

# 荔枝果实中营养元素的测定

孔凡利<sup>1</sup>, 张名位<sup>2</sup>, 尹凯丹<sup>1</sup>, 陶正平<sup>1</sup>, 李阳<sup>1</sup>, 邝瑞彬<sup>3</sup>

(1. 广东农工商职业技术学院热作系, 广东广州 5105072)

(2. 广东省农业科学院生物技术研究所农业部功能食品重点开放实验室, 广东广州 510610)

(3. 广东省农业科学院果树研究所农业部南亚热带果树生物学与遗传资源利用重点实验室, 广东广州 510640)

**摘要:** 采用原子吸收法测定了广东地区 20 种荔枝中钾、钙、钠、镁、铁、锰、铜和锌 8 种元素在果肉、果皮和果核中的分布, 方法的相对标准偏差介于 0.2~1.9%, 平均回收率为 98.1~104.2%。对不同荔枝品种营养元素含量的变化及其分布的规律性进行了讨论, 结果表明元素的分布特征和荔枝品种具有一定相关性, 为进一步研究荔枝的药效和保健作用及综合利用提供参考。

**关键词:** 荔枝; 元素; 果肉; 果皮; 果核

文章编号: 1673-9078(2012)3-351-353

## Determination of Nutrient Elements in Litchi

KONG Fan-li<sup>1</sup>, ZHANG Ming-wei<sup>2</sup>, YIN Kai-dan<sup>1</sup>, TAO Zheng-ping<sup>1</sup>, LI Yang<sup>1</sup>, KUANG Rui-bin<sup>3</sup>

(1. Department of Tropical Crops, Guangdong AIB polytechnic College, Guangzhou 510570) (2. Key Laboratory of

Functional Food, Ministry of Agriculture, Bio-tech Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510610) (3. Key Laboratory of South Subtropical Fruit Biology and Genetic Resource Utilization, Ministry of Agriculture, Institute of Fruit Tree Research, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640)

**Abstract:** In this paper, the contents of K, Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn was determined in different parts of 20 different breeds of Litchi in Guangdong area, relative standard deviation of the method was between 0.2-1.9%, and recovery was between 98.1-104.2%. Comparison of the concentration and distribution of those elements was made and Q-type cluster analysis of SPSS was applied for the study of concentration and distribution of those elements in different parts of Litchi. The results showed that the elemental distribution characteristics are related to the breeds of Litchi. It had provided a reference data for the further studies and comprehensive utilization of Litchi.

**Key words:** litchi; element; flesh; pericarp; core

荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn) 属无患子科<sup>[1]</sup>, 是一种原产于我国的热带亚热带水果<sup>[2]</sup>。荔枝果壳 (治血崩)、果核 (行气散结、祛寒止痛) 均可药用, 荔枝果肉则是岭南佳果之一, 适量食用, 有补脾、益肝、养血、悦颜之功效<sup>[3]</sup>。广东地区荔枝品种较多, 品系及优良单株已发现有 200 多个, 其中以糯米糍、桂味、妃子笑、挂绿、白糖罂、白蜡、黑叶、怀枝等为主要栽培品种<sup>[4,5]</sup>。目前, 关于荔枝的微量元素含量和分布也有报道<sup>[6]</sup>, 但只限少数几个品种, 而且各研究中元素在数量和种类上也不同。为了更好的研究荔枝在药食方面的可行性和作用潜力, 本文根据人体所需矿物质营养元素的种类和体内含量选取大量营养元素: K、Ca、Na、Mg, 及微量元素 Fe、Mn、Cu、Zn 共 8 个

收稿日期: 2011-11-20

基金项目: 广东省农业科学院院长基金 (201013)

作者简介: 孔凡利, 博士, 讲师, 研究方向为天然产物开发与利用

通讯作者: 邝瑞彬, 女, 博士, 助理研究员, 研究方向为果树生理学与资源

利用

元素, 选取了广东地区 20 个主栽品种, 分别对其肉、皮、核中元素进行测定, 以期为荔枝在食品和药品加工利用方面提供指导, 也为进一步研究荔枝的药效和保健作用提供依据。

### 1 试验部分

#### 1.1 仪器与试剂

仪器为 WFS-110 型火焰原子吸收分光光度仪 (北京瑞利分析仪器厂), 附计算机和软件处理系统。

不同品种的荔枝由广东省农科院果树研究所提供。HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, La(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 均为优级纯, 双蒸水 (自制)。K、Ca、Na、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 标准溶液均为国家标准物质中心研制。

#### 1.2 样品处理

分别准确称取新鲜荔枝果肉、果皮和果核各约 2 g 于 20 mL 的烧杯中, 加入 8 mL 混酸 (HClO<sub>4</sub>:HNO<sub>3</sub>=1:4), 盖上表面皿, 电热板上消化至全溶, 且溶液澄清透明近干为止, 用双蒸水将样品定

容于 25 mL 容量瓶中，用于测定，同时做空白。

### 1.3 测定方法

采用火焰原子吸收分光光度法测定：利用元素的特征谱线，根据一系列吸光度关系曲线确定仪器的工作条件，其具体参数见表 1。

表 1 原子吸收光度法测试操作条件

Table1 Operational conditions for atomic absorption spectrophotometry

元素	K	Ca	Na	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
波长/nm	766.5	422.7	589.0	285.2	248.3	279.5	324.8	213.9
灯电流/mA	3.0	5.0	1.0	2.0	8.0	3.0	5.0	3.0
狭缝/nm	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
燃烧器高度/mm	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
乙炔流量/(L/min)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
空气流量/(L/min)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

### 1.4 标准及样品测定

样品测定时，用双蒸水根据情况对其进行不同倍数的稀释，其中 Ca、Mg 测定时加入 10% 的 La(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 消除干扰。各营养元素标准储备液浓度均采用 1 mg/mL，用时再逐级吸释成所需浓度。样品和标准均按表 1 中的条件测定。分别测定各标准系列工作液，计算机绘制标准工作曲线，算出回归方程和相关系数。在本工作范围内各元素线性关系良好。

回归方程及相关系数：

K:  $C=11.785A-0.5934$ ,  $r=0.9838$ ;

Ca:  $C=6.4629A-0.2133$ ,  $r=0.9924$ ;

Na:  $C=17.601A-0.1304$ ,  $r=0.9997$ ;

Mg:  $C=1.6985A-0.1476$ ,  $r=0.9960$ ;

Fe:  $C=31.117A-0.4946$ ,  $r=0.9945$ ;

Mn:  $C=12.05A-0.0323$ ,  $r=0.9996$ ;

Cu:  $C=32.68A-0.0343$ ,  $r=0.9999$ ;

Zn:  $C=4.5662A-0.0343$ ,  $r=0.9969$ 。

### 1.5 精密度和回收率试验

分别称取 3 份新鲜荔枝全样，每份 2 g，处理后，直接用双蒸水定容至 25 mL，平行测定 9 次，用于计算精密度 RSD。采用标准加入法测定各元素的回收率，取 12.5 mL 的样品液置于 25 mL 容量瓶中，加入待测元素的标准溶液，测定并计算回收率（结果见表 2）。8 种元素的精密度介于 0.2~1.9% 之间，平均回收率为 98.1~104.2%，分析结果较为满意。

表 2 精密度和回收率

Table 2 Precision and recovery rate of the method

元素	K	Ca	Na	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
相对标准偏差/%	0.2	1.4	0.3	0.4	1.8	0.6	1.9	0.9
回收率/%	102.4	99.3	104.2	101.2	98.4	98.1	100.4	99.5

## 2 结果分析

### 2.1 荔枝果肉中营养元素含量分析

表 3 各营养元素在荔枝果肉中的浓度 mg/kg

Table 3 The concentration of the nutrient elements in Lichi pulp

品种	K	Ca	Na	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
秤砣	1110.14	126.3	88.95	176.48	8.94	0.96	3.06	2.13
妃子笑	462.35	85.98	29.91	58.90	5.14	1.53	5.01	1.30
白糖罂	1194.45	84.3	72.55	106.00	8.03	1.34	4.37	4.03
桂味	755.74	81.36	57.56	70.43	5.36	0.69	1.80	2.69
糯米糍	1041.8	94.36	56.29	80.45	3.59	1.29	3.50	2.10
黑叶	155.71	55.61	14.53	19.80	2.67	0.44	2.87	0.84
鸡嘴	1074.7	126.73	79.94	82.39	6.44	0.66	4.18	2.35
青皮	788.48	73.40	70.20	69.73	8.15	0.67	3.06	1.79
大造	1230.81	53.95	39.2	61.85	18.74	0.42	3.18	3.29
甜岩	890.28	164.86	80.41	106.88	3.38	1.31	0.42	0.45
白粉	1011.83	82.84	61.36	85.01	8.25	0.45	5.40	3.23
鉴江红糯	464.04	60.64	22.3	60.10	7.31	1.30	6.35	1.01
香荔	261.01	110.95	91.48	138.20	5.98	1.13	4.17	3.86
玉荷包	330.65	266.4	115.4	57.35	6.57	1.76	8.54	2.29
挂绿	818.34	64.83	32.91	86.00	3.04	0.42	1.72	1.98
怀枝	773.14	67.34	41.36	47.60	11.28	0.44	6.12	1.20
状元红	874.35	91.01	61.18	81.99	9.40	1.94	6.63	2.18
尚枝	269.38	42.45	16.84	41.73	5.82	1.13	5.64	1.03
雪怀子	1131.4	97.72	46.53	74.13	5.02	0.48	4.26	2.59
进奉	649.39	97.73	28.64	85.83	5.05	2.51	5.68	2.19

同一元素在不同品种果肉中的含量表现出一定的差异（见表 3）。果肉中各元素的含量的极差和变异系数分别为：K: 1075.09 mg/kg, 44.26%; Ca: 223.95 mg/kg, 51.21%; Na: 100.78 mg/kg, 49.88%; Mg: 156.68 mg/kg, 43.02%; Fe: 16.07 mg/kg, 52.06%; Mn: 2.07 mg/kg, 56.57%; Cu: 8.12 mg/kg, 45.10%; Zn: 3.58 mg/kg, 46.25%。各元素含量的变异系数大小依次为：Mn>Fe>Ca>Na>Zn>Cu>K>Mg。

同一荔枝品种的果肉中，K 元素的含量最高，Ca 含量在秤砣、白糖罂、大造、白粉、鉴江红糯、香荔、挂绿中含量比 Mg 的含量略低或接近，其余都较 Mg 含量高，Na 的含量除在青皮和玉荷包中含量比 Mg 高外，其含量在各品种的大量元素中都是最低的。在四种微量元素中，Fe 和 Cu 的含量相对较高，在玉荷包和进奉中 Cu 的含量比 Fe 元素含量高，其他各品种 Fe 含量都是最高的。Mn 在妃子笑、甜岩、玉荷包、状元红、尚枝、进奉中含量比 Zn 含量高或接近，在其他品种中都是最低。Zn 在桂味、大造、甜岩、挂绿含

量比 Cu 含量高,其他品种中都低于 Fe 和 Cu 的含量。

2.2 荔枝果皮中营养元素含量分析

表 4 各营养元素在荔枝果皮中的浓度 mg/kg

Table 4 The concentrations of the nutrient elements in Lichi

pericarp								
品种	K	Ca	Na	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
秤砣	1019.66	572.34	36.18	213.63	1.75	14.23	5.36	2.54
妃子笑	1349.64	573.88	406.38	241.88	0.01	0.15	0.14	0.08
白糖罂	1575.76	691.71	41.98	485.38	0.01	1.84	3.58	0.14
桂味	287.81	978.05	49.58	587.00	0.03	0.15	0.30	0.13
糯米糍	228.78	1024.86	396.83	372.00	0.24	0.92	1.80	1.35
黑叶	1451.89	644.64	419.96	366.13	0.03	0.48	0.34	0.01
鸡嘴	1723.01	973.29	38.99	304.00	1.32	14.03	5.52	4.88
青皮	1588.39	647.83	45.86	266.25	0.04	0.18	0.45	0.02
大造	1382.26	473.94	361.10	266.88	2.00	19.07	7.39	3.25
甜岩	540.09	163.81	16.24	127.88	1.10	10.40	12.71	1.75
白粉	1272.14	362.83	42.56	150.75	12.95	3.06	9.97	4.11
鉴江红糯	1741.39	1376.38	54.23	608.75	0.70	2.37	1.99	3.41
香荔	1540.39	552.02	24.71	261.63	0.03	0.22	0.85	0.28
玉荷包	282.84	322.97	82.45	346.25	0.10	0.08	0.45	0.14
挂绿	339.35	591.39	29.47	279.88	0.52	4.70	1.88	3.01
怀枝	180.41	536.10	40.20	278.75	0.16	0.25	0.38	0.01
状元红	489.08	254.06	6.99	188.00	0.40	7.16	7.19	2.01
尚枝	524.99	862.75	9.00	281.00	0.12	3.51	1.21	2.05
雪怀子	244.14	916.08	37.87	193.00	2.67	3.18	6.12	5.64
进奉	171.06	1307.63	60.85	657.00	2.73	20.41	4.21	4.30

同一元素在不同品种果皮中的含量表现出一定的差异(见表4)。各元素在果皮中的极差和变异系数分别为: K: 1570.33 mg/kg, 67.97%; Ca: 1212.56 mg/kg, 47.49%; Na: 412.98 mg/kg, 134.50%; Mg: 529.13 mg/kg, 46.54%; Fe: 12.94 mg/kg, 214.16%; Mn: 18.92 mg/kg, 124.80%; Cu: 12.57 mg/kg, 101.04%; Zn: 5.63 mg/kg, 95.04%。果皮中各营养元素的变异系数依次为: Fe>Na>Mn>Cu>Zn>K>Ca>Mg。

同一荔枝品种的果皮中,大量元素 K、Ca、Mg 的含量差异较果肉小,Na 元素在妃子笑、糯米糍、黑叶和大造含量超过 Mg 的含量,在其他各品种中都是含量最低的元素。Ca 元素在桂味、糯米糍、玉荷包、挂绿、尚枝、雪怀子和进奉中含量最高,其他各品种中都以 K 为含量最高的元素。Mg 在桂味、糯米糍、玉荷包、怀枝和进奉中的含量超过了 K 的含量。微量元素 Mn 在秤砣、鸡嘴、大造、挂绿和进奉中含量最高,Cu 在白糖罂、桂味、糯米糍、青皮、甜岩、红糯、玉荷包、怀枝和雪怀子中含量达到最高,Fe 在白粉果

皮中含量最高。

2.3 荔枝果核中营养元素含量分析

表 5 各营养元素在荔枝果核中的浓度 mg/kg

Table 5 The concentrations of the nutrient elements in Lichi

seed								
品种	K	Ca	Na	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
秤砣	246.36	197.63	33.66	385.38	7.44	3.69	9.37	11.55
妃子笑	280.88	179.86	67.48	165.89	3.22	3.22	1.92	3.24
白糖罂	432.04	323.18	43.73	523.89	6.85	4.52	4.89	5.74
桂味	307.01	176.69	30.00	217.75	6.29	8.65	3.98	8.14
糯米糍	310.64	591.83	52.71	250.38	0.70	6.37	8.14	5.44
黑叶	235.91	162.54	23.08	399.00	3.72	2.03	3.90	8.31
鸡嘴	270.34	231.54	14.54	108.38	5.01	3.81	2.71	5.67
青皮	639.34	539.59	48.19	317.38	12.92	12.99	12.72	15.75
大造	884.21	709.63	57.30	676.63	9.62	5.77	6.83	17.38
甜岩	429.79	85.76	26.01	72.63	0.73	1.69	0.97	0.93
白粉	370.64	374.21	69.57	481.25	10.68	2.74	8.02	13.36
鉴江红糯	658.11	981.23	50.91	715.38	11.34	10.89	4.37	10.27
香荔	753.19	578.69	30.65	270.38	6.97	14.33	8.14	6.11
玉荷包	315.59	1020.76	217.65	665.75	0.79	5.57	13.87	8.38
挂绿	323.55	502.36	41.65	498.50	7.54	9.73	6.00	7.01
怀枝	419.51	512.80	62.29	845.00	11.22	6.24	16.86	12.54
状元红	413.30	317.19	39.29	250.00	17.09	14.86	16.26	7.74
尚枝	386.11	502.15	66.03	868.75	7.56	7.79	19.30	11.73
雪怀子	96.75	983.49	50.34	445.00	15.18	7.22	9.61	13.91
进奉	329.43	320.40	65.30	322.50	6.22	9.37	5.72	12.88

同一元素在不同品种果核中的含量表现出一定的差异(见表5)。各元素在果核中极差和变异系数分别为: K: 787.46 mg/kg, 47.18%; Ca: 935.00 mg/kg, 61.29%; Na: 203.11 mg/kg, 76.35%; Mg: 772.38 mg/kg, 54.64%; Fe: 16.39 mg/kg, 60.97%; Mn: 13.16 mg/kg, 56.18%; Cu: 18.33 mg/kg, 63.72%; Zn: 16.46 mg/kg, 46.05%。果核中各营养元素的变异系数依次为: Na>Cu>Ca>Fe>Mn>Mg>K>Zn。

同一荔枝品种的果核中,大量元素中 Na 含量都是最低的, K、Ca、Zn 含量相对于 Na 都比较高。Ca 在糯米糍、红糯、玉荷包、挂绿和雪怀子中最高, Mg 在秤砣、白糖罂、黑叶、白粉、怀枝、尚枝中含量达到最高,其余各品种中都是 K 元素含量最高。微量元素中, Fe 在白糖罂、红糯、状元红、雪怀子中含量最高, Mn 在桂味、甜岩、香荔和挂绿中含量最高, Cu 在糯米糍、玉荷包、怀枝和尚枝中最高, Zn 在其他各品种的果核中含量达到最高。

2.4 各营养元素在荔枝不同部位含量分析

各元素在荔枝果实中不同部位的含量变异相差也较大。各元素在荔枝果实三个部位的变异系数的变化趋势为: K: 果皮>果核>果肉; Ca: 果核>果肉>果皮; Na: 果皮>果核>果肉; Mg: 果核>果皮>果肉; Fe: 果皮>果核>果肉; Mn: 果皮>果肉>果核; Cu: 果皮>果核>果肉; Zn: 果皮>果肉>果核。

### 3 结论

3.1 现代研究表明矿物质营养元素是人体所必需的营养素之一,它在人体的生理功能中起着特殊的生理作用。分析可知,荔枝果肉中含有较丰富的矿物质营养元素,所以食用荔枝及产品可以补充人体所需的各种营养元素,具有较高的医疗和保健价值。同时,各品种中的矿物质元素有较大的差异,在开发各种荔枝果肉产品时可以根据需要选择合适的品种。

3.2 药食两用植物的生长不仅需要普通植物生长所必需的营养元素,还能有选择地吸收和富集某些人体必需和有益的微量元素,这些元素是防病治病的重要物质基础之一。荔枝果肉、皮、核都可以入药,作为

保健品和医药原料时,可以根据需要和元素在各荔枝品种中的差异,选择合适的品种,或者将不同品种根据元素含量合理搭配。

### 参考文献

- [1] Nakasone H Y, Paull R E. Tropical fruits. Crop production science in horticulture series. Wallingford, UK: CAB International, 1998, 7: 173-207
- [2] Peter K C O. The flavor chemistry of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) and lychee (*Litchi chinesis* Sonn.) [D]. Cornell University. Doctor Dissertation. 1998
- [3] 李时珍.本草纲目[M].重庆:重庆大学出版社,1998
- [4] 陈玉旭,蔡长河,曾庆孝.糯米糍荔枝香气成分的测定与分析[J].现代食品科技,2009,25(1):91-95
- [5] 黄江康,王亚琴,易干军.中国荔枝生产贸易:现状、前景及入世对策(下)[J].广东科技,2002,6:26-27
- [6] 杜军,刘晓燕.荔枝鲜果、干果中的微量元素的测定[J].光谱实验室,2004,21(3):618-620