

Recenzja

**Pracy doktorskiej mgr Doroty Bajek pt., „Oznaczenie zawartości
wybranych składników mineralnych w próbkach produktów spożywczych
metodą płomieniowej absorpcyjnej spektroskopii atomowej (FAAS)”,
wykonanej w Instytucie Chemii, na Wydziale Nauk Ścisłych,
Przyrodniczych i Technicznych Uniwersytetu Humanistyczno-
Przyrodniczego im. Jana Długosza w Częstochowie pod kierunkiem prof. dr
hab. Cezarego Kozłowskiego**

Opiniowana rozprawa doktorska liczy 117 stron maszynopisu. Składa się z dwóch zasadniczych części- wstępnej zatytułowanej, „Część literaturowa” i „Części eksperymentalnej” zawierającej tezy i cel pracy, metodykę badań, wyniki i ich omówienie oraz podsumowanie i wnioski. Część wstępną poprzedza streszczenie w języku polskim i angielskim, spis treści, wykaz stosowanych symboli i oznaczeń w tekście pracy oraz krótkie wprowadzenie informujące o tematyce pracy. Na końcu rozprawy jest zamieszczona literatura licząca 80 cytowanych pozycji źródłowych (w tym 16 odnośników z ostatnich dziesięciu lat), wykaz rysunków i tabel oraz dorobek naukowo-badawczy Doktorantki (wykaz publikacji i komunikatów prezentowanych na konferencjach krajowych, uczestnictwo w seminariach oraz udział w licznych szkoleniach). Doktorantka uzyskała pierwszy stopień specjalizacji w zakresie

analitiky sanitarnej, Zakład Analitiky Farmaceutycznej, Studium Farmacji, CMKP, Bydgoszcz 1998.

Część literaturową rozprawy zawartą w sześciu rozdziałach na stronach 8-29 rozpoczyna omówienie źródeł wybranych składników mineralnych występujących w organizmie człowieka w postaci różnych związków nieorganicznych i organicznych oraz ich roli w funkcjonowaniu organizmu ludzkiego. Ilości te są różne, wynoszą od ok. kilku gramów do kilkudziesięciu miligramów i stanowią podstawę podziału na makro- i mikroelementy. Makroelementy są to składniki mineralne takie jak wapń, fosfor, magnez, potas, sód, chlor i siarka. Do mikroelementów natomiast zalicza się żelazo, cynk, miedź, kobalt, jod, mangan i selen. Doktorantka omówiła fizjologiczną rolę wapnia, magnezu, potasu i sodu w organizmie człowieka. Wapń należy do najważniejszych makroelementów. Jego zdecydowana większość zgromadzona jest w kościach w postaci apatytów, a około 1% występuje w roztworze głównie w płynie śródkomórkowym i pozakomórkowym. Stopień biodostępności wapnia(II) przyjmowanego z pożywieniem zależy m.in. od czynników takich jak: formy w jakiej wapń(II) jest podawany, związków towarzyszących w pożywieniu oraz stanów fizjologicznych. Wchłanianie wapnia(II) ułatwia przede wszystkim witamina D i laktoza. Jak wynika z danych literaturowych podawanie suplementów wapnia równocześnie z hydrolizatem hordeiny (białkiem występującym w jęczmieniu) wielokrotnie zwiększa przyswajanie tego pierwiastka. Peptydy zawarte w tym hydrolizacie kompleksują jony wapnia co ułatwia jego wchłanianie. Jego działanie fizjologiczne polega na aktywowaniu wydzielania wielu hormonów, enzymów oraz neurotransmiterów. Rola wapnia w organizmie ludzkim polega m.in. na zapewnieniu prawidłowego



wzrostu i rozwoju organizmu, prawidłowej pobudliwości synaps układu mięśniowo-nerwowego, opóźnieniu występowania zmęczenia mięśni oraz zapewnieniu prawidłowej czynności serca i krzepliwości krwi.

Magnez odgrywa bardzo ważną rolę w regulowaniu cyklu komórkowego, większość rozpuszczonych jonów Mg^{2+} występujących w organizmach żywych znajduje się w przestrzeniach wewnątrzkomórkowych. Magnez aktywuje ponad 300 enzymów i hormonów w tym enzymów związanych z metabolizmem białek cukrów, lipidów i kwasów nukleinowych. Stabilizuje rybosomy i lizosomy oraz bierze udział w tworzeniu białka. Magnez jest nazywany pierwiastkiem życia lub spokoju. Jego rola w organizmie człowieka m.in. polega na udziale w procesach syntezy i rozpadu związków wysokoenergetycznych przede wszystkim ATP, zapewnieniu kurczliwości mięśni, związana jest z mechanizmami termoregulacji oraz z działaniem synaps nerwowomięśniowych.

Potas w organizmie ludzkim występuje głównie w płynie wewnątrzkomórkowym, tylko 2% potasu znajduje się w płynach pozakomórkowych. Jego rola w organizmie człowieka m.in. polega na wpływie na gospodarkę wodno-elektrolitową ustroju, regulacji równowagi kwasowo-zasadowej i ciśnienia osmotycznego, zwiększeniu przepuszczalności błony komórkowej, podniesienie napięcia mięśni oraz zwiększeniu czynności gruczołów wydzielniczych. Rozdział ten kończą informacje na temat sodu.

Jony sodu występują głównie w płynach pozakomórkowych i są wykorzystywane w organizmach żywych do utrzymywania właściwego potencjału elektrycznego błon komórkowych. Z wnętrza komórek nadmiar jonów sodowych usuwany jest przez pompy sodowo-potasowe, będące białkowymi elementami wbudowanymi w błony komórkowe. Jego rola w



organizmie ludzkim m.in. polega na zapewnieniu równowagi osmotycznej w płynach ustrojowych oraz udziale w procesach kurczliwości mięśni i przewodnictwie nerwów. W następnym rozdziale omówiła wzbogacanie żywności składnikami mineralnymi w świetle obowiązującego ustawodawstwa. Żywność jest produktem przetworzonym, częściowo przetworzonym, względnie nieprzetworzonym przeznaczonym do jedzenia przez ludzi. Warunkiem zapewnienia prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego jest dostarczenie niezbędnych składników odżywczych w tym składników mineralnych których źródłem jest żywność, woda pitna oraz suplementy diety. Zawartość składników mineralnych w produktach żywnościowych jest bardzo zróżnicowana i uzależniona m.in. od rodzaju produktu, sposobu jego przechowywania oraz od poziomu zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Jak wynika z danych literaturowych niewłaściwe wzbogacanie żywności w składniki mineralne może prowadzić do zaburzeń proporcji między nimi, co ma niekorzystny wpływ na organizm ludzki. Przykładowo istotnym dla bilansu wapnia w organizmie jest odpowiedni stosunek Ca(II) do Mg(II), który powinien wynosić 2:1. Ponadto stwierdzono, że sód i potas mają niekorzystny wpływ na organizm ludzki w przypadku niedoboru jednego z nich oraz nadmiaru drugiego. W technologiach przetwarzania żywności zawartość potasu zmniejsza się, natomiast zwiększa się zawartość sodu. W rozdziale czwartym Doktorantka przedstawiła techniki instrumentalne takie jak płomieniowa absorpcyjna spektroskopia atomowa (FAAS), płomieniowa emisyjna spektroskopia atomowa (FAES), spektrometria mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS), atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), emisyjna



spektrometria płomieniowa z wykorzystaniem obrazu cyfrowego (DIB-FES), wstrzykowa analiza przepływowa (FIA), fotometria płomieniowa oraz chromatografia jonowa (IC) stosowane do oznaczania składników mineralnych w żywności. Podała liczne przykłady oznaczania makro- i mikroelementów za pomocą w/w technik ze szczególnym uwzględnieniem płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej. W badaniach międzylaboratoryjnych (zorganizowanych przez niemieckie laboratorium Kempten Muva) biegłości w zakresie oznaczania zawartości wapnia, magnezu, potasu i sodu w produktach mlecznych większość uczestników stosowało tą technikę. FAAS stosowano do oznaczenia szeregu pierwiastków w próbkach jaj kurzych, mleka krowiego, miodu, czekolady o różnej zawartości kakao oraz w mieszankach modyfikowanych przeznaczonych dla niemowląt i małych dzieci. W rozdziale piątym omówiła najczęściej stosowane sposoby przygotowania próbek żywności do analizy jakimi są mineralizacja sucha i mokra. Mineralizacja sucha polega na spopieleniu części organicznej matrycy w atmosferze powietrza w temperaturze 673-873K. Następnie otrzymany popiół jest roztwarzany w odpowiednim kwasie lub mieszaninie kwasów. Mineralizacja mokra polega na rozkładzie części organicznej próbki za pomocą utleniaczy takich jak np. kwas azotowy i siarkowy. Większość procedur analitycznych wymaga rozpuszczalnych w wodzie matryc. Z tego też względu często konieczne jest wyizolowanie składników mineralnych z matrycy organicznej. Rozkład części organicznej prowadzi się na sucho lub mokro w układach otwartych lub zamkniętych stosując określone warunki termiczne, ultradźwięki, ultrafiolet lub mikrofałe. Doktorantka podała przykłady mineralizacji na sucho lub mokro różnych produktów spożywczych. Rozdział szósty poświęcony jest omówieniu walidacji



metod oznaczania składników mineralnych w żywności. Walidacja metody ma na celu określenie takich parametrów jak: specyficzność/selektywność, granica wykrywalności, granica oznaczalności, zakres liniowości, zakres pomiarowy, czułość, powtarzalność/precyzja pośrednia/odtwarzalność, poprawność metody oraz niepewność pomiaru. Autorka scharakteryzowała poszczególne parametry. Część literaturową rozprawy kończy rozdział siódmy poświęcony wpływowi rodzaju matrycy na oznaczanie zawartości składników mineralnych. Pomimo stosowania coraz nowocześniejszych i czulszych technik instrumentalnych, oznaczanie mikroskładników, a niekiedy także makroskładników w złożonych próbkach spożywczych jest nadal bardzo trudnym problemem z powodu tzw. „efektu matrycy” oraz różnego typu interferencji. Zjawiska powyższe wpływają niekorzystnie na czułość i dokładność oznaczeń składników mineralnych. Najbardziej uniwersalnym sposobem uniknięcia tego rodzaju trudności jest zastosowanie odpowiednich metod fizykochemicznych koncentracji i rozdzielania składników mineralnych oraz zastosowanie modyfikatorów matryc.

Celem rozprawy było określenie wpływu zastosowanych warunków mineralizacji na wyniki analiz przeprowadzonych metodą płomieniowej absorpcyjnej spektroskopii atomowej.

Zakres pracy obejmował

- ✓ Oznaczanie zawartości wapnia, magnezu, potasu i sodu w próbkach rzeczywistych żywności należących do różnych grup produktów spożywczych poddanych suchemu spopieleniu i zmineralizowanych mikrofalowo,
- ✓ Wyznaczanie podstawowych parametrów walidacyjnych metody na podstawie analizy materiału odniesienia z certyfikowaną zawartością



danych składników i próbek rzeczywistych fortyfikowanych dodatkiem roztworów wzorcowych oznaczanych pierwiastków, poddanych suchemu spopieleniu oraz zmineralizowanych mikrofalowo

- ✓ Próby określenia wpływu stanu skupienia próbek żywności, ich złożoności, wielkości i stanu jednorodności odważek oraz sposobu mineralizacji na wyniki uzyskanych badań

Materiałem do badań były próbki żywności należące do różnych grup produktów spożywczych (rzeczywiste i fortyfikowane dodatkiem roztworów wzorcowych oznaczanych pierwiastków) takich jak: suplementy diety o niskiej zawartości oznaczanych pierwiastków, tabletki musujące PLUSSSZ, tabletki musujące Zdrowit MM witaminy i minerały + luteina, tabletki musujące o smaku limonkowo-cytrynowym Vita Plus ISOSPORT, suplement diety o wysokiej zawartości oznaczanych pierwiastków – tabletki WMC Wapń-Magnez-Cynk, środki specjalnego przeznaczenia żywieniowego o konsystencji stałej: mleko dla niemowląt NAN2 i kaszka mleczno-ryżowa NESTLE, środki specjalnego przeznaczenia żywieniowego o konsystencji płynnej: sok z marchwi i jabłek BOBOFRUT i modyfikowane mleko w płynie dla dzieci powyżej 1 do 3 roku życia Bebiko Junior 3, mięso surowe – łopatka wieprzowa bez kości, produkty mleczne: mleko Mlekovita Plus 2% tłuszczu i mleko UHT HEJ 2% tłuszczu, produkt zbożowy- otręby owsiane, owoc świeży – jabłko Kortland, napój niegazowany o smaku grejpfrutowym Veroni Mineral oraz próbki materiału odniesienia z certyfikowaną zawartością danych składników BCR-O63R Skim Milk Powder IRRM i soku pomarańczowego analizowanego w ramach badań biegłości zorganizowanych przez LGC Standards, Program QBS (Quality in Beverages Scheme), próbka nr 510, runda BV250. Próbki produktów



żywnościowych poddała spopieleniu w piecu muflowym oraz mineralizacji mikrofalowej (na mokro). Procedurę postępowania zmodyfikowała w oparciu o dane literaturowe, badania własne oraz Polską Normę.

Doktorantka dla każdego z badanych produktów żywnościowych określiła optymalną wielkość odważki (zależną od stopnia jednorodności i zastosowanego sposobu mineralizacji). Wykazała, że w przypadku suchego spopielenia wartości odzysku wapnia, magnezu, potasu i sodu zbliżone lub mieszczące się w granicach 90-110% uzyskano dla odważek o masie 0.05g próbek suplementów diety, 1.0g próbek środka specjalnego przeznaczenia żywieniowego – matrycy płynnej, mleka, jabłka Kortland i napoju o smaku grejpfrutowym, 0.10g próbek środka specjalnego przeznaczenia żywieniowego – matrycy stałej i 0.50g próbek mięsa surowego i otrębów owsianych. Stwierdziła, że w przypadku mineralizacji mikrofalowej wielkości odważek dla których otrzymano zadawalającą wartość odzysku wynosiły odpowiednio: 0.025g próbek suplementów diety, 0.10g środków specjalnego przeznaczenia żywieniowego, mięsa surowego, produktu zbożowego i jabłka Kortland, 0.25g mleka oraz 1.0g napoju grejpfrutowego. Określiła optymalne warunki procesu mineralizacji w/w próbek rzeczywistych i wzbogaconych dodatkiem roztworów wzorcowych oznaczanych pierwiastków. Wykazała, że w przypadku suchego spopielenia badanych próbek wartości odzysku wapnia, magnezu, potasu i sodu zbliżone lub mieszczące się w przedziale 90-110% uzyskano dla środka specjalnego przeznaczenia żywieniowego -matrycy płynnej, jabłka Kortland i napoju grejpfrutowego już w temperaturze 773K po 3 godzinach mineralizacji. Pozostałe próbki wymagały wyższej temperatury i dłuższego czasu spopielenia. Maksymalny czas mineralizacji w temperaturze 873K wynosił 16 godzin dla



środka spożywczego specjalnego przeznaczenia żywieniowego – matryca stała, natomiast czas mineralizacji pozostałych próbek w tej temperaturze był znacznie krótszy. Zbadala również skuteczność stosowania modyfikatorów matrycy takich jak chlorek lantanu(III) w przypadku oznaczania wapnia i magnezu oraz chlorek cezu(I) przy oznaczaniu zawartości potasu i sodu. Wykazała w większości przypadków korzystny wpływ modyfikatora na wyniki oznaczeń wapnia, magnezu, potasu i sodu w badanych matrycach. Określiła zakresy stężeń, wartości średnie wyników oznaczeń wapnia, magnezu, potasu i sodu w w/w spoielonych lub mineralizowanych mikrofalowo matrycach z uwzględnieniem standardowych rozszerzonych niepewności pomiarów oraz wartości rozstępów w odniesieniu do wartości średnich uzyskanych wyników. Stwierdziła, że w przypadku oznaczeń wapnia, magnezu, potasu i sodu w żywności po spoielaniu rozstęp pomiędzy wynikami oznaczeń poszczególnych pierwiastków stanowił więcej niż 50% wartości średniej wyniku dla 7 z 9 analizowanych matryc: wapnia i potasu – jednej, magnezu – dwóch oraz sodu czterech. Rozstęp pomiędzy wynikami oznaczeń wszystkich czterech pierwiastków stanowił mniej niż 50% w przypadku matryc takich jak: suplementy diety o niskiej i wysokiej zawartości oznaczanych pierwiastków, środka specjalnego przeznaczenia żywieniowego - matrycy stałej oraz mleka. Natomiast rozstęp pomiędzy wynikami wszystkich czterech pierwiastków stanowił więcej niż 50% wartości średniej wyniku dla napoju grejpfrutowego. Stwierdziła, że w przypadku oznaczania: wapnia najniższą wartość rozstępu odnotowano w suplemencie diety -9% a najwyższą w mięsie surowym -182%, magnezu najniższą wartość rozstępu odnotowano w środku specjalnego przeznaczenia żywieniowego- matryca stała- 3% a najwyższą w napoju



grejpfrutowym -67%, potasu najniższą wartość rozępu odnotowano w środku specjalnego przeznaczenia- matrycy płynnej - 10% a najwyższą. w napoju grejpfrutowym -200% oraz sodu najniższą wartość rozępu odnotowano w suplemencie diety -26% a najwyższą w napoju grejpfrutowym -200%. Wykazała, że rozstęp pomiędzy wynikami oznaczeń pierwiastków był mniejszy w przypadku suchego spopielenia (niż mineralizacji mikrofalowej) matryc bez względu na wielkość próbki poddanej badaniu. Doktorantka w celu porównawczym wykonała oznaczenia zawartości wapnia, magnezu, potasu i sodu w próbkach materiału odniesienia (z certyfikowaną zawartością danych składników) poddanych suchemu spopieleniu lub mineralizacji mikrofalowej. Wykazała, że wartości certyfikowane mieszczą się w określonych na etapie walidacji granicach niepewności pomiarów oznaczeń zawartości wapnia, potasu i sodu w próbkach poddanych zarówno suchemu spopieleniu jak i mineralizacji mikrofalowej oraz zawartości magnezu w próbkach spopielenych. Stwierdziła, że zawartość magnezu oznaczona w próbkach zmineralizowanych mikrofalowo odbiega od wartości certyfikowanej. Na podkreślenie zasługują oznaczenia zawartości wapnia, magnezu, potasu i sodu wykonane w próbce soku pomarańczowego w ramach badań biegłości organizowanych przez LGC Standards, Program QBS, próbka nr 510, runda BV250. Zawartość składników mineralnych oznaczyła w próbkach zakwaszonych nie poddanych mineralizacji oraz zmineralizowanych „na sucho” z dodatkiem kwasu chlorowodorowego i „na mokro” z dodatkiem kwasu azotowego techniką mikrofalową. Do analiz zastosowała dwie wielkości odważek, tj. 0.50g i 1,0g. Wykazała, że oznaczanie zawartości magnezu i sodu w próbce nie stanowiło większego problemu analitycznego. Stwierdziła, że zawartość potasu oznaczona w próbkach



poddanych suchemu spopieleniu znacznie odbiegała od zawartości w próbkach zakwaszonych i zmineralizowanych mikrofalowo, przy czym obliczona wartość odzysku była zadawalająca. Wykazała, że oznaczanie wapnia było kłopotliwe bez względu na wielkość odważki i sposób przygotowania próbek. Otrzymane wyniki oznaczeń wapnia znacznie różniły się między sobą, a wyznaczone wartości odzysku nie były zadawalające. Potwierdziła dane literaturowe dotyczące zwiększenia czułości oznaczania wapnia w obecności sodu i potasu, oraz że wartość absorbancji tego pierwiastka wzrasta przy zastosowaniu buforu dejonizującego. Dodatek cezu jest szczególnie korzystny. Doktorantka w przypadku wapnia przeprowadziła dodatkowe oznaczanie jego zawartości w soku pomarańczowym rozcieńczonym 10% roztworem HNO_3 . Do badań wykorzystwała odważki o różnych wielkościach, różny skład mieszaniny gazów palnych oraz różny sposób wyznaczania krzywej wzorcowej (metodą regresji liniowej lub metodą najmniejszych kwadratów). Wykazała, że zarówno skład mieszaniny gazów doprowadzonych do palnika jak i sposób wyznaczania krzywej wzorcowej nie miał istotnego wpływu na oznaczaną wartość wapnia. Koordynator badań biegłości porównał wyznaczone zawartości składników mineralnych z wartościami przypisanymi tj. medianami wyników uzyskanych przez poszczególne laboratoria uczestniczące w badaniach i obliczył wartości parametrów z -score lub z' -score. Wykazał, że zawartość oznaczanego wapnia stanowiła medianę wyników uzyskanych przez wszystkie laboratoria uczestniczące w badaniach biegłości. W przypadku oznaczania zawartości sodu nie wyznaczył wartości przypisanej i nie obliczył wartości parametru z -score lub z' -score. W podrozdziale 10.3 przedstawiła wyniki obliczeń parametrów walidacyjnych metody takich jak specyficzność, selektywność, granica



wykrywalności, granica oznaczalności, powtarzalność i odtwarzalność, zakres liniowości, zakres pomiarowy, czułość i poprawność metody oraz rozszerzona standardowa niepewność pomiaru. Przyjęła następujące kryteria walidacji: wartość granicy wykrywalności $\leq 0.5\text{mg/l}$, wartość granicy oznaczalności $\leq 1.5\text{mg/l}$, wartość współczynnika korelacji liniowej $r \geq 0.996$, wartość współczynnika zmienności wzorcowania $< 10\%$, średnia wartość współczynnika odzysku $0.9 \div 1.1$, wartość współczynnika zmienności powtarzalności/ precyzji pośredniej $< 10\%$ oraz wartość rozszerzonej standardowej niepewności pomiaru $\leq 30\%$. Doktorantka omówiła podstawowe parametry walidacji metody. Wykazała, że ich wnikliwa analiza pozwoliła na porównanie obu sposobów przygotowania próbek do badań. Wyznaczyła wartości współczynników odzysku i współczynników zmienności odzysku na podstawie wyników oznaczeń w/w składników mineralnych w żywności fortyfikowanych na trzech różnych poziomach wzbogacania poddanych suchemu spopieleniu lub mineralizacji mikrofalowej. Określiła ponadto zakresy pomiarowe krzywych wzorcowania i zakresy robocze metod, precyzję metody, szacowania niepewności pomiaru dla wapnia, magnezu, potasu i sodu. Wnikliwa analiza parametrów walidacyjnych metody wykazała, że sposób mineralizacji próbek zarówno rzeczywistych jak i fortyfikowanych na zawartość składników mineralnych oznaczonych techniką instrumentalną FAAS miał niewielki wpływ.

Moim zdaniem Doktorantka kontynuując tą tematykę powinna zastosować w celu porównawczym do oznaczenia składników mineralnych w próbkach stałych żywności absorpcyjną spektrometrię atomową z atomizacją elektrotermiczną w kuwecie grafitowej (GFAAS) GFAAS jest obecnie jedną z najbardziej popularnych technik instrumentalnych stosowanych do oznaczania



składników mineralnych m.in. w próbkach środowiskowych, geochemicznych, pochodzenia medycznego, w roślinach oraz żywności. Oznaczanie mikro-i makroilości pierwiastków bezpośrednio z ciała stałego z zastosowaniem tej techniki w/w stwarza możliwości skrócenia czasu przygotowania próbki, eliminacji strat lotnych form pierwiastków przed oznaczaniem, zmniejszenie ewentualnych dodatkowych zanieczyszczeń próbki oraz uniknięciem błędów spowodowanych niecałkowitym roztworzeniem próbki. Analiza ciała stałego techniką GFAAS poprzez wprowadzenie zawiesiny do atomizera elektrotermicznego jest aktualnie znacznie dynamicznie rozwijającym się podejściem analitycznym w porównaniu z bezpośrednią analizą ciała stałego. Główny nurt badawczy, dotyczący tej metody koncentruje się na poszukiwaniu nowych rozwiązań takich jak: sposób stabilizacji zawiesin, poszukiwaniu skutecznych metod redukcji tła i eliminacji efektów interferencyjnych oraz zastosowania technik chemometrii do optymalizacji całego procesu analitycznego.

Z obowiązku recenzenta muszę zwrócić uwagę na usterki natury nomenklaturowej, niektóre z nich przykładowo przytaczam:

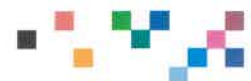
I tak:

Str. 7: FASS – powinno być FAAS

Str 8: występują w postaci jedno-, dwu lub więcej wartościowych jonów – powinno być w postaci jedno-, dwu lub więcej dodatnich (ujemnych) jonów

Str. 14: i inne pierwiastki alkaliczne i ziem alkalicznych – powinno być litowce i berylowce

Str. 28 i inne certyfikowanych materiałów odniesienia – powinno być materiałów odniesienia z certyfikowaną zawartością danego składnika wg E.



Bulska, J. Namieśnik, P. Bieńkowski, Terminologia 2- Pięta Achillesowa Analityków, Biblioteka Analityka, Malamut, Warszawa 2008.

Opiniowana rozprawa dotyczy aktualnego i ważnego dla praktyki problemu jakim jest poszukiwanie szybkich, prostych i tanich metod oznaczania składników mineralnych w żywności. Pracę mgr Doroty Bajek należy ocenić pod kątem dobrze opracowanych eksperymentalnych danych, które wraz z przedstawioną interpretacją przyczynią się zapewne do dalszego rozwoju analityki żywności. Z treści rozprawy wynika, że Doktorantka swobodnie porusza się w tematyce pracy i potrafi wytłumaczyć zaobserwowane fakty i uzyskane wyniki. Z tego powodu mogę stwierdzić, że rozprawa posiada, obok aplikacyjnych także naukowe walory.

Reasumując przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska spełnia wymogi stawiane przez art. 227 ust.1 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018r. poz. 1668 ze zm.) dotyczącej trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora.

Biorąc powyższe pod uwagę stawiam wniosek Radzie ds. Nadawania Stopni Naukowych i Stopni z Zakresu Sztuki Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego w Częstochowie o dopuszczenie Pani mgr Doroty Bajek do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Lublin, 22.04.2021

Z. Hubicki
Prof. dr hab. Zbigniew Hubicki

