Advances in Analytical Chemistry 分析化学进展, 2017, 7(2), 126-130
Published Online May 2017 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/aac
https://doi.org/10.12677/aac.2017.72017

Hans汉斯

The Element Determination of Four Samples of Vegetables by Using XRF Spectrometry

Mixia Ma[1], Yan Mei[2], Wenxiang Hu[3*]

[1]Special Education College of Beijing Union University, Beijing
[2]College of Materials Science and Engineering, Beijing University of Technology, Beijing
[3]Jingdong Xianghu Laboratory of Beijing Excalibur Space Military Academy of Medical Sciences, Beijing
Email: mixia107@163.com, meiyan@bjut.edu.cn, *huwx66@163.com

Received: May 3rd, 2017; accepted: May 23rd, 2017; published: May 26th, 2017

Abstract

Elements and contents in four samples of vegetables of grandifoliate dandelion and spinach, purple sweet potato leaves, sweet potato sprout were determined by using XRF technic, and the data in every group were compared and analysed. The results indicated that all vegetables contain abundant elements. Besides major elements, they also contain multiple kinds of trace elements such as Fe, Co, Mn, Si, Sr, Sn. But the type and content of each trace element vary in the samples of different vegetables. Grandifoliate dandelion contains most K and Ca among all the samples.

Keywords

X Ray Fluorescence Spectrometry (XRF), Vegetables, Composition, Trace Elements

X射线荧光光谱压片法测定四种蔬菜的成分

马密霞[1]，梅　燕[2]，胡文祥[3*]

[1]北京联合大学，北京
[2]北京工业大学，北京
[3]北京神剑天军医学科学院京东祥鹄实验室，北京
Email: mixia107@163.com, meiyan@bjut.edu.cn, *huwx66@163.com

收稿日期：2017年5月3日；录用日期：2017年5月23日；发布日期：2017年5月26日

摘　要

利用X射线荧光光谱法对大叶蒲公英、空心菜、紫薯叶、红薯芽苗四种蔬菜植物的粉末样品中元素的种

*通讯作者。

文章引用: 马密霞, 梅燕, 胡文祥. X 射线荧光光谱压片法测定四种蔬菜的成分[J]. 分析化学进展, 2017, 7(2): 126-130.
https://doi.org/10.12677/aac.2017.72017

类和含量进行测定，并对样品的测定结果进行比较分析。结果表明，四种植物的样品粉末中元素含量丰富；除含有常量元素外，还含有如铁、钴、锰、硅、硒等多种微量元素，但各个样品中的微量元素的种类及含量有所差异；大叶蒲公英的叶中钾、钙元素含量是所有样品中最多的。

关键词

X射线荧光光谱(XRF)，蔬菜，成分，微量元素

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

随着生活水平的不断提高，人们对蔬菜的需求倾向于品种的新颖性、多样性，更注重蔬菜的外形、口感及营养保健。人们对药食同源及兼具蔬菜的植物更加重视，部分药食同源植物兼有食疗抗癌作用；如：蒲公英、红薯叶，它们含有多种营养成分及微量元素，现代药理研究表明，蒲公英[1] [2]具有抑菌、抗肿瘤、抗氧化、抗炎等作用[3]及免疫调节等药理活性[4]，临床应用十分广泛。其味道微苦清香，一年三季均可采食，播种和管理省时省力，还能美化环境；红薯芽苗具有显著的保健、食疗功能，在香港乃至世界具有“蔬菜皇后”，“长寿蔬菜”及“抗癌蔬菜”之美称，是真正的绿色蔬菜产品。

本文利用 X 射线荧光光谱(XRF)，结合低温烘样干粉末压片法，对大叶蒲公英、空心菜、紫薯叶、红薯芽等 4 种蔬菜粉末的元素种类及含量进行测定分析，为进一步开发利用其功能疗效及质量鉴定提供科学依据。

2. 实验部分

2.1. 仪器

日本岛津公司的 XRF-1800 型 X 射线荧光光谱仪，4kW 高功率铑靶铍窗 X 射线光管；上海盛力仪器有限公司的 SL201 型半自动压样机，最大压力 40 t。

2.2. 测量条件

分析线选择最灵敏的特征谱线；分析时间从轻元素－中等元素－重元素逐渐减少。各元素的测量条件见表 1。

2.3. 制样

取 4 种蔬菜植物的 5 个样品：大叶蒲公英(Taraxacum brassicaefolum Kitag.)的根和叶、空心菜(Ipomoea aquatica)、紫薯 (purple potato)叶、红薯(Ipomoea batatas (L.) Lam)芽苗。，将其分别用蒸馏水洗干净，晾干，使其失去水分，再放入 60℃~80℃恒温箱中烘干 2~3 d，以确保样品完全干燥；分别准确称取 4 种蔬菜的 5 个干燥样品 20~30 g 粉碎，研磨成 70~80 um 的细粉末备用。

将外径 41 mm、内径 35 mm、高 5 mm 的 PVC 塑料圆环置于压样磨具上，称取 8 g 粒度为 75 um 左右的烘干样品倒入环内拨平压实，在 20 t，25 兆帕压力下压成样片，保压时间 25 s，然后放入干燥器中待测。

Table 1. Conditions of the XRF instrument
表 1. X 射线荧光光谱仪器工作条件

元素	分析线	晶体	光管电压 U/kV	光管电流 I/kA	探测器	PHA	角度 2θ (˚)	分析时间 T/s
钾 K	K*Kα*	LiF	40	95	FPC	25~75	136.7	20
钙 Ca	Ca*Kα*	LiF	40	95	FPC	25~75	113.1	20
硫 S	S*Kα*	Ge	40	95	FPC	15~65	110.6	40
氯 Cl	Cl*Kα*	Ge	40	95	FPC	15~75	92.7	40
镁 Mg	Mg*Kα*	TAP	40	95	FPC	25~75	45.1	80
磷 P	P*Kα*	Ge	40	95	FPC	15~65	140.9	40
钠 Na	Na*Kα*	TAP	40	95	FPC	20~85	55.1	80
硅 Si	Si*Kα*	PET	40	95	FPC	15~75	108.7	40
铝 Al	Al*Kα*	PET	40	95	FPC	15~75	144.5	40
铁 Fe	Fe*Kα*	LiF	40	95	SC	25~75	57.5	20
锰 Mn	Mn*Kα*	LiF	40	95	SC	25~75	62.9	20
锌 Zn	Zn*Kα*	LiF	40	95	SC	25~75	41.7	20
镍 Ni	Ni*Kα*	LiF	40	95	SC	25~75	48.6	20
铜 Cu	Cu*Kα*	LiF	40	95	SC	25~75	45.0	20
铷 Rb	Rb*Kα*	LiF	40	95	SC	25~75	26.5	20
锶 Sr	Sr*Kα*	LiF	40	95	SC	25~75	25.1	20
钴 Co	Co*Kα*	LiF	40	95	SC	25~75	52.8	20
硒 Se	Se*Kα*	LiF	40	95	SC	25~75	31.9	20

3. 结果与讨论

3.1. 样品的基体效应及颗粒效应

由于样品均为植物，其主要成分是有机物，且所含无机元素很少，因而元素间的相互干扰小，可以忽略不计；植物样品粉末主要由碳、氢、氧、氮元素组成，测试结果表明其元素含量(质量百分含量)均 ≥ 97%，常量元素钾、钙、硫、氯、镁、磷、钠及微量元素硅、铝、铁、锰、锶等的总体含量不超过 3%，因此，元素之间的基体效应较小；另外，由于植物样品粉末大部分由纤维素构成，颗粒效应亦不明显，这样测试的准确率大为提高。

3.2. 样品的测试结果与分析

四种植物样品的元素质量百分含量(%)如表 2 所示，从表 2 的测定结果来看，通过 X 射线荧光测定 4 种植物的 5 个样品，都含有对人体具有重要作用的多种元素；其中，同一种样品的不同部位元素含量差异明显，大叶蒲公英的根和大叶蒲公英的叶中各种元素含量不同，且大叶蒲公英的叶比其根所含元素种类多钴、锶元素，大叶蒲公英的根中未检测出硒、钴、锶、锰四种元素。大叶蒲公英的叶中钾、钙元素含量是所有样品种最多的。

从表 2 可以看出，红薯芽苗中硒元素的含量大于其他植物(本测试中由于仪器检测限，其他植物中未检出硒元素)。硒是人和动物的必需微量元素之一，缺硒会导致人和动物的四十多种疾病，如地方性克山

Table 2. Elemental content in samples determined by XRF
表 2. X 射线荧光法测定各蔬菜样品的元素质量百分含量(%)

元素	大叶蒲公英根	大叶蒲公英叶	红薯芽苗	紫薯叶	空心菜
钾 K	0.7056	1.0483	0.4457	0.7050	0.6009
钙 Ca	0.1232	0.3847	0.0590	0.3432	0.3806
氯 Cl	0.1303	0.5596	0.1918	0.4933	0.4500
硫 S	0.1692	0.1113	0.0863	0.1299	0.1550
磷 P	0.2991	0.1159	0.0834	0.1150	0.1496
硅 Si	0.0769	0.0603	0.0162	0.0718	0.0383
铝 Al	0.0237	0.0261	0.0038	0.0165	0.0110
镁 Mg	0.1494	0.2038	0.1250	0.2081	0.1900
钠 Na	0.1097	0.0694	0.1454	0.5923	0.3455
铁 Fe	0.0052	0.0068	0.0014	0.0058	0.0030
硒 Se	——	——	0.0001	——	——
钴 Co	——	0.0016	——	——	——
锶 Sr	——	0.0014	——	0.0014	0.0020
锰 Mn	——	——	——	0.0020	——

病、大骨节病、牲畜的白肌病等；另外，硒与癌症、心血管疾病之间有密切的关系。一般植物的正常含硒量在 0.05~1.50 mg/kg 之间，而红薯芽苗中硒元素的含量超过一般植物。硒能帮助人体分解多年积存下来的身体毒素，包括化解药毒，排出重金属，帮助启动人体强大的自我免疫修复功能。硒有“生命的保护剂”、自由基的“清道夫”、“抗癌之王”等称号。通过测定结果显示，红薯芽苗中的硒含量大于其它样品中硒的含量[5]。本测试中，红薯芽苗中未检出钴、锶、锰(“——”指“未检出”)。

表 2 中紫薯叶和空心菜中各种元素含量对比显示，紫薯叶中金属元素钾、钠、镁、铝、铁元素含量均比空心菜多；铁元素在人体中具有造血功能，还在血液中起运输氧和营养物质的作用[6]。紫薯叶作为蔬菜常食用可以起到很好的补铁作用。另外，紫薯叶中含有锰元素，而空心菜中未检出锰元素。锰元素可防止动脉粥样硬化，缺乏时可引起生长迟缓、骨质疏松和运动失常等。食用紫薯叶对预防动脉粥样硬化有益[7]。

通过比较空心菜和另外几种植物的元素含量，可以看出，除了大叶蒲公英根以外，其余三种样品的常量元素含量和空心菜没有明显差别，说明蒲公英和红薯叶都可以作为常食用蔬菜，保证多种微量元素的摄入，尤其能增加铁元素和硒元素的摄入。

不同种类的蔬菜所含的元素的种类大致相同，但数量上有所差异；同种蔬菜在不同种植环境中生长，获得的植株所含元素的种类和数量也会不同；因外界环境的影响，也会导致植物体内元素的含量不同，如水或土壤中所含元素的多少，直接影响着蔬菜植株对元素的吸收、输送和储存等[8]。

近年来，有研究者将无机硒化合物或有机硒化合物施入土壤，或者通过喷洒硒肥料，以增加植物的硒元素含量，得到富硒植物，如富硒大米、富硒大豆、富硒菠菜、富硒苋菜等[9]，用以补充人体的硒，达到防病治病之目的。另外，也可以通过土壤施入其它微量元素，获得元素含量丰富的蔬菜，通过食疗方式来达到防病抗病的目的。

总之，利用 XRF 技术测定蔬菜植物中的元素种类和含量[10]，可充分了解其食用特点及药用功能，

既能保证营养又能起到防病抗病作用，更好的有针对性的为人类所利用。

4. 结论与展望

本文用 X 射线荧光光谱压片法分析测定了 4 种蔬菜的 5 个样品中元素的成分及含量，结果显示，4 种蔬菜植物的 5 个样品都含有人体必需的常量元素，还含有对健康有益的多种微量元素，尤其药食同源植物大叶蒲公英和红薯叶中元素含量丰富，不仅含有常量元素，还含有对人体有重要作用的多种微量元素。同一种植物如大叶蒲公英的不同部位含有元素的种类及含量有所差异。大叶蒲公英、红薯芽苗和紫薯叶等完全可以做常用蔬菜食用，其营养价值可以和普通常食用蔬菜媲美。由于仪器条件的限制，本实验中只检查元素含量，未考虑元素形态的问题。

当前人们对蔬菜的需求倾向于新颖性、多样性，且无公害、绿色、有机食品更受欢迎。红薯芽苗具有这些特点，它富含各种矿物元素和纤维素，营养丰富，风味独具一格，还属于速生蔬菜，又具有显著的保健、食疗功能；红薯芽苗的嫩稍、嫩茎、嫩叶、叶尖已成为宾馆的一道特殊菜肴，深受广大消费者欢迎；将红薯芽苗培育成富硒、富锌、富钙的蔬菜，加上真空包装冷藏保鲜，也可加工成脱水菜和盐渍菜，其开发前景广阔。蒲公英作为药食同源植物，其植物资源丰富，分布地域范围广，产量受环境影响小；蒲公英具有抑菌、抗肿瘤、抗氧化、抗炎等作用，药用和保健作用都十分显著，用来研究开发多样化蔬菜、保健药物等，具有广泛的应用前景。

总之，开发无公害、绿色、有机的新品种蔬菜，尤其是对人体有诸多显著的保健、食疗功效的药食同源蔬菜植物的开发，使具有新颖性、多样性的蔬菜不断地呈现在大众面前，同时增加优质的物美价廉的药食同源产品、保健品和药品的生产，对人们防病、治病具有非常重要的意义。

参考文献 (References)

[1] 陈红林，乔华，孙体健. 蒲公英花提取物的体外抗肿瘤活性研究[J]. 中国药物与临床, 2014, 14(9): 1179-1181.

[2] 郭君宾，叶海虹，陈剑峰. 蒲公英提取物抗人肝癌细胞 HepG2 增殖的作用及机制研究[J]. 中药材，2015，38(10): 2129-2133.

[3] 纪晓宇，彭苑霞，刘敏，等. 蒲公英不同提取物对大肠杆菌体外抑菌活性的作用[J]. 广州中医药大学学报，2015, 32(1): 116-120.

[4] 肖潮勇，张宇，王宇亮. 蒲公英总多糖的提取、纯化及其体外抗炎活性分析[J]. 中国实验方剂学杂志，2016，22 (11): 25-28.

[5] 张晓声. 富硒“优质稻_红薯”栽培技术[J]. 广西农学报, 2016, 31(1): 29-34.

[6] 涂宗财，傅志丰，王辉，等. 红薯叶不同溶剂提取物抗氧化性及活性成分鉴定[J]. 食品科学, 2015, 36(17): 1-6.

[7] 黄炳成，林志锋. 不同紫薯品种硒肥肥效对比试验[J]. 广西农学报, 2015, 30(3): 20-21.

[8] 陈晓丽，Morewane，M.B.，薛绪掌，等. ICP-AES 分析光谱条件对中药蒲公英无机元素吸收的影响[J]. 光谱学与光谱分析, 2015, 35(2): 519-522.

[9] 刘克勤，吴平安，邓正春，等. 苋菜富硒生产关键技术[J]. 湖南农业科学, 2013, 24(12): 71-72.

[10] 梅燕，马密霞，聂祚仁. X 射线荧光光谱压片法测定六种花瓣粉末的成分[J]. 光谱学与光谱分析，2012，32(7): 1969-1971.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：http://www.hanspub.org/Submission.aspx
期刊邮箱：aac@hanspub.org