

光谱法分析研究新疆瓜果微量元素含量

郑春霞, 罗艳丽, 盛建东*, 王 灵, 郑长春

新疆农业大学草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052

摘要 利用原子吸收法和原子发射法对新疆十一类瓜果八种微量元素进行检测, 并与中国生物标准进行比较分析。结果发现, 新疆和田地区苹果含锌 $66.75 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、含钾 $819.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、含锰 $4.657 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 大枣含锶 $8.62 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 新疆库尔勒地区石榴含钾 $687 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 新疆哈密地区大枣锰、锌、锶、钙、铁、镍和钾七种微量元素含量均高出各相应的中国生物标准; 在十一类瓜果中铜元素含量均低于中国生物标准; 八种微量元素含量平均值在新疆库尔勒石榴、新疆和田苹果、新疆哈密大枣中表现很高(分别为 $91.82, 121.5, 275.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); 在新疆五家渠种植的西瓜中八种微量元素表现出果皮中平均含量($54.19 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)是瓤中平均含量($48.69 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)的 1.11 倍。其研究结果对新疆瓜果营养成分研究提供科学的基础数据。

关键词 原子吸收法; 原子发射法; 新疆瓜果微量元素

中图分类号: S652.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0593(2008)06-1416-04

引言

近年来, 人们日益认识到了微量元素与人体新陈代谢、健康、发育的重要关系^[1, 2], 大量文献报道中草药、人发、血清、植物叶、农副产品、鱼肉、动物血、骨中微量元素的含量分析^[3-10], 但对于瓜果类微量元素含量分析报道极少。本文采用原子吸收法和原子发射法对销往全国各地的十一类新疆

瓜果里八种微量元素含量进行分析。其结果对于新疆瓜果产业研究和发 展有一定的参考价值。

1 试验部分

1.1 主要试剂与仪器

试剂: 高氯酸, 硝酸均为分析纯, 无离子水; 仪器: AA-670 原子吸收光谱仪。

Table 1 Conditions of the flame spectrum test

元素名称	波长/nm	狭缝/nm	灯电流/mA	乙炔压力/($\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$)	空气压力/($\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$)	燃烧器角度/ $^{\circ}$
锰	275.9	0.4	5	0.35	≤ 0.9	0
铜	324.8	0.4	5	0.35	≤ 0.9	0
锌	213.9	0.5	4	0.35	≤ 0.9	0
锶	460.7	0.5	4	0.35	≤ 0.9	0
钙	422.7	0.3	6	0.35	≤ 0.9	60
铁	248.3	0.2	8	0.35	≤ 0.9	0
镍	232.0	0.15	4	0.35	≤ 0.9	0
钾	766.5	0.5	5	0.35	≤ 0.9	90

1.2 样品处理

采集的瓜果用无离子水冲洗干净, 在室温条件下风干、打碎, 称取湿样约 60 g 于消化瓶中, 加入 30 mL 硝酸和 5

mL 高氯酸, 在电热板上($150 \sim 170 \text{ }^{\circ}\text{C}$)消化, 等溶液澄清近干时离开火焰, 冷却室温并用无离子水定容至 50 mL, 以备上机测定^[11, 12]。

收稿日期: 2007-05-10, 修订日期: 2007-08-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(40561007), 新疆自治区高校科学研究计划项目(XJEDU2004I08)和土壤学新疆自治区重点学科资助

作者简介: 郑春霞, 女, 1960年生, 新疆农业大学草业与环境科学学院副教授 * 通讯联系人 e-mail: SJD_2004@126.com

1.3 仪器分析参数

仪器分析参数见表 1。

2 结果与讨论

2.1 测试结果

11 类瓜果八种微量元素含量测定结果见表 2。

2.2 不同种类瓜果元素含量的聚类分析

表 2 是 11 类瓜果中八种微量元素的含量。新疆和田地区苹果含锌 $66.75 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、含钾 $819.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、含锰

$4.657 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，大枣含镉 $8.62 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ；新疆库尔勒地区石榴含钾 $687 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ；新疆哈密地区大枣锰、锌、镉、钙、铁、镍和钾七种微量元素含量均高出各相应的中国生物标准；在 11 类瓜果中铜元素含量均低于中国生物标准；八种微量元素含量平均值在新疆库尔勒石榴、新疆和田苹果、新疆哈密大枣中表现很高(分别为 $91.82, 121.5, 275.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)；在新疆五家渠种植的西瓜中八种微量元素表现出果皮中平均含量($54.19 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)是瓢中平均含量($48.69 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)的 1.11 倍。

Table 2 Eight trace elements contents in twelve species of the melons and fruits of Xinjiang^[13, 14]

产地	名称	K	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Si	平均值
库尔勒	香梨	237.8	11.75	64.24	0.758	2.683	0.405	0.183	3.510	40.17
	贡梨	169.2	8.732	25.68	1.272	5.865	0.324	1.862	2.150	26.89
	石榴	687.5	18.38	17.88	0.815	7.671	0.707	1.359	0.280	91.82
	蜜瓜	442.8	10.63	32.95	0.343	3.698	0.290	0.776	0.270	61.47
和田	大枣	275.7	71.09	51.29	2.289	32.46	2.108	2.861	8.620	55.80
	苹果	819.2	9.886	67.82	4.657	66.75	0.162	0.685	2.990	121.5
吐鲁番	哈密瓜	211.2	15.38	27.19	0.010	1.712	0.455	0.632	0.910	32.17
	葡萄	409.8	19.26	29.31	0.023	4.210	0.355	0.281	3.021	58.29
五家渠	西瓜瓢	346.2	6.983	32.21	0.283	2.421	0.340	0.837	0.240	48.69
	西瓜皮	372.5	29.44	27.04	0.528	1.582	0.539	1.143	0.756	54.19
新疆农科院	草莓	136.1	13.29	10.41	1.495	1.486	0.213	0.502	0.260	20.47
哈密	大枣	713.8	77.09	1354	3.616	47.22	1.892	2.005	2.970	275.3
中国生物标准		1.000	400.0	60.00	15.00	1.000	5.000	1.000	2.500	

本文以八种微量元素为变量，采用系统聚类分析(欧氏距离结合类间平均链锁)法，分别对 11 种瓜果进行聚类分析，根据瓜果中微量元素含量高低将 11 类瓜果归为四类：哈密大枣各种微量元素含量最高，划为第一类；其次为石榴、苹果，划为第二类；再其次为贡梨、草莓、香梨、哈密瓜和和田大枣，划为第三类，微量元素最低的包括哈密瓜、葡萄、西瓜瓢，划为第四类(见图 1)。

不同瓜果微量元素含量差异显著，主要是由于品种之间的差异决定的。不同种类的瓜果具有不同的生理代谢特点和

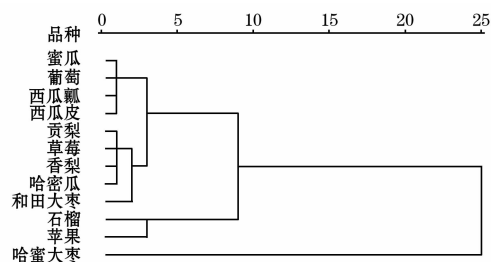


Fig. 1 Result of cluster analysis on fruits and melons trace element content

根际环境。根际是土壤或沉积物中受植物根系及其生长环境影响的微域环境。根际环境由于根分泌物作用的存在，致使其 pH、Eh、养分状况、微生物等有异于土体，因而微量元素在根际环境中有其特殊的化学行为^[15]，重金属在根际和非根际中的含量和分布也出现差异。一般认为，根际活动能活化根际中的微量元素，促进其生物有效性。Cacador^[16]等发现，由于植物根系的存在，Zn 和 Cu 在非根际中以几种可迁移的化学形态存在，而在根际沉积物中，它们主要分布于残渣态中，认为根际可能存在交换态、碳酸盐态向铁锰氧化物结合态转化的机制。Mench^[17]等发现，燕麦根际分泌物可以溶解铁锰氧化物，从而增加锌、镉和镍的植物有效性。

不同区域同种瓜果微量元素含量相差也较大。哈密大枣与和田大枣微量元素含量差异达到极显著水平($p < 0.01$)。利用新疆各地州土壤有效微量元素含量^[18]与大枣微量元素含量进行相关分析，结果发现大枣微量元素 Mn、Zn 和 Fe 含量与对应土壤中有效态微量元素 Mn、Zn 和 Fe 含量变化趋势相同(见表 3)。说明产地环境特别是土壤有效微量元素含量对瓜果微量元素影响明显，发展瓜果业必须充分考虑区域土壤中有效微量元素含量^[18]。

Table 3 Trace elements contents in various habitat dried ripe fruit and different area soil(unit $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

名称	大枣-Mn	土壤-Mn	大枣-Cu	土壤-Cu	大枣-Zn	土壤-Zn	大枣-Fe	土壤-Fe
和田	2.289	8.85	2.108	1.29	32.46	0.57	51.29	9.87
哈密	3.616	11.09	1.892	1.88	47.22	1.15	235.4	10.11

2.3 微量元素生物效应

通过实验结果,我们可以了解瓜果中这些微量元素含量高低,即平日合理食用瓜果可以增加体内缺少元素的累积量,防止或治愈某些功能障碍^[13,14,19]。

微量元素在生物体同样也离不开,没有微量元素,一切生命体既不能生长,也无法完成生命循环活动。必需元素的生物效应同样无法用其他的元素来代替。但是,人体中的微量元素含量不是越多越好,过量也会造成中毒。

微量元素在生物体内的蓄积,迁移和排泄等行为因元素而异。根据放射性防护知识,确定了微量元素在人体内的生物学半减期,即人体摄入某一微量元素的量减至一半(排泄掉一半)所需的时间(见表 4)。

Table 4 Half-life of some trace elements in human body

元素	生物学半减期/d	经消化道吸收率/%	经呼吸道吸收率/%
Mn	17	0.10	0.30
Fe	800	0.10	0.30
Ni	667	0.30	0.40
Cu	80	0.28	0.39
Zn	933	0.10	0.30
Sr	1.3×10^4	0.30	0.40

由表 4 我们明显看出锰元素生物学半减期是 17 d,而它的消化道吸收率 0.1%,呼吸道吸收率 0.3%,这说明锰元素在体内易流失。锶元素生物学半减期是 1.3×10^4 d,而它的消化道吸收率 0.3%,呼吸道吸收率 0.4%,这说明锶元素在体内易积累。因此,我们在日常生活中多吃点含锰元素的食物,如库尔勒地区的贡梨、和田地区的苹果、大枣、哈密地区的大枣等瓜果中含有丰富的锰元素;对于锶元素不需要过多补充^[14,19]。

2.4 平衡饮食

表 5 是人食物中的某微量元素。维持人体内几十种元素的平衡是人类健康长寿最关键的因素^[20]。人体的营养生理需要和膳食之间建立了平衡关系,如果这种关系失调,就会产生不利于人体健康的影响,甚至导致某种营养性疾病。平衡膳食系由多种食物构成。它不但要提供足够数量的热量和

各种营养素,以满足人体正常生理需要,而且要保持各种营养之间的数量平衡,以利于它们的吸收和利用,达到合理营养的目的。可根据人体需要的微量元素在瓜果里的含量差异,在食用瓜果时,以自身体内的需要、健康状况,有目的的购食瓜果以补充自身体内微量元素的需求,从而达到人体里无机离子正常需求的平衡状态。表 5 为正常人在每天食物中,所需求的微量元素,可供参考^[12]。我国生理科学会和中国医学科学院等提出了我国部分标准,如成年男子每日膳食中钙摄入量为 800 mg,铁为 12 mg,锌为 15 mg^[19]。通过这些标准我们就可以合理的食用水果,例如苹果、枣和梨中的锌、铁和钙含量较高。知道这些我们就可按照自身的需求来摄入瓜果。

Table 5 Trace elements contents of human foods

X	正常范围	有害
K	1 400~3 700	6 000
Ni	0.3~0.5	
Mn	3~9	
Cu	2~8	250~500
Zn	10~15	150~600
Fe	12~20	200
Ca	400~1 500	
Sr	1.5~5	

3 结束语

新疆瓜果中微量元素含量均可以达到中国生物标准,是微量元素丰富的优质瓜果。瓜果中某种微量元素含量差异比较明显,这与它们生长的环境差异有关^[10]。因此,推广含微量元素丰富的绿色瓜果,是保障人类健康,提高新疆瓜果产量的基础,要想加快新疆瓜果产业的稳步发展,应该不断的拓宽新疆的瓜果种类,注重食品安全的检测,提高新疆瓜果的品质,扬长避短,大力发挥新疆瓜果的资源。同时应利用高科技对新疆瓜果进行深加工,不断的提高新疆瓜果的科技含量。

参 考 文 献

- [1] ZHONG Xiu-qian, ZHONG Jun-hui(钟秀倩,钟俊辉). Modern Preventive Medicine(现代预防医学), 2007, 34(1): 61.
- [2] YANG Guang(杨光). China Fruit(中国果树), 2005, (1): 64.
- [3] ZHOU Wen-li(周文礼). Chinese Watermelon and Muskmelon(中国西瓜甜瓜), 2005, (1): 63.
- [4] CHENG Fa-liang, WANG Hong, WU Jian, et al(程发良,汪洪,吴剑,等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2005, 25(1): 116.
- [5] WANG You-hui, YE Yuan-tu, LIN Shi-mei, et al(王友慧,叶元土,林仕梅,等). Chinese Journal of Zoology(动物学杂志), 2005, 40(5): 99.
- [6] NIU Yan, WANG Ming-guo, ZHENG Guo-qi, et al(牛艳,王明国,郑国琦,等). Agricultural Research in the Arid Areas(干旱地区农业研究), 2005, 23(2): 100.
- [7] LIU Yan-ming, WANG Hui, LIU Yan-fu, et al(刘彦明,王辉,刘彦富,等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2004, 24(11): 1454.
- [8] LIANG Yao-sheng, TAO Guo-shu, BAO Shan-fen, et al(梁耀生,陶国枢,鲍善芬,等). Chinese Gerontology(中华老年医学杂志),

- 1994, 13(5): 293.
- [9] CHEN Yan-lan, DONG Guang-ping, WANG Guang-can, et al(陈艳兰, 董光平, 王光灿, 等). The Research on Trace Elements and Health(微量元素与健康研究), 1999, 16(2): 61.
- [10] CHEN Hong-bo(陈洪波). Guangdong Trace Elements Science(广东微量元素科学), 2007, 14(3): 53.
- [11] PAN Qi-chao(潘启超). Food Health Performance Test and Inspects(食品卫生质量检验与检查). Beijing: Beijing Industrial University Publishing House(北京: 北京工业大学出版社), 1993.
- [12] The Standard Office of Provetive Academy of Science(中国预防科学标准处编). Food Health National Standards Assemble (2)(食品卫生国家标准汇编(2)). Beijing: Chinese Standard Publishing House(北京: 中国标准出版社), 1995.
- [13] XIA Yu-ning(夏玉宁). Microelements(微量元素). Beijing: People's Medical Publishing House(北京: 人民卫生出版社), 1983.
- [14] ZHENG Chun-xia, WANG Wen-quan, RUAN Xiao(郑春霞, 王文全, 阮晓). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2000, 20(4): 542.
- [15] LIN Qi, ZHENG Chun-rong, CHEN Huai-man(林琦, 郑春荣, 陈怀满). Acta Pedologica Sinica(土壤学报), 1998, 35(4): 461.
- [16] Isabel Cacador, Carlos Vale, Fernando Catarino. Estuarin Coastal and Shelf Science, 1996, (42): 393.
- [17] Mench M I, Fargues S. Plant Soil, 1994, 165: 227.
- [18] Xinjiang Uighur Autonomus Region Office of Investigation(新疆维吾尔自治区土壤普查办公室编). Xinjiang Soil(新疆土壤). Beijing: Science Press(北京: 科学出版社), 1996. 479.
- [19] WANG Kui, TANG Ren-huan, XU Hui-bi(王夔, 唐任寰, 徐辉碧). Trace Elements in Life Sciences(生命科学中的微量元素). Beijing: Chinese Measurement Publishing House(北京: 中国计量出版社), 1991.
- [20] ZHONG Bing-nan(钟炳南). Guangdong Weiliang Yuansu Kexue(广东微量元素科学), 2004, 11(1): 67.

Analysis of the Microelements Contents in Melons and Fruits of Xinjiang

ZHENG Chun-xia, LUO Yan-li, SHENG Jian-dong*, WANG Ling, ZHENG Chang-chun

Grassland and Environmental Science College of Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China

Abstract Through the atom absorption and emission spectrum analysis, it is detected 8 trace elements contents in eleven species of melons and fruits in Xinjiang. On comparative analysis with biological standard of China, it is found that the zinc quantity in apples is $66.75 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, the strontium quantity in jujubes is $8.62 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and Chinese-date contains strontium $8.62 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ in Hetian area; and that in the Kuerle area the pomegranate is potassium $687 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, in Hami Territory Chinese-date contains manganese, zinc, strontium, calcium, iron, potassium and nickel, all of them are more over the national biological standard. The contents of copper in eleven species of melons and fruits are lower than the biological standard of China. The average contents of 8 kind microelement in the pomegranate of Kuerle, in the apples of Hetian, the Chinese-date of Hami are very high (respectively to be 91.82 , 121.5 and $275.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), and in the watermelon of Wujiaqu, the pericarp ($54.19 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) take place higher than in the pulp ($48.69 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) by 1.11 times. The result can provides the conference for studies of melons and fruits foodstuff studies in Xinjiang.

Keywords Atom absorption spectrum; Atom emission spectrum; Trace elements in the melons and fruits in Xinjiang

(Received May 10, 2007; accepted Aug. 20, 2007)

* Corresponding author