturze 500°C.

W przypadku niepełnego spopielenia materiału roślinnego czynność odparowania z kwasem azotowym i ogrzewania w piecu należy powtórzyć do całkowitego utlenienia popiołu.

Otrzymaną w ten sposób pozostałość w parownicy zadaje się 5 ml roztworu kwasu solnego cz.d.a. (1:1) i po podgrzaniu przenosi ilościowo wodą destylowaną do kolby miarowej o pojemności 250 ml w przypadku oznaczenia makroelementów lub 50 ml przy oznaczaniu mikroelementów, używając w tym celu wody podwójnie destylowanej.

Po ostudzeniu i dopełnieniu zawartość kolby miesza się i sączy przez suchy sączek do pojemnika z polietylenu. Uzyskany klarowny przesącz służy do oznaczeń poszczególnych składników.

III sposób — sucha mineralizacja materiału roślinnego z użyciem 5-procentowego roztworu azotanu amonowego. Mineralizację prowadzono przy zachowaniu tych samych warunków jak w sposobie II do momentu uzyskania popiołu.

Ostudzony popiół zadawano kilkoma kroplami (do pełnego zwilżenia) 5-procentowego roztworu wodnego azotanu amonowego cz.d.a., po czym próbkę wstawiano do pieca i ogrzewano przez 1 godzinę w temperaturze 500°C.

W przypadku niepełnego spopielenia materiału roślinnego popiół zadawano ponownie roztworem azotanu amonowego i ogrzewano powtórnie przez 1 godzinę w analogicznej jak poprzednio temperaturze w celu całkowitego utlenienia popiołu.

Pozostałość w parownicy rozpuszczano w 5 ml roztworu kwasu solnego (1:1), podgrzewano i przenoszono do kolb miarowych, jak podano w sposobie II.

W uzyskanych przesączach, niezależnie od sposobu mineralizacji, zawartość fosforu i molibdenu oznaczano kolorymetrycznie, potasu, wapnia i sodu przy zastosowaniu fotometrii płomieniowej [3], natomiast magnezu i pozostałych mikroelementów metodą atomowo-absorpcyjnej spektrofotometrii [10].

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przedstawione w tab. 3 zawartości średnie i wahania oznaczeń fosforu w poszczególnych próbkach roślinnych świadczą o dobrej zgodności uzyskanych w różnych laboratoriach wyników, niezależnie od sposobu mineralizacji. Wartości średnie dla wszystkich analizowanych próbek przemawiają za tym, że stosowane w badaniach porównawczych sposoby mineralizacji uznać można w oznaczeniach fosforu za równorzędne.

Średnie zawartości potasu we wszystkich próbkach, niezależnie od sposobu mineralizacji, były zgodne ze sobą. Również wahania ekstremalne od średnich w ramach stosowanych sposobów mineralizacji dla poszczególnych próbek były do siebie zbliżone. Świadczą o równorzędności porównywanych sposobów mineralizacji (tab. 4).

Zawartość fosforu oznaczona po mokrej i suchej mineralizacji
/wartości średnie i wahanania w % a.s.n./
Phosphorus content determined after wet and dry mineralization
/mean values and fluctuations, in % of a.s.n./

Nr No.	roślina - Crop plants	Mineralizacja		
		Mokra Wet mineralization	Sucha Dry mineralization	
		I	II	III
1	pszenica, ziarno wheat, grain	0,33 0,29-0,38	0,32 0,27-0,35	0,32 0,25-0,37
2	jęczmień, ziarno barley, grain	0,38 0,34-0,41	0,39 0,38-0,41	0,38 0,34-0,42
3	owies, ziarno oats, grain	0,37 0,31-0,42	0,35 0,26-0,40	0,37 0,32-0,43
4	kukurydza, ziarno maize, grain	0,34 0,31-0,40	0,34 0,31-0,38	0,33 0,28-0,36
5	bobisz, ziarno field bean, grain	0,59 0,52-0,67	0,61 0,54-0,67	0,58 0,52-0,61
6	rzepek, ziarno rape, seed	0,77 0,71-0,87	0,77 0,68-0,81	0,75 0,63-0,80
7	pszenica, słoma wheat, straw	0,12 0,09-0,14	0,11 0,09-0,14	0,11 0,09-0,12
8	żyto, słoma rye, straw	0,07 0,03-0,10	0,06 0,05-0,07	0,07 0,05-0,10
9	siano łąkowe, I pokos meadow hay, 1st cut	0,25 0,22-0,28	0,24 0,20-0,29	0,24 0,18-0,28
10	siano łąkowe, II pokos meadow hay, 2nd cut	0,34 0,30-0,38	0,34 0,32-0,37	0,34 0,31-0,40
11	siano łąkowe meadow hay	0,30 0,27-0,34	0,29 0,27-0,34	0,29 0,28-0,31
12	trawa, susz hay, meal	0,26 0,20-0,29	0,25 0,20-0,28	0,25 0,20-0,30
13	ziemniaki, kłąby potatoes, tubers	0,34 0,31-0,37	0,32 0,27-0,37	0,32 0,24-0,36
14	buraki cukrowe, liście sugar beets, leaves	0,36 0,33-0,39	0,36 0,34-0,38	0,36 0,34-0,39
15	buraki cukrowe, korzenie sugar beets, roots	0,13 0,10-0,16	0,13 0,11-0,14	0,13 0,11-0,15
	\bar{x}	0,33	0,32	0,32

Średnia zawartość wapnia we wszystkich badanych próbkach była największa po mineralizacji mokrej, nieco mniejsza natomiast po mineralizacji suchej obydwa sposobami (tab. 5). Uwagę zwraca dobra zgodność między sobą wartości

średnich po mokrej i suchej mineralizacji wyłącznie w próbkach o małej zawartości tego składnika. W przypadkach gdy koncentracja Ca przekroczyła 0,4% Ca, uzyskane wartości średnie po mineralizacji suchej były niższe, szczególnie sposobem III.

Tabela 4

Zawartość potasu oznaczona po mokrej i suchej mineralizacji
/wartości średnie i wahania w % a.s.d.m./
Potassium content determined after wet and dry mineralization
/mean values and fluctuations, in % of abs.d.m./

Nr No.	Roślina - Crop plants	Mineralizacja mokra Wet mineralization	Mineralizacja sucha Dry mineralization	
		I	II	III
1	pszenica, ziarno wheat, grain	0,37 0,30-0,46	0,37 0,29-0,42	0,37 0,30-0,46
2	jęczmień, ziarno barley, grain	0,46 0,35-0,56	0,43 0,37-0,50	0,46 0,39-0,53
3	owies, ziarno oats, grain	0,41 0,33-0,56	0,40 0,33-0,50	0,41 0,33-0,49
4	kukurydza, ziarno maize, grain	0,45 0,3-0,55	0,44 0,35-0,50	0,47 0,38-0,55
5	bobik, ziarno field bean, grain	1,20 1,00-1,31	1,18 1,04-1,59	1,24 1,22-1,35
6	rzepak, ziarno rape, seed	0,75 0,68-0,86	0,76 0,58-0,85	0,79 0,71-0,89
7	pszenica, siana wheat, straw	1,60 1,44-1,72	1,51 1,26-1,97	1,57 1,43-1,67
8	żyto, siana rye, straw	0,45 0,35-0,55	0,42 0,31-0,53	0,45 0,35-0,51
9	siano łąkowe, I pokos meadow hay, 1st cut	2,81 2,64-3,15	2,82 2,56-3,24	2,81 2,57-3,07
10	siano łąkowe, II pokos meadow hay, 2nd cut	2,25 1,98-2,65	2,22 2,00-2,53	2,20 1,91-2,47
11	siano łąkowe meadow hay	2,66 2,37-2,83	2,64 2,43-3,23	2,67 2,51-2,93
12	trawa, sucha hay, mead	1,84 1,57-2,31	1,84 1,64-2,10	1,83 1,57-1,90
13	ziemniaki, kłęby potatoes, tubers	2,72 2,31-3,10	2,51 2,53-3,16	2,79 2,31-3,25
14	buraki cukrowe, liście sugar beets, leaves	4,19 3,51-4,48	4,30 3,98-4,48	4,29 4,17-4,53
15	buraki cukrowe, korzenie sugar beets, roots	0,66 0,56-0,83	0,66 0,58-0,75	0,72 0,55-0,78
	\bar{x}	1,52	1,52	1,54

T a b e l a 5

Zawartość wapnia oznaczana po mokrej i suchej mineralizacji
/wartości średnie i wahania w % a.s.m./
Calcium content determined after wet and dry mineralization
/mean values and fluctuations, in % of abs.d.m./

Nr No.	Roślina - Crop plants	Mineralizacja mokra Wet mineralization		Mineralizacja sucha Dry mineralization	
		I	II	III	
1	pszenica, ziarno wheat, grain	0,05 0,04-0,09	0,05 0,04-0,06	0,06 0,04-0,08	
2	jęczmień, ziarno barley, grain	0,07 0,04-0,11	0,07 0,05-0,09	0,08 0,06-0,15	
3	owies, ziarno oats, grain	0,10 0,07-0,14	0,09 0,06-0,11	0,10 0,08-0,10	
4	kukurydza, ziarno maize, grain	0,03 0,01-0,05	0,03 0,01-0,04	0,03 0,01-0,04	
5	bobik, ziarno field bean, grain	0,13 0,08-0,19	0,12 0,08-0,18	0,13 0,10-0,19	
6	rzepak, ziarno rape, seed	0,47 0,42-0,52	0,46 0,37-0,55	0,44 0,32-0,51	
7	pszenica, słoma wheat, straw	0,36 0,29-0,46	0,34 0,27-0,40	0,35 0,28-0,46	
8	żyto, słoma rye, straw	0,23 0,19-0,27	0,21 0,16-0,26	0,21 0,19-0,25	
9	siano łąkowe, I pokos meadow hay, 1st cut	0,53 0,46-0,61	0,48 0,39-0,63	0,43 0,38-0,49	
10	siano łąkowe, II pokos meadow hay, IIind cut	0,71 0,59-0,81	0,61 0,43-0,76	0,57 0,45-0,77	
11	siano łąkowe meadow hay	1,54 1,19-1,91	1,41 0,95-1,81	1,38 1,13-1,76	
12	trawa, szez hay, meal	0,56 0,53-0,65	0,51 0,41-0,64	0,48 0,38-0,55	
13	ziemniaki, kłoby potatoes, tubers	0,07 0,06-0,11	0,09 0,07-0,11	0,07 0,05-0,09	
14	buraki cukrowe, liście sugar beets, leaves	1,03 0,94-1,18	0,86 0,65-1,10	0,79 0,58-1,01	
15	buraki cukrowe, korzenia sugar beets, roots	0,15 0,13-0,21	0,16 0,11-0,21	0,17 0,13-0,23	
	\bar{x}	0,40	0,36	0,35	

Zawartości średnie magnezu (tab. 6) w poszczególnych próbkach były zgodne między sobą bez względu na sposób mineralizacji, tak przy mniejszych, jak i większych zawartościach tego pierwiastka. Podkreślić jednak należy, że w większości

przypadków po suchej mineralizacji wahania ekstremalne poszczególnych oznaczeń od wartości średnich w roślinach były mniejsze niż po mineralizacji mokrej materiału roślinnego.

T a b e l a 6

Zawartość magnezu oznaczona po mokrej i suchej mineralizacji
/wartości średnie i wahania w % a.s.m./
Magnesium content determined after wet and dry mineralization
/mean values and fluctuations, in % of abs.d.m./

Nr No.	Roślina - Crop plants	Mineralizacja mokra Wet mineralization	Mineralizacja sucha Dry mineralization	
		I	II	III
1	pszenica, ziarno wheat, grain	0,12 0,07-0,15	0,11 0,08-0,15	0,11 0,07-0,16
2	jęczmień, ziarno barley, grain	0,13 0,08-0,17	0,11 0,08-0,13	0,12 0,10-0,16
3	owies, ziarno oats, grain	0,11 0,08-0,16	0,11 0,08-0,13	0,13 0,09-0,15
4	kukurydza, ziarno maize, grain	0,13 0,10-0,17	0,12 0,10-0,15	0,13 0,10-0,17
5	bobik, ziarno field bean, grain	0,14 0,10-0,16	0,13 0,11-0,15	0,13 0,12-0,16
6	rzepak, ziarno rape, seed	0,24 0,25-0,41	0,24 0,28-0,39	0,32 0,27-0,38
7	pszenica, słoma wheat, straw	0,10 0,07-0,12	0,09 0,07-0,12	0,09 0,07-0,11
8	żyto, słoma rye, straw	0,05 0,03-0,08	0,04 0,02-0,08	0,05 0,04-0,08
9	siano łąkowe, I pokos meadow hay, 1st cut	0,16 0,13-0,22	0,17 0,14-0,22	0,16 0,14-0,17
10	siano łąkowe, II pokos meadow hay, 2nd cut	0,19 0,12-0,25	0,19 0,12-0,25	0,19 0,16-0,22
11	siano łąkowe meadow hay	0,20 0,16-0,25	0,22 0,17-0,32	0,20 0,14-0,25
12	trawa, susz hay, meal	0,14 0,11-0,17	0,13 0,10-0,17	0,13 0,10-0,17
13	ziemniaki, kłębny potatoes, tuber	0,13 0,09-0,16	0,11 0,08-0,16	0,13 0,11-0,18
14	buraki cukrowe, liście sugar beets, leaves	0,76 0,58-0,84	0,77 0,58-0,94	0,71 0,60-0,87
15	buraki cukrowe, korzenie sugar beets, roots	0,13 0,11-0,16	0,13 0,11-0,16	0,13 0,11-0,14
	\bar{x}	0,19	0,18	0,17

Tabela 7

Zawartość sodu oznaczana po mokrej i suchej mineralizacji
/wartości średnie i wahania w % a.s.m./
Sodium content determined after wet and dry mineralization
/mean values and fluctuations, in % of abs.d.m./

Nr No.	Roślina - Crop plants	Mineralizacja mokra Wet mineralization		Mineralizacja sucha Dry mineralization	
		I	II	III	IV
1	pszenica, ziarno wheat, grain	0,010 0,003-0,020	0,008 0,004-0,019	0,010 0,004-0,015	
2	jęczmień, ziarno barley, grain	0,018 0,010-0,027	0,016 0,010-0,022	0,017 0,010-0,026	
3	owies, ziarno oats, grain	0,013 0,007-0,022	0,014 0,007-0,019	0,012 0,007-0,017	
4	kukurydza, ziarno maize, grain	0,010 0,005-0,019	0,012 0,006-0,022	0,015 0,007-0,024	
5	bobik, ziarno field bean, grain	0,016 0,010-0,025	0,016 0,009-0,023	0,015 0,009-0,020	
6	rzepak, ziarno rape, seed	0,020 0,015-0,029	0,016 0,010-0,025	0,020 0,012-0,030	
7	pszenica, słoma wheat, straw	0,023 0,015-0,035	0,022 0,013-0,031	0,021 0,010-0,026	
8	żyto, słoma rye, straw	0,015 0,007-0,022	0,013 0,004-0,023	0,015 0,011-0,019	
9	siano łąkowe, I pokos meadow hay, 1st cut	0,095 0,068-0,092	0,090 0,073-0,104	0,088 0,068-0,115	
10	siano łąkowe, II pokos meadow hay, 2nd cut	0,109 0,070-0,143	0,110 0,092-0,116	0,107 0,067-0,157	
11	siano łąkowe meadow hay	0,083 0,067-0,116	0,091 0,075-0,113	0,095 0,064-0,120	
12	trawa, susz hay, meal	0,024 0,016-0,027	0,027 0,018-0,032	0,029 0,011-0,040	
13	ziemniaki, kłoby potatoes, tubers	0,016 0,011-0,024	0,020 0,011-0,030	0,021 0,009-0,030	
14	buraki cukrowe, liście sugar beets, leaves	0,037 0,071-1,000	0,078 0,071-1,016	0,080 0,028-0,943	
15	buraki cukrowe, korzenie sugar beets, roots	0,033 0,030-0,052	0,036 0,030-0,052	0,042 0,029-0,050	
	\bar{x}	0,092	0,091	0,092	

Średnia zawartość sodu (tab. 7) w poszczególnych próbkach, jak również średnie ogólne uzyskane po mineralizacji różnymi sposobami były zgodne ze sobą. Stosunkowo duże były jednak odchylenia od średnich dla poszczególnych roślin

i sposobów mineralizacji, uzyskane przez różne laboratoria biorące udział w badaniach. Dotyczy to nie tylko rezultatów uzyskanych po suchej mineralizacji roślin, lecz również po mokrej, stosowanej powszechnie w oznaczeniach masowych. Z tego

Tabela 8

Zawartość żelaza oznaczana po mokrej i suchej mineralizacji
/wartości średnie i wahania w ppm a.s.m./
Iron content determined after wet and dry mineralization
/mean values and fluctuations, in ppm of abs.d.m./

Nr No.	Roślina - Crop plants	Mineralizacja mokra Wet mineralization	Mineralizacja sucha Dry mineralization	
		I	II	III
1	pszenica, ziarno wheat, grain	57,1 45,8-90,2	56,5 42,5-84,7	62,9 46,4-87,0
2	jęczmień, ziarno barley, grain	106,6 94,5-132,0	103,3 84,8-133,4	99,1 83,3-121,6
3	owies, ziarno oats, grain	130,7 96,0-156,3	123,8 105,0-147,6	105,8 94,7-122,6
4	kukurydza, ziarno maize, grain	288,4 220,0-333,2	274,3 238,9-317,8	226,4 200,0-274,0
5	bobik, ziarno field bean, grain	84,5 67,0-103,0	82,2 64,0-97,7	82,0 66,0-90,8
6	rzepak, ziarno rape, seed	250,2 208,3-325,2	257,2 217,9-292,5	230,1 145,0-319,0
7	pszenica, słoma wheat, straw	147,3 117,4-167,5	134,9 115,3-154,9	120,7 103,3-165,8
8	żyto, słoma rye, straw	182,9 139,0-213,3	172,9 132,0-201,6	153,9 136,0-172,0
9	siano łąkowe, I pokos meadow hay, 1st cut	887,5 779,0-977,6	903,4 854,0-1032,6	837,1 778,4-913,0
10	siano łąkowe, II pokos meadow hay, 2nd cut	412,9 363,5-478,2	411,5 355,5-462,1	388,4 357,0-433,0
11	siano łąkowe meadow hay	535,4 316,2-723,8	525,1 367,6-614,7	424,7 310,0-641,4
12	trawa, susz hay, meal	457,1 374,0-542,4	421,1 355,0-464,9	352,0 283,0-465,0
13	ziemniaki, kłęby potatoes, tubers	625,6 486,0-714,0	621,7 464,5-706,3	522,5 407,0-709,0
14	buraki cukrowe, liście sugar beets, leaves	316,9 221,0-376,8	312,7 213,0-363,5	289,7 220,0-365,9
15	buraki cukrowe, korzenie sugar beets, roots	136,7 100,0-176,4	136,0 106,4-156,4	127,5 103,0-151,7
	\bar{x}	308,0	302,4	268,2

T a b e l a 9

Zawartość manganu oznaczana po mokrej i suchej mineralizacji
/wartości średnie i wahań w ppm a.s.m./
Manganese content determined after wet and dry mineralization
/mean values and fluctuations, in ppm of abs.d.m./

Nr No.	Roślina - Crop plants	Mineralizacja mokra Wet mineralization		Mineralizacja sucha Dry mineralization	
		I	II	III	
1	pszenica, ziarno wheat, grain	40,1 34,0-44,8	40,4 35,1-44,4	38,9 35,3-46,0	
2	jęczmień, ziarno barley, grain	20,7 15,0-24,9	21,5 18,0-24,9	21,7 18,0-28,6	
3	owies, ziarno oats, grain	62,1 52,0-70,7	62,7 55,5-72,6	60,3 52,0-68,0	
4	kukurydza, ziarno maize, grain	15,5 11,0-19,0	15,3 12,0-18,7	14,3 12,0-18,2	
5	bobik, ziarno field bean, grain	20,8 16,7-25,4	21,2 17,9-25,9	20,8 16,7-27,6	
6	rzepak, ziarno rape, seed	46,5 37,3-52,5	49,0 39,8-55,8	45,5 36,3-52,4	
7	pszenica, słoma wheat, straw	15,3 12,0-19,2	13,7 11,7-16,6	15,0 13,0-18,5	
8	żyto, słoma rye, straw	85,9 76,2-98,3	87,2 70,7-107,7	82,2 70,3-90,4	
9	siano łąkowe, I pokos meadow hay, 1st cut	96,4 80,0-114,6	101,4 91,0-118,6	98,1 99,0-109,4	
10	siano łąkowe, II pokos meadow hay, 2nd cut	173,3 134,0-188,3	177,6 162,5-193,0	173,8 142,7-193,9	
11	siano łąkowe meadow hay	39,2 32,5-48,0	44,6 37,6-50,0	40,1 34,4-48,0	
12	trawa, susz hay, mead	127,3 101,5-143,3	132,4 107,7-159,7	129,3 116,5-143,3	
13	ziemniaki, kłębki potatoes, tubers	28,5 22,9-33,8	28,5 24,0-35,0	27,2 24,0-39,3	
14	buraki cukrowe, liście sugar beets, leaves	916,2 803,7-1194,2	919,4 706,6-1079,7	899,7 738,0-1045,1	
15	buraki cukrowe, korzenie sugar beets, roots	39,2 30,7-46,0	39,6 34,1-45,0	39,2 31,8-44,0	
	\bar{X}	115,1	117,0	113,7	

więc punktu widzenia badane sposoby mineralizacji uznać można za równorzędne.

Średnie zawartości żelaza (tab. 8) dla wszystkich próbek, oznaczone po spalaniu sposobami I i II, były większe od średniej uzyskanej sposobem III. Podobnie ukła-

dały się zawartości średnie tego pierwiastka we wszystkich analizowanych próbkach, z wyjątkiem próbki 1. Uwagę zwracają stosunkowo duże skrajne odchylenia od zawartości średnich żelaza w poszczególnych roślinach zarówno po mineralizacji

T a b e l a 10

Zawartość miedzi oznaczana po mokrej i suchej mineralizacji
/wartości średnie i wahania w ppm a.s.n./

Copper content determined after wet and dry mineralization
/mean values and fluctuations, in ppm of abs.d.m./

Nr No.	Roślina - Crop plants	Mineralizacja mokra Wet mineralization	Mineralizacja sucha Dry mineralization	
		I	II	III
1	pszenica, ziarno wheat, grain	3,1 2,4-3,8	2,8 2,5-3,7	2,9 2,5-3,5
2	jęczmień, ziarno barley, grain	3,0 3,2-4,5	3,7 3,0-4,5	3,9 3,0-4,9
3	owies, ziarno oats, grain	2,7 2,2-3,9	2,8 2,0-3,4	2,2 1,6-2,8
4	kruszczyca, ziarno maize, grain	2,7 2,0-3,4	2,9 2,4-3,4	2,6 1,6-3,5
5	bobik, ziarno field bean, grain	14,3 11,4-16,9	14,1 12,4-15,2	14,4 12,8-16,3
6	rzepak, ziarno rape, seed	4,5 3,8-5,3	4,7 4,0-5,2	4,4 3,5-5,6
7	pszenica, słoma wheat, straw	2,8 2,0-3,7	1,9 1,5-3,6	2,7 1,5-3,8
8	żyto, słoma rye, straw	2,6 2,1-3,3	2,1 1,5-2,8	2,3 2,0-2,7
9	siano łąkowe, I pokos meadow hay, 1st cut	5,3 4,3-6,3	5,1 4,0-6,5	5,3 4,8-6,0
10	siano łąkowe, II pokos meadow hay, 2nd cut	5,3 4,0-5,9	5,1 4,4-5,7	5,1 4,5-5,8
11	siano łąkowe meadow hay	7,8 6,2-9,5	7,7 7,2-8,3	7,8 7,0-8,6
12	trawa, siana hay, meal	6,2 5,4-7,0	5,8 5,3-7,4	6,0 5,0-6,5
13	ziemniaki, kłąby potatoes, tubers	6,5 6,3-7,6	6,4 5,2-7,5	6,5 5,0-7,0
14	buraki cukrowe, liście sugar beets, leaves	7,5 6,5-8,4	7,6 6,7-8,3	7,5 7,0-9,3
15	buraki cukrowe, korzenie sugar beets, roots	3,9 3,0-5,0	3,5 3,2-4,3	3,9 3,6-4,4
	\bar{x}	5,3	5,1	5,2

Zawartość cynku oznaczana po mokrej i suchej mineralizacji
/wartości średnie i wahanía w ppm a.s.m./

Zinc content determined after wet and dry mineralization
/mean values and fluctuations, in ppm of abs.d.m./

Nr No.	Roślina - Crop plants	Mineralizacja mokra Wet mineralization		Mineralizacja sucha Dry mineralization	
		I	II	III	III
1	pszenica, ziarno wheat, grain	20,6 16,6-26,8	20,5 17,0-25,8	18,3 13,9-25,0	
2	jęczmień, ziarno barley, grain	31,3 23,0-36,4	31,4 25,3-38,0	31,3 27,5-33,7	
3	owies, ziarno oats, grain	40,4 32,1-46,7	40,4 34,3-44,5	37,6 32,9-40,2	
4	kukurydza, ziarno maize, grain	35,0 25,0-44,5	36,8 28,7-42,2	33,0 25,0-38,2	
5	bobik, ziarno field bean, grain	71,2 66,4-78,5	70,3 67,9-79,7	69,3 61,8-74,8	
6	rzepak, ziarno rape, seed	56,9 49,0-63,3	58,4 50,7-65,0	52,5 47,0-57,9	
7	pszenica, słoma wheat, straw	11,1 7,5-15,1	10,9 8,5-14,1	10,7 7,6-14,0	
8	żyto, słoma rye, straw	29,1 23,8-33,8	28,5 24,4-30,6	27,4 24,1-30,8	
9	siano łąkowe, I pokos meadow hay, 1st cut	30,1 20,2-42,4	31,8 25,0-41,4	28,3 22,0-36,4	
10	siano łąkowe, II pokos meadow hay, 2nd cut	50,3 41,3-56,5	51,2 43,1-58,8	51,1 42,9-55,7	
11	siano łąkowe meadow hay	32,3 27,8-40,9	32,7 25,0-37,5	32,3 26,0-35,7	
12	trawa, susz hay, meal	24,5 17,3-29,9	26,2 21,5-30,1	22,4 16,2-29,8	
13	ziemniaki, kłąby potatoes, tubers	21,6 15,8-26,7	21,6 16,5-25,8	18,4 13,4-26,2	
14	buraki cukrowe, liście sugar beets, leaves	208,3 138,0-280,0	202,9 115,4-285,0	202,0 155,0-280,0	
15	buraki cukrowe, korzenie sugar beets, roots	16,1 11,5-21,9	16,5 12,2-20,0	15,5 12,3-17,5	
	\bar{x}	45,3	45,3	43,3	

suchej, jak i mokrej. Prezentowane wyniki świadczą o równorzędnej przydatności sposobów I i II mineralizacji w oznaczeniach tego pierwiastka.

Przedstawione w tab. 9 wyniki oznaczeń manganu dowodzą, że wszystkie porównywane sposoby mineralizacji materiału roślinnego uznać można za równorzędne w oznaczeniach tego pierwiastka.

Zawartość miedzi (tab. 10) kształtowała się średnio na zbliżonym poziomie niezależnie od sposobu mineralizacji. Różnica bowiem między I i II sposobem nie przekroczyła 5% wartości względnej. Na zbliżonym poziomie układały się wartości

T a b e l a 1 2

Zawartość molibdenu oznaczana po mokrej i suchej mineralizacji
/wartości średnie i wahania w ppm a.s.n./

Molybdenum content determined after wet and dry mineralization
/mean values and fluctuations, in ppm of abs.d.m./

Nr No.	Roślina - Crop plants	Mineralizacja mokra Wet mineralization		Mineralizacja sucha Dry mineralization	
		I	II	III	
1	pszenica, ziarno wheat, grain	0,185 0,118-0,263	0,205 0,100-0,350	0,220 0,088-0,381	
2	jęczmień, ziarno barley, grain	0,411 0,260-0,527	0,387 0,240-0,532	0,341 0,260-0,475	
3	owies, ziarno oats, grain	0,344 0,300-0,586	0,463 0,400-0,586	0,420 0,330-0,512	
4	kukurydza, ziarno maize, grain	0,200 0,100-0,296	0,203 0,140-0,293	0,209 0,088-0,290	
5	bobik, ziarno field bean, grain	0,911 0,640-1,360	0,951 0,458-1,234	1,000 0,630-1,450	
6	rzepak, ziarno rape, seed	0,301 0,200-0,399	0,312 0,200-0,399	0,316 0,207-0,556	
7	pszenica, słoma wheat, straw	0,418 0,320-0,525	0,428 0,360-0,515	0,405 0,270-0,474	
8	żyto, słoma rye, straw	0,244 0,132-0,358	0,209 0,152-0,310	0,189 0,105-0,315	
9	siano łąkowe, I pokos meadow hay, 1st cut	0,429 0,340-0,537	0,414 0,380-0,543	0,445 0,350-0,591	
10	siano łąkowe, II pokos meadow hay, IIind cut	0,386 0,280-0,512	0,387 0,260-0,550	0,404 0,299-0,475	
11	siano łąkowe meadow hay	0,413 0,324-0,548	0,443 0,347-0,597	0,395 0,174-0,544	
12	trawa, susz hay, meal	0,390 0,250-0,485	0,393 0,275-0,485	0,372 0,260-0,460	
13	ziemniaki, kłęby potatoes, tubers	0,328 0,210-0,409	0,322 0,260-0,616	0,333 0,130-0,616	
14	buraki cukrowe, liście sugar beets, leaves	0,335 0,220-0,610	0,356 0,260-0,460	0,300 0,200-0,435	
15	buraki cukrowe, korzenie sugar beets, roots	0,232 0,115-0,359	0,225 0,106-0,319	0,184 0,106-0,334	
	\bar{x}	0,368	0,380	0,369	

średnie w poszczególnych próbkach, przy czym największe różnice stwierdzono w słomie pszenicy i żyta (próbki 7 i 8), w których zawartość tego składnika oznaczona po mineralizacji mokrej była średnio wyraźnie większa od wartości uzyskanych po mineralizacji suchej. Uwagę zwracają duże wahania oznaczeń, niezależnie od sposobu spalania substancji organicznej, uzyskane we współpracujących laboratoriach. W oparciu o wartości średnie można uznać oba sposoby suchej mineralizacji za równorzędne z mineralizacją mokrą.

Zawartości średnie cynku (tab. 11) po różnej mineralizacji materiału roślinnego były zbieżne, z wyjątkiem wyników uzyskanych sposobem III, które były niższe o 4% wartości względnej od wyników uzyskanych w pozostałych sposobach mineralizacji. Tak więc w oparciu o dane analityczne stwierdzić należy, że sposób mineralizacji roślin nie wpłynął w zasadniczy sposób na wyniki oznaczeń cynku.

Podobnie jak w przypadku cynku, średnie zawartości molibdenu (tab. 12) w poszczególnych próbkach po mineralizacji porównywanymi sposobami były zbliżone do siebie, w wielu przypadkach nie różniąc się zasadniczo między sobą. Wartości średnie dla wszystkich oznaczeń były zbieżne, świadcząc o równorzędności spawania badanego materiału w drodze mokrej lub suchej do oznaczeń zawartości molibdenu.

OCENA STATYSTYCZNA WYNIKÓW

Uzyskane wyniki analityczne poddano ocenie statystycznej. Przede wszystkim dokonano sprawdzenia danych analitycznych z poszczególnych laboratoriów według wzoru:

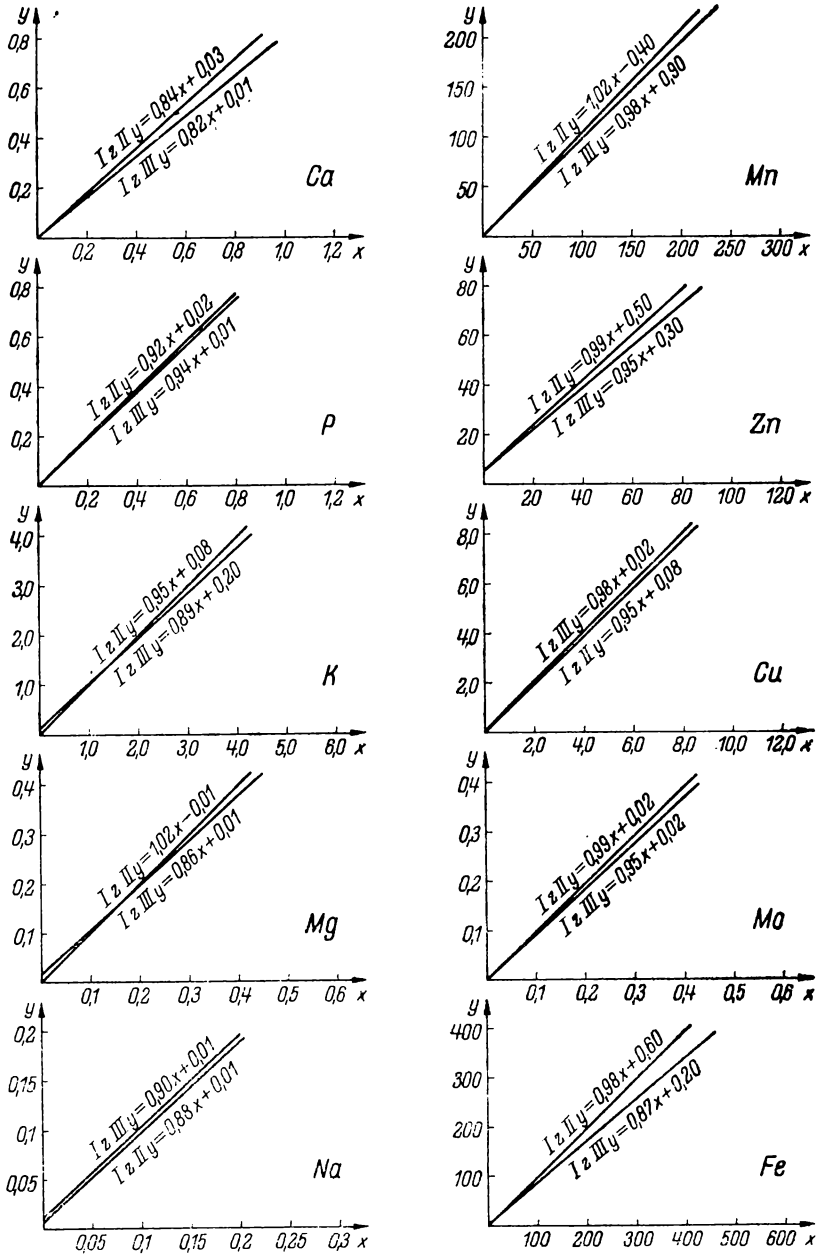
$$t = \frac{\bar{x} - x}{\gamma}$$

eliminując wartości w przypadku, gdy $t \geq 3$, co świadczyło o ich dużych odchyleniach od średniej masy rozkładu [6]. Powyższemu testowi poddano wszystkie wyniki analityczne, stosując program Sig [7], odrzucając z dalszych rozważań 17 spośród nich.

Obliczone współczynniki korelacji dla porównywanych sposobów rozkładu substancji organicznej wykazały, że wszystkie wyniki uzyskane po suchej mineralizacji (sposoby II i III) były istotnie dodatnio skorelowane z wynikami uzyskanymi po mineralizacji mokrej.

U celu zbadania, czy przy zastosowaniu suchej mineralizacji II i III wyniki oznaczeń analitycznych są takie same jak po mineralizacji na mokro, zastosowano do obliczeń test równoległości i identyczności prostych regresji [6].

Charakter przebiegu prostych regresji przy sposobach I/II i I/III przedstawiono indywidualnie dla poszczególnych składników na rys. 1, podając jednocześnie obliczone równanie regresji prostoliniowej. Z przedstawionych wartości wynika, że w przypadku porównywania sposobu I z II zależność y od zmiennej x można opisać tym samym równaniem $y=x$, co oznacza, że pomiary dokonane obu sposo-



Rys. 1. Proste regresji i współczynniki korelacji dla poszczególnych składników oznaczonych po mineralizacji mokrej I i suchej II i III

Regression straight lines and correlation coefficients for particular elements determined after wet (I) and dry (II, III) mineralization

bami są identyczne. Wyjątek stanowią jedynie oznaczenia wapnia w roślinach o większej zawartości tego składnika.

W przypadku porównywania sposobu I i III równania $y = x$ odpowiadają oznaczenia fosforu, potasu, sodu, manganu, miedzi i molibdenu. Zawartość pozostałych składników: wapnia, magnezu, żelaza i cynku, kształtowała się na poziomie $y > x$, co oznacza, że wartości uzyskane po mineralizacji mokrej (sposób I) były wyższe od wyników uzyskanych po mineralizacji suchej sposobem III.

PODSUMOWANIE

Mimo przyjęcia w wielu laboratoriach mineralizacji mokrej, jako obowiązującej w analizie materiału roślinnego na zawartość makro- i mikroelementów, wielu autorów zwraca uwagę na niedogodność tego postępowania, podkreślając między innymi [9]:

- trudność w rozłożeniu większych naważek substancji roślinnej, często niezbędnych przy oznaczeniach niektórych mikroelementów,
- czasochłonność procesu mokrej mineralizacji,
- możliwość wniesienia do badanej substancji wraz z kwasami używanymi do mineralizacji szeregu mikroelementów,
- w przypadku oznaczania mikroelementów metodą atomowo-absorpcyjnej spektrofotometrii konieczność odparowania z próbek nadmiaru kwasów, co jest szczególnie długotrwałą i pracochłonną czynnością analityczną,
- duży koszt niezbędnych odczynników.

Z uwagi na wymienione niedogodności mineralizacja mokra coraz częściej w wielu laboratorach krajowych i zagranicznych ustępuje miejsca mineralizacji suchej [5, 8]. Jak to jednak wykazano w jednej z wcześniejszych prac zbiorowych [9], przy tym sposobie rozkładu substancji organicznej do uzyskania prawidłowych i powtarzalnych wyników analitycznych niezbędne jest ściśle ujednoczenie i przestrzeganie warunków mineralizacji, a przede wszystkim:

- wielkości odważek i stopnia rozdrobnienia materiału roślinnego, co ma zasadnicze znaczenie w procesie pełnego spalania. Należy zaznaczyć, że zdaniem niektórych autorów [9] podwyższanie temperatury mineralizacji w dopuszczalnych granicach (do 600°C) lub przedłużenie ogrzewania (do 48 godz.) nie wpływa w istotny sposób na przyspieszenie reakcji utleniania;
- temperatury i okresu mineralizacji z uwagi na możliwość powstania strat niektórych składników. Zwraca się uwagę, aby próbki były wstawiane do zimnego pieca i następnie stopniowo ogrzewane do wymaganej temperatury;
- sposobu utleniania części nie spalonych w popiele i przeprowadzenia składników popielnych do roztworu.

Zachowując jednolite, ściśle określone warunki mineralizacji, uzyskano w niniejszych badaniach, jak to wynika z tab. 13, dobrą zgodność wyników oznaczeń tak makro-, jak mikroelementów.

Spośród dwu porównywanych sposobów suchej mineralizacji lepszą zgodność średnich wyników analitycznych, w porównaniu ze zunifikowaną mineralizacją

Zawartość makro- i mikroelementów w roślinach oznaczonych po mineralizacji suchej w wartościach względnych /sposób I mokry = 100/
 Content of macro- and microelements in plants of crops determined after dry mineralization, in relative values /wet method I = 100/

Składnik - Element	Sposoby suchej mineralizacji Dry mineralization methods	
	II	III
P	96,9	96,9
K	100,0	101,3
Ca	90,0	87,5
Mg	94,7	89,4
Na	98,9	100,0
Fe	98,0	87,0
Mn	101,7	99,1
Cu	96,3	98,2
Zn	100,0	95,6
Mo	103,2	100,0

mokłą, uzyskano sposobem II (tab. 13). Z wyjątkiem wapnia, dla którego uzyskane wartości były średnio niższe o 10%, oznaczenia pozostałych składników świadczą o równorzędności mokrego i suchego sposobu (II) rozkładu substancji organicznej przy użyciu stężonego kwasu azotowego.

W sposobie III suchej mineralizacji z azotanem amonowym ujawniły się pewne różnice w wartościach średnich (w porównaniu z rozkładem na mokro) w oznaczeniach wapnia, magnezu i żelaza. Należy jednak uwzględnić, że prezentowane wyniki pochodzą z 19 różnych laboratoriów chemiczno-rolniczych, biorących udział w badaniach porównawczych. Celowe wydaje się kontynuowanie prac nad doskonaleniem warunków mineralizacji sposobem III, zalecanym zresztą w niektórych krajach (NRD), stwarzającym możliwość dodatkowego oznaczenia ilościowego boru w materiale roślinnym.

LITERATURA

- [1] Kamińska W., Roszyk E., Roszyk S., Strahl A.: Przydatność suchej mineralizacji materiału roślinnego do oznaczeń zawartości żelaza i niektórych mikroelementów. Roczn. glebozn. 29, 1978, 2, 43.
- [2] Roszyk S., Roszyk E., Biegus J.: Przydatność sposobów suchej mineralizacji materiału roślinnego do oznaczeń zawartości makro- i mikroelementów. Roczn. glebozn. 28, 1977, 2, 205.
- [3] Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. II. Badania materiału roślinnego. Wydanie IUNG, Puławy 1972.
- [4] Strahl A., Roszyk E.: Porównanie metod mokrego i suchego spalania materiału roślinnego celem oznaczenia zawartości makro- i mikroelementów. Sprawozdanie w zadaniu 2.2, IUNG Wrocław, maszynopis. 1978.

- [5] Minczewska M., Brasznarowa A.: Sroawnitelne izpitwanie na niskoi naczini za mineralizacja na rastitelen material pri serien analiz za opredeljaneta na P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Mn, Fe po metodite na sawremennata spektrofotometrija. Poczwoznanie i Agrohimiija 1, 1975, 1/4.
- [6] Bartkowiakowa A.: Podstawowe algorytmy statystyki matematycznej. PWN, Warszawa 1979.
- [7] Bartkowiakowa A.: Opis merytoryczny programów statystycznych. Wyd. Uniw. Wrocł. 1978.
- [8] Bartkowiakowa A.: Referenzmethoden für die Bestimmung der Mineralstoffe in der Pflanzen. Kali-Briefe, Fachgebiet 5, Folge 32, 1971.
- [9] Bartkowiakowa A.: Metodyczne podstawy analizy roślinnej dla oznaczenia makro- i mikroelementów. Sprawozdanie z międzynarodowych badań w zadaniu 5.1, Wrocław 1975.
- [10] Maćkowiak C., Kamińska W., Strahl A.: Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. III. Badanie nawozów organicznych. Wyd. IUNG-Puławy, 1977.

В. КАМИНЬСКА, Т. КАРДАШ, Е. РОШЫК, С. РОШЫК А. ШТРАЛЬ, З. СТРОЕК

МЕТОДЫ СУХОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МАКРО-И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Научно-методический центр п/д агрохимических станций Института растениеводства, удобрения и почвоведения, Филиал во Вроцлаве

Институт агрохимии, почвоведения и удобрения Сельскохозяйственной академии во Вроцлаве

Резюме

В 19 лабораториях страны, занимающихся анализом растительного материала, сравнивали пригодность двух способов сухого озоления для массовых определений макро- и микроэлементов. Результаты аналитических определений в 15 образцах разных культурных растений сравнивали с результатами полученными при мокром озолении, применяемом обычно в агрохимических станциях]

Исследования показали, что при тщательном соблюдении условий сухого озоления органического вещества полученные средние данные анализов оказываются сходными с результатами мокрого озоления. Исключение в этом отношении составляли только кальций во втором способе и кальций, магний и железо в третьем способе, количества которых при сухом озолении были в среднем на 10-13% ниже.

W. KAMIŃSKA, T. KARDASZ, E. ROSZYK, S. ROSZYK, A. STRAHL, Z. STROJEK

METHODS OF DRY MINERALIZATION OF VEGETAL MATERIAL FOR DETERMINATION OF THE CONTENT OF SOME MACRO- AND MICROELEMENTS

Institute of Soil Science and Cultivation of Plants, Silesian Branch Division in Wrocław

Summary

Comparative investigations on the usefulness of two dry mineralization methods for serial determination of a number of macro- and microelements were carried out in 19 domestic laboratories dealing with the plant material analysis. The results of analytical determinations in 15 sam-

ples of various crops and their parts were compared with the results obtained after wet mineralization applied commonly in the Agricultural Chemistry Stations.

The investigations have proved that at an exact observance of many conditions of the dry decomposition of organic matter, the results obtained (mean contents) would be conformable with those of wet mineralization. An exception in this case constitute calcium determined by the method II as well as calcium, magnesium and iron — by the method III, mean amounts of which determined after dry mineralization were less by 10–13%.

Dr Wanda Kamińska
Wrocławski Oddział IUNG
Wrocław, pl. Engelsa 5