

Analiza składu pierwiastkowego suplementów diety dla kobiet i mężczyzn metodą EDXRF



XX STUDENCKA SESJA PLAKATOWA

INSTYTUT FIZYKI
WYDZIAŁ FIZYKI, ASTRONOMII
I INFORMATYKI STOSOWANEJ UJ



AUTOR:
LUBAŃSKI JAKUB

OPIEKUN:
DR T. JAWORSKA-GOŁĄB

MOTYWACJA

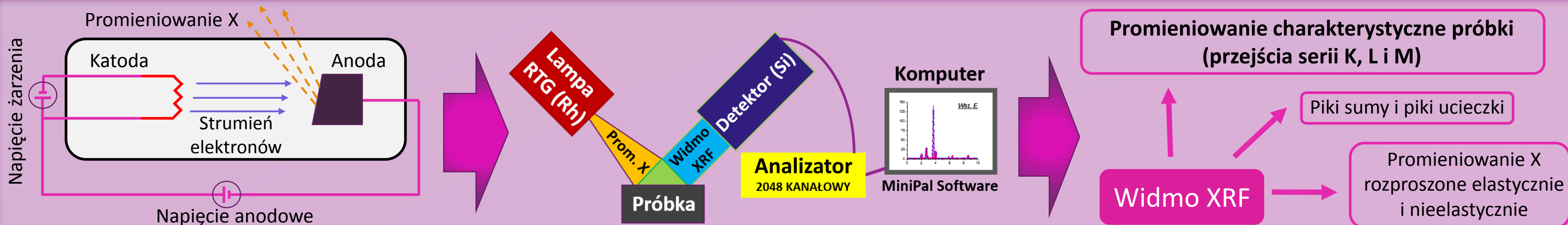
Rentgenowska spektroskopia fluorescencyjna (XRF) jest jedną z wiodących technik wykorzystywanych do oznaczenia składu pierwiastkowego różnych substancji. Dzięki znaczącej szybkości pomiaru, łatwości w obsłudze, relatywnie niskiej cenie oraz braku szkodliwości w interakcji z badaną próbką, technika ta znalazła szerokie spektrum zastosowania w dziedzinach takich jak: geologia, metalurgia, ochrona środowiska, czy też konserwacja dzieł sztuki i zabytków.

Do prawidłowego funkcjonowania organizmu, człowiekowi oprócz aktywności fizycznej niezbędne są makro- i mikroelementy, dostarczane głównie z pożywieniem. Jednakże, ze względu na coraz większe spożycie żywności

wysoko przetworzonej, ale i stosowanie nieodpowiedniej diety, duża część społeczeństwa sięga po reklamowane w telewizji tzw. suplementy diety, mające na celu uzupełnienie niedoboru tych składników.

W prezentowanej pracy, metoda XRF została zastosowana do jakościowej analizy składu pierwiastkowego wybranych, popularnych suplementów diety w celu sprawdzenia skuteczności tej techniki w wykrywaniu różnic w składzie chemicznym substancji stałych o zbliżonym składzie oraz sprawdzeniu czy produkty dedykowane kobietom i mężczyznom rzeczywiście różnią się między sobą, czy są jedynie „chwytym reklamowym”.

PROCEDURA POMIAROWA EDXRF



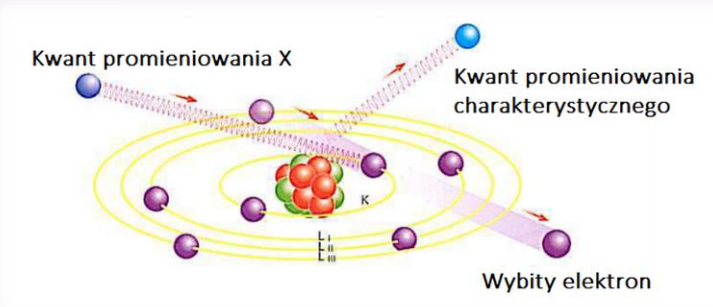
Rys. 1: Schemat budowy lampy rentgenowskiej.

Rys. 2: Schemat budowy spektrometru EDXRF.

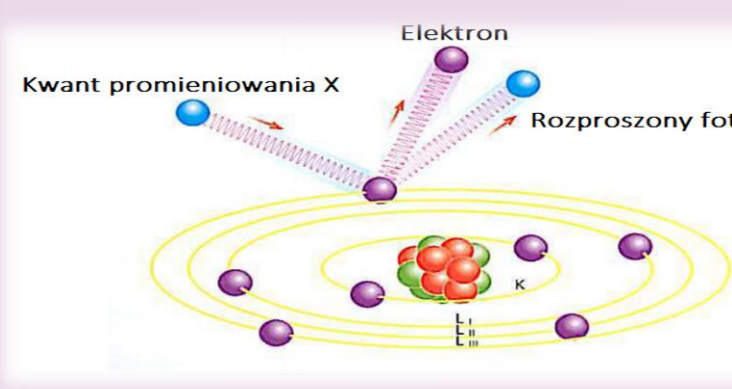
Rys. 3: Składowe widma XRF.

ODDZIAŁYWANIE PROMIENIOWANIA X Z MATERIAŁ

Na skutek interakcji kwantu promieniowania X z atomem może dojść do sytuacji, w której z atomu zostaje wybit elektron. W wyniku tego zjawiska powstają na orbitalu luki, zapętnia elektron z wyższej powłoki czemu towarzyszy emisja tzw. promieniowania charakterystycznego o energiach ściśle określonych dla danego pierwiastka.



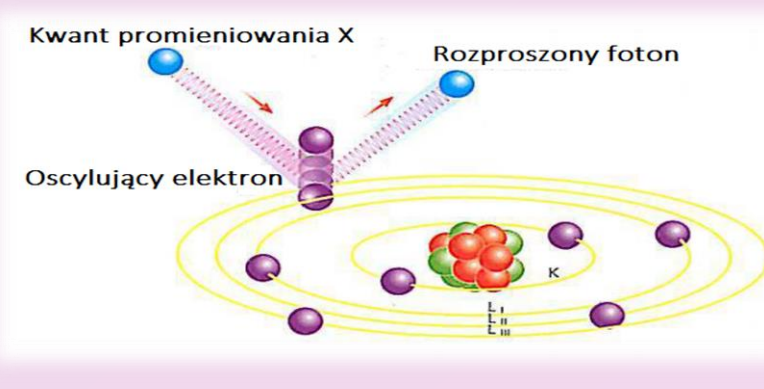
Rys. 4: Produkcja promieniowania charakterystycznego [1].



Rys. 5: Rozpraszanie nieelastyczne [1].

W wyniku rozpraszania kwantu promieniowania X na elektronie swobodnym lub słabo związanym z atomem, dochodzi do zwiększenia energii i/lub wybicia z powłoki atomowej elektronu przy jednoczesnym wzroście długości fali rozpraszającego fotonu. Zdarzenie takie nazywane jest zjawiskiem Comptona (rozpraszanie nieelastyczne).

W efekcie interakcji kwantu promieniowania X z elektronem silnie związanym z atomem, elektron może nie zostać wybit, ale staje się samodzielnym źródłem promieniowania o długości fali identycznej z długością fali kwantu wzbudzącego. Jest to tzw. rozpraszanie Rayleigh'a (rozpraszanie elastyczne).



Rys. 6: Rozpraszanie elastyczne [1].

MIKRO- I MAKROELEMENTY

Poniżej zestawiono znaczenie biologiczne oraz dzienne zapotrzebowanie na pierwiastki występujące w badanych suplementach, zalecane dla kobiet (Ω_f) i mężczyzn (Ω_m) w wieku 19-30 lat, w mg/dzień [3].

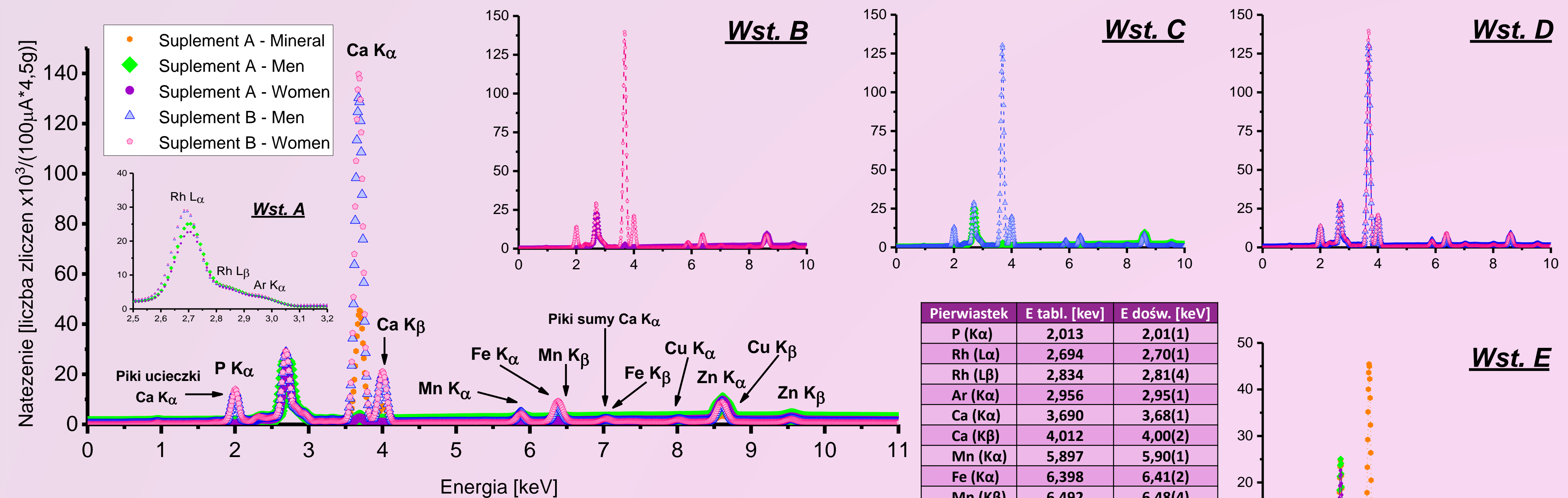
Pierwiastek	Znaczenie biologiczne	Ω_f	Ω_m
Fosfor (P)	składnik kw. nukleinowych, kości, ATP, fosfolipidów	700	700
Wapń (Ca)	krzepnięcie krwi, składnik kości, skurcze mięśni	1000	1000
Mangan (Mn)	aktywator enzymów, synteza T4, rozmnażanie	1,8	2,3
Żelazo (Fe)	składnik enzymów oddechowych – Hb i Mb	18	8
Miedź (Cu)	kofaktor enzymów, biosynteza Hb i adrenaliny	0,9	0,9
Cynk (Zn)	składnik enzymów i hormonów, gojenie ran, zmysły	8	11

OPIS DOŚWIADCZENIA

Zbadano pięć suplementów diety (dwóch popularnych marek oznaczonych tu jako A i B, dedykowanych osobno kobietom i mężczyznom), wykorzystując spektrometr EDXRF (MiniPal 4, PANalytical; anoda Rh, detektor krzemowy domieszkowany litem). Na pojedynczą próbkę składały się 4 tabletki danego suplementu, rozarte w moździerzu i umieszczone w kuwetach pomiarowych (zamkniętych rękawem do pieczenia). Każdy pomiar był prowadzony w powietrzu przez 720 sekund, przy napięciu lampy rentgenowskiej równym 14 kV i natężeniu prądu dobieieranym automatycznie.



WYNIKI



Rys. 7: Widma XRF badanych suplementów diety. Wstawki przedstawiają widma: **A** – anody rodowej (Rh) lampy rentgenowskiej i argonu (Ar) zawartego w powietrzu, **B** – suplementów A i B dla kobiet, **C** – suplementów A i B dla mężczyzn, **D** – wszystkich suplementów firmy B, **E** – wszystkich suplementów firmy A.

W tabeli zestawiono wartości energii dla przejść charakterystycznych zaobserwowanych podczas doświadczenia z danymi literaturowymi [2].

PODSUMOWANIE

Zastosowanie metody EDXRF do analizy składu pierwiastkowego badanych próbek, pozwala na uzyskanie satysfakcjonujących wyników w relatywnie krótkim czasie. Analiza widm XRF suplementów diety dedykowanych kobietom i mężczyznom prowadzi do wniosku, że nie ma istotnych różnic w składzie pierwiastkowym produktów jednej marki, co jest zgodne z danymi dostępnymi na stronach producentów [4], gdzie jedyne zauważalne rozbieżności dotyczą dodatków takich jak ekstrakty roślinne, karoteny (barwniki), aminokwasy i fosfolipidy. Godna uwagi jest znacząca różnica w suplementacji wapniem zastosowana przez obie firmy.

Ze względu na efekt matrycy, pomiary ilościowe metodą XRF wymagają krzywych kalibracyjnych wykonanych na wzorcach o własnościach zbliżonych do badanych materiałów lub powinny być opracowywane metodą parametrów fundamentalnych (analiza matematyczna wspomagana bibliotekami znanych materiałów). Ponadto należy pamiętać, że MiniPal4 daje informacje jedynie o pierwiastkach cięższych od sodu (Na) i lżejszych od uranu (U), więc nie nadaje się on do badania próbek substancji organicznych (np. witamin), które w przeważającej części zbudowane są z tzw. pierwiastków biogennych tj. wodoru (H), węgla (C), azotu (N) i tlenu (O).

BIBLIOGRAFIA

[1] P. Brouwer, „Theory of XRF. Getting acquainted with the principles”, PANalytical B.V. 2010, 3rd edition, ISBN: 90-9016758-7
[2] X-ray Transition Energies Database: <https://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayTrans/Html/search.html>; dostęp: [21.04.2018]

[3] Strona internetowa dotycząca witamin i minerałów: <http://www.witaminy-minerale.pl/minerale>; dostęp: [21.04.2018]
[4] Strony firm suplementów A i B: www.plussz.pl/; <http://www.aflofarm.com.pl/pl/>; dostęp: [23.04.2018]

27