

新疆杏和华北杏果实品质的比较分析

赵翠¹, 田英姿¹, 英犁², 马千里¹, 罗宇年¹, 王晴晴¹

(1. 华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640) (2. 国家林业局林产工业规划设计院, 北京 100714)

摘要: 为了研究新疆杏和华北杏果实品质的不同, 本文选取两地优良杏品种各 10 种, 分析测定了两杏品种群的可溶性总糖、还原糖、总酸、维生素 C、单果重、单核重、杏仁重。并为了充分了解新疆杏品种群, 本文中分析测定了其果长、果径、风味、色泽、离核度等其它果实性状指标。结果如下: 新疆杏品种群较华北杏品种群可溶性总糖、还原性糖、糖酸比、杏出仁率明显要高, 平均糖酸比比华北杏平均糖酸比高 5.61, 使得新疆杏口味极佳。新疆杏品种群在色泽、风味上更符合大众较高的要求且新疆杏品种群适宜的水分含量使得口感极好。华北杏品种群的单果重、杏可食率显著高于新疆杏品种群。但新疆杏和华北杏在总酸、Vc、杏仁重、杏核重方面差异不明显。两杏品种群中, 可溶性总糖和还原糖不存在线性关系。但可溶性总糖含量较高的, 还原糖含量相对较高。

关键词: 品种群; 品质; 分析研究

文章编号: 1673-9078(2014)7-286-291

Analysis of Fruit Quality of Xinjiang Apricot and North China Apricot

ZHAO Cui¹, TIAN Ying-zi¹, YING Li², MA Qian-li¹, LUO Yu-nian¹, WANG Qing-qing¹

(1. School of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

(2. National Forest-product Industry Planning Design Institute, Beijing 100714, China)

Abstract: In order to study the quality differences between Xinjiang apricot and North China apricot, ten different kinds of excellent apricot were selected from these two regions. Total soluble sugar, reducing sugar, total acid, vitamin C, single fruit weight, single kernel weight, single apricot-pit weight were determined. Other characters including diameter, length, flavor, color and luster were also determined to evaluate the Xinjiang apricot quality comprehensively. The results showed that, Xinjiang apricot had higher total soluble sugar content, reducing sugar content, sugar-acid ratio, kernel rate than north China apricot obviously. The average sugar-acid ratio of Xinjiang apricot was about 5.61 higher than that of north China one which made perfect flavor for Xinjiang apricot. It also had special color and luster which was more popular. In addition, proper water content made it taste very well. The average single fruit weight of north China apricot was heavier than that in Xinjiang one significantly as well as the edible rate. Slight changes was found in the total acid, vitamin C, kernel weight, apricot-pit weight of these apricots. There was no linear relationship between total sugar content and reducing sugar content among those apricots. Higher reducing sugar content was found in samples with higher total sugar content.

Key words: variety of apricot; quality; study and analysis

杏又名甜海, 为蔷薇科 (Rosaceae) 李亚科 (Prunoideae) 杏属 (Armeniaca Mill) 植物^[1]。杏果“曝脯食、止渴、去冷热毒, 心之果, 在病宜食之”; 杏仁为“治风寒之药物”、“除肺热, 治上焦风燥, 利胸膈气逆, 润大肠气秘”^[2]。杏原产于中国, 在我国有 3000 多年的栽培历史。自公元前 2 世纪经丝绸之路, 从我国传到了中亚、西亚和地中海沿岸国家, 之后逐渐扩展到世界各地^[3-4]。现已发展为世界性水果之一。

收稿日期: 2014-03-06

基金项目: 自治区财政林业科技专项资金项目 (-0608)

作者简介: 赵翠 (1990-), 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 植物资源利用

通讯作者: 田英姿 (1966-), 女, 副教授, 研究方向: 植物资源利用

杏被很多人评定为最好吃的热带水果之一^[5]。杏果实营养丰富, 含有多种有机成分和人体所必须的维生素及无机盐类。杏是维生素 B17 含量最为丰富的果品, 而维生素 B17 又是极有效的抗癌物质^[6]。杏仁的营养更丰富, 含蛋白质 23%~27%、粗脂肪 50%~60%、糖类 10%, 还含有磷、铁、钾、钙等无机盐类及多种维生素, 是滋补佳品。杏肉除了供人们鲜食之外, 还可以加工制成杏脯、糖水杏罐头、杏干等; 杏仁可以制成杏仁霜、杏仁露、杏仁点心、杏仁酱菜、杏仁油等^[7]。

新疆杏栽培历史有 2000 多年, 面积和产量均居全国之首。1999 年底, 新疆杏树栽植面积仅有 $4 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占当年全疆水果种植总面积的 19.7%。截止到 2008 年底, 杏树种植面积发展到 $20.96 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占当年全疆

水果总面积的 29.3%。杏果产量 138.3×10^4 t, 占当年总产量的 30.7%^[8]。

新疆是典型的大陆性气候。日照时间长、降雨量少、昼夜温差大、空气湿度小, 形成独特的气候群, 使新疆杏品种品质优良。此外新疆杏还具有果皮光滑无毛、果肉多汁、纤维少、香气浓厚、口感细腻的特点^[9]。新疆杏的品种有 120^[10]多种。由于各主产地生态环境差异大, 造成杏品质良莠不齐, 降低商品率^[11]。为了促进杏产业较快较好的发展, 必须研究分析杏的品质, 从而更加清楚的认识新疆杏品种和国内其它主产区杏品种内在品质和外在品质上的差别及差别程度。本文研究了 10 种新疆杏的品质, 并以 10 种华北杏为参照, 对比突出新疆杏的优点, 为较快地促进新疆杏产业的发展利用提供理论依据, 增加农民收入, 响应西部大开发战略。

一般来讲, 人们会从口感、色泽、风味、营养成分等方面综合评价果品品质的优劣^[12]。果品品质重点分为感官要素和营养要素两大类。果品的感官要素通常是指能凭人的感官进行评价的各种品质属性主要包括外观(大小、形状、色泽等)、质构(组织的老嫩程度、汁液的多少等)^[13]。而果品的营养要素主要取决于果品的化学组成。主要包括糖、酸、维生素等^[14]。

为此, 本文对新疆杏和华北杏在感官要素和营养要素两个方面综合分析研究了它们的品质。

1 材料与方法

1.1 材料

原料: 选用 20 种优良杏品种群(其中新疆样品 10 份, 华北样品 10 份)

化学药品: NaOH (AR), 天津福晨化学试剂厂; 高岭土 (AR), 天津市福晨化学试剂厂; 抗坏血酸 (AR), 上海伯奥生物科技有限公司; 2,6-二氯酚酞(纯度 98%), Regal Biotechnology Company; 草酸 (AR), 天津启轮化学科技有限公司; 乙酸锌 (AR), 广州化学试剂厂; 酒石酸钾钠 (AR), 天津市科盟化工工贸有限公司, 五水合硫酸铜 (II) (AR), 江苏强盛功能化学股份有限公司; 葡萄糖 (AR), 江苏强盛功能化学股份有限公司; 酚酞, 天津市化学试剂一厂; 亚甲基蓝, 天津市天新细化工开发中心; 甲基红(天津市), 天新精细化工开发中心。

1.2 仪器设备

分析天平 HANGPING FA2004, 上海天平仪器厂; 数显恒温水浴锅 HH-2, 常州澳华仪器有限公

司; 电热恒温干燥箱, 广州市康恒仪器有限公司; 游标卡尺, 0~150 mm, 上海量具刃具厂。以及其他实验室常用仪器等。

1.3 实验方法

单果重: 随机选取果实 15 个, 用分析天平称重, 计算平均值。

核鲜重: 随机选取杏核 15 个, 用分析天平称重, 计算平均值。

杏仁重: 随机选取杏仁 15 个, 用分析天平称重, 计算平均值。

杏的果长、果径: 随机选取杏仁 15 个, 用游标卡尺分别测定杏的果长、果径, 取平均值。

糖酸比(%): $\text{糖酸比} = (\text{可溶性总糖} / \text{总酸}) \times 100\%$ 。

果性指数 = 果长 / 果径。

果实总糖依照 GB5009.7 中直接滴定法测定。

果实总酸依照 GB/T 5009.187-2003 中酸碱滴定法测定。

果实水分依照 GB5009.3-2010 中直接干燥法测定。

果实 Vc 依照 GB 14754-2010 中 2, 6-二氯酚酞酚滴定法测定。

杏可食率(%)的计算: $\text{杏可食率}(\%) = (\text{杏果肉鲜重} / \text{杏果鲜重}) \times 100\%$ 。

杏出仁率(%)的计算: $\text{杏出仁率}(\%) = (\text{杏仁鲜重} / \text{杏果鲜重}) \times 100\%$ 。

风味: 采用评分法进行评价, 15 人组成的评价小组进行果实风味评价, 评价标准为: 0.90~1.00-酸甜可口, 果香浓郁; 0.80~0.90-酸甜适中, 有果香; 0.70~0.80-略感酸或略感甜, 略有果香; 0.60~0.70-口感寡淡, 几乎无果香味; 0.60 以下-口感寡淡, 无果香或有异味。色泽: 采用评分法进行评价, 15 人组成的评价小组进行果实色泽评价, 评价标准为: 0.90~1.00-着色好, 色泽发亮; 0.80~0.90-着色好, 色泽一般; 0.70~0.80-着色一般, 色泽发乌; 0.60~0.70-着色不良, 色泽灰暗; 0.60 以下-着色差, 无光泽。

2 结果与讨论

2.1 新疆杏和华北杏营养要素测定结果

由表 1 和表 2 对比分析可得出, 新疆杏品种群可溶性总糖含量明显高于华北杏可溶性总糖, 做显著性分析得 $t=2.71 > t_{0.05}=2.26$, 说明新疆杏品种群可溶性总糖与华北杏可溶性总糖存在显著的差别。其中新疆杏品种群中可溶性总糖含量最高的是库车小白杏为

12.15%，最少的为树上干杏为 5.35%，极差很大为 6.8%。新疆杏品种群中可溶性总糖、还原性糖、总酸、糖酸比的变异系数明显高于华北杏品种群，说明新疆杏品种群之间在可溶性总糖、还原性糖、总酸、糖酸比方面差异较大。而新疆杏品种群和华北杏品种群在

Vc、总酸含量方面差异不明显。但新疆杏品种群平均糖酸比比华北杏高很多，分别是 13.76 和 8.15。在此我们还探讨了两杏品种群中可溶性糖和还原性糖的关系：还原性糖和可溶性总糖之间不存在线性关系，但可溶性总糖含量高的还原性糖含量相对比较高。

表 1 新疆杏果肉中营养成分测定结果

Table 1 Determination result of apricot pulp nutrients in Xinjiang

品种	可溶性总糖/%	还原性糖/%	总酸/%	Vc/(10 ⁻² mg/g)	糖酸比
小白杏一	10.89±1.06	9.83±0.90	0.89±0.08	12.23±1.08	12.24
小白杏二	10.60±0.98	8.74±0.76	0.93±0.05	8.97±0.68	11.40
小白杏三	11.24±1.12	9.35±0.87	0.78±0.05	14.30±0.98	14.41
佳娜丽	8.26±0.64	4.67±0.54	0.34±0.02	18.46±1.32	24.29
小白杏	6.40±0.78	3.74±0.33	0.56±0.03	17.32±1.20	11.43
库车小白杏	12.15±0.80	10.29±0.91	1.03±0.08	12.79±0.79	11.80
黑叶杏	6.81±0.96	3.31±0.64	0.96±0.07	17.33±1.20	7.09
麦盖提红杏	5.73±0.90	3.44±0.57	0.81±0.05	19.50±1.34	7.07
索格佳娜丽	9.74±1.03	5.33±0.29	0.31±0.02	11.23±1.02	31.42
树上干杏	5.35±0.62	4.19±0.11	0.83±0.04	21.56±1.23	6.45
极差	6.80	6.98	0.72	12.59	24.97
平均数	8.72	6.29	0.74	15.37	13.76
标准差	2.39	2.75	0.24	3.85	7.64
变异系数/%	27.42	43.73	32.26	25.05	55.52

表 2 华北杏果肉中营养成分测定结果

Table 2 Determination result of apricot pulp nutrients in north China

品种	可溶性总糖/%	还原性糖/%	总酸/%	Vc/(10 ⁻² mg/g)	糖酸比
贝新纳尔	6.90±0.45	3.54±0.20	0.85±0.04	14.46±1.02	8.12
雀斑杏	6.99±0.45	5.21±0.38	0.95±0.07	13.66±0.98	7.36
米录	7.20±0.56	4.20±0.29	1.51±0.08	16.33±1.20	4.77
旦杏	8.04±0.47	4.78±0.26	0.59±0.03	16.16±1.60	13.63
桃杏	5.38±0.35	3.20±0.18	1.26±0.08	20.32±1.38	4.27
白木杏	6.27±0.49	4.18±0.33	0.61±0.03	21.80±1.08	10.28
假麦黄	7.20±0.56	3.50±0.20	0.49±0.02	18.42±1.00	14.69
银香白	5.21±0.33	3.42±0.17	1.17±0.07	20.56±1.33	4.45
红荷包	6.91±0.62	4.17±0.25	0.85±0.06	14.47±1.53	8.13
大黄杏	6.33±0.51	3.78±0.23	1.08±0.09	22.85±1.67	5.85
极差	2.83	2.01	1.02	9.19	10.42
平均数	6.64	4.00	0.94	17.9	8.05
标准差	0.86	0.64	0.32	3.33	3.70
变异系数/%	13.00	15.95	34.71	18.62	45.41

2.2 新疆杏和华北杏果实性状测定结果

果实性状也是品评一种果品优劣的重要指标。由表 3 和表 4 对比分析可得出，新疆杏品种群单果重明显低于华北杏品种群，做显著性分析得 $t=2.27 > t_{0.05}=2.26$ ，说明新疆杏品种群和华北杏品种群在单果重方

面存在显著差异。华北杏品种群中单果重最大的是假麦黄为 54.92 g，最小的是米录为 17.03，极差比较大，变异系数比较大，说明华北杏种群内部单果重差异显著，为选育大果型优良品种、增加产量提供科研指导。两杏品种群在单核重、杏仁重方面差异不明显。新疆杏品种群平均果重、仁重、杏可食率低于华北杏品种

群。新疆杏品种群杏出仁率明显高于华北杏品种群。说明新疆杏品种群之间杏出仁率差异明显。而且新疆杏品种群中杏出仁率极差、变异系数比较大，

表3 新疆杏果实性状测定结果

Table 3 Determination result of fruit characters in Xinjiang apricot

品种	单果重/g	单核重/g	杏仁重/g	杏可食率/%	杏出仁率/%
小白杏一	15.22±3.24	1.88±0.29	0.75±0.04	87.00	4.95
小白杏二	16.48±2.88	1.65±0.18	0.761±0.06	88.00	4.62
小白杏三	15.44±2.73	1.82±0.26	0.73±0.04	88.30	4.74
佳娜丽	28.73±4.88	2.56±0.47	0.67±0.05	91.09	2.33
小白杏	19.83±4.37	1.67±0.17	0.65±0.05	91.58	3.27
库车小白杏	11.57±3.56	1.15±0.24	0.53±0.03	90.06	4.58
黑叶杏	31.10±5.08	2.39±0.38	0.68±0.04	92.00	2.18
麦盖提红杏	36.77±4.89	2.89±0.28	0.67±0.05	91.61	1.82
索格佳娜丽	24.26±4.68	2.25±0.37	0.56±0.08	90.73	2.30
树上干杏	27.79±4.55	2.73±0.35	0.82±0.06	89.78	2.95
极差	25.20	1.74	0.29	5.00	3.13
平均数	22.72	2.10	0.68	9.00	3.37
标准差	8.25	0.55	0.09	1.72	1.23
变异系数/%	36.32	26.36	13.13	1.92	36.48

表4 华北杏果实性状测定结果

Table 4 Determination result of fruit characters in north China apricot

品种	单果重/g	单核重/g	杏仁重/g	杏可食率/%	杏出仁率/%
贝新纳尔	25.43±4.27	2.45±0.38	0.81±0.03	90.37	3.16
雀斑杏	31.64±4.66	2.15±0.32	0.69±0.03	93.20	2.18
米录	17.03±2.38	1.59±0.21	0.59±0.02	90.66	3.46
旦杏	34.74±5.03	1.79±0.17	0.81±0.04	94.85	2.33
桃杏	25.47±4.77	2.46±0.33	0.83±0.05	90.34	3.26
白木杏	20.83±3.60	2.08±0.33	0.62±0.05	90.01	2.97
假麦黄	54.92±4.69	2.46±0.56	0.65±0.07	95.52	1.18
银香白	43.81±5.07	1.58±0.40	0.53±0.04	95.14	1.53
红荷包	25.47±4.33	2.46±0.49	0.82±0.08	90.34	3.21
大黄杏	46.34±4.32	1.92±0.17	0.65±0.03	95.86	1.4
平均数	33.57	2.09	6.70	9.26	2.47
极差	37.89	0.88	0.30	5.85	2.28
标准差	12.26	0.36	0.11	2.51	0.86
变异系数/%	37.64	17.24	15.65	2.71	34.89

2.3 新疆杏感官要素测定结果

为了更全面的了解新疆杏,我们对其果长、果径、离核度、风味、色泽、水分进行了分析检测。由表5可看出,果长、果径的极差、标准差、变异系数比较大,说明新疆杏品种群之间果实大小不一,差别比较大。风味、色泽方面,我们按照规定进行了严格品评。结果表明人们对新疆杏无论在色泽上,还是口感上给予了很高的评价。水分是影响果品新鲜度、脆度和口

感的重要成分,与果品的风味品质有密切关系。新鲜果品的含水量大多在75%~95%之间^[15]。而新疆杏品种群平均含水量为83.77%,符合人们对果品综合品质的要求。

3 结论

本文通过对两品种群杏综合分析研究后,结论如下:

3.1 新疆杏品种群可溶性总糖含量显著高于华北杏

品种群,且平均糖酸比高于华北杏品种群。相对较高的糖酸比使得新疆杏酸甜可口,相比华北杏而言更符合大众的口味要求。且新疆杏的风味、色泽指标已达

到人们较高的要求。水分适宜,使得口感极好。这使得新疆杏需求量较大,比华北杏有更广阔的市场。

表5 新疆杏感官要测定结果

Table 5 Determination result of sensory elements in Xinjiang apricot

品种	果长/mm	果径/mm	果型指数	离核度	风味	色泽	水分/%
小白杏一	35.38±4.88	31.57±3.14	1.12	离核	0.93±0.06	0.92±0.06	85.60±5.11
小白杏二	30.47±3.56	29.88±2.77	1.02	离核	0.85±0.05	0.87±0.05	86.37±5.03
小白杏三	32.33±4.37	31.67±3.00	1.02	离核	0.92±0.06	0.90±0.04	86.53±4.97
佳娜丽	37.25±4.19	36.52±3.19	1.02	离核	0.93±0.04	0.82±0.05	84.70±4.99
小白杏	35.60±3.90	30.50±4.56	1.17	离核	0.83±0.04	0.83±0.04	81.30±4.56
库车小白杏	28.58±3.91	26.71±2.77	1.07	离核	0.87±0.07	0.86±0.04	85.38±3.82
黑叶杏	40.10±5.03	36.50±3.88	1.10	离核	0.78±0.05	0.83±0.05	80.32±4.77
麦盖提红杏	39.70±3.84	39.10±4.74	1.02	半离核	0.95±0.08	0.95±0.06	82.48±5.17
索格佳娜丽	37.35±3.66	36.40±3.83	1.03	离核	0.91±0.07	0.88±0.08	85.30±5.21
树上干杏	38.80±4.13	33.60±3.94	1.15	半离核	0.85±0.06	0.83±0.06	79.72±4.33
极差	11.52	12.39	0.15		0.18	0.13	6.81
平均数	35.56	33.25	1.07		0.88	0.87	83.77
标准差	3.94	3.84	0.06		0.06	0.05	2.57
变异系数/%	11.07	11.54	5.60		6.38	5.22	3.07

3.2 新疆杏品种群平均单果重显著低于华北杏品种群,这是新疆杏品种群的缺点。这为选育大果型树种,改良品种特性提出了更高的要求。并最终会因此提高新疆杏品种群的质量和产量,增加果农收入,响应西部大开发战略。

3.3 新疆杏品种群杏出仁率明显高于华北杏品种群,且新疆杏品种群之间杏出仁率差异显著。可选育杏出仁率相对较高的树种,提高杏出仁率,为新疆杏仁更好地加工利用提供了条件基础。

参考文献

[1] 任宝生.我国杏树的栽培历史及生产现状与发展方向[J].科技情报开发与经济,2007,17(32):148-150
REN Bao-sheng. The Cultivation History, Present production situation and development direction of apricot in China [J]. Science and Technology Development and Economy, 2007, : 148-150

[2] 杨春,卢健鸣,梁霞,等.杏仁的营养价值与开发利用[J].山西食品工业,1999,2:22-25
YANG Chun, LU Jian-ming, Liang Xia, et al. The nutritional value and the development of the apricot kernel [J]. The Food Industry in ShanXi, 1999, 2: 22-25

[3] 于希志.试谈我国杏生产现状与对策[J].北方果树,2003,5: 24-26
YU Xi-zhi. The status and strategy of apricot production in

China [J]. Northern Fruits, 2003, 5: 24-26

[4] 张钊,刘明彰,陈文椒,等.新疆杏种质资源[J].果树科学, 1985, 3: 18-23
ZHANG Zhao, LIU Ming-zhang, CHEN Wen-jiao deng. XinJiang apricot germplasm resources [J]. The Science of Fruit Tree, 1985, 3: 18-23

[5] Fabrizio Gurrieri. Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars [J]. Euphytica, 2001, 117(3): 183-189

[6] 彭功碧.杏仁的保健功能及利用前景[J].西南园艺,1999,27(2): 20-22
PENG Gong-bi. The health care function and use prospect of apricot kernel [J]. Southwest Horticulture , 1999, 27(2): 20-22

[7] 黄永红,王金政,李桂云,薛晓敏.甜丰杏营养价值 and 加工性状比较试验[J].山东林业科技,2012,42(2):46-48
HUANG Yong-hong, WANG Jin-zheng, LI Gui-yun, XUE Xiao-min. Nutritional value and processing character comparison test of Tian Feng apricot [J]. Forestry Science and Technology of Shandong Province, 2012, 42(2): 46-48

[8] 新疆维吾尔自治区统计局.新疆统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2000-2009
The Xinjiang uygur autonomous region bureau of statistics. Xinjiang statistical yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2000-2009

[9] 赵锋,刘威生,张玉萍.环塔里木盆地果树资源与生产现状考

- 察[J].烟台果树,2003,3:3-4
ZHAO Feng, LIU Wei-sheng, ZAHNG Yu-ping. The fruit tree resources and production status of Tarim basin [J]. Fruit Tree in Yan Tai, 2003, 3: 3-4
- [10] 赵锋.新疆杏资源的生产与考察[J].山西果树,2003,3:25-26
ZHAO Feng. Xinjiang apricot resources production and inspection[J]. Fruit Tree in Shanxi, 2003, 3: 25-26
- [11] 张君萍,高疆生,李疆,等.新疆杏与华北杏果实主要营养成分比较分析[J].新疆农业科学,2006,43(2):140-144
ZHANG Jun-ping, GAO Jiang-sheng, LI Jiang, et al. Comparative analysis of main nutritional composition between Xinjiang apricot and north China apricot [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2006, 43(2): 140-144
- [12] 林金水.果蔬商品市场品质评价[J].福建农业,1997,4:13
LIN Jin-shui. Fruit and vegetable commodity market quality evaluation[J]. Fujian Agriculture, 1997, 4: 13
- [13] 汤卫东,刘杰明,陈吉洪.苹果品质的模糊综合评价[J].食品与药品,2005, 9:60-63
TANG Wei-dong, LIU Jie-ming, CHEN Ji-hong. Apple quality fuzzy comprehensive evaluation [J]. Food and Drug, 2005, 9: 60-63
- [14] 席国琴,马向民.果品商品化处理对策[J].山西农业:致富科技版,2006,2:8
XI Guo-qin, MA Xiang-min. Fruit commercialized treatment countermeasures [J]. Shanxi Agriculture: Science and Technology Page, 2006, 2: 8
- [15] 宁正祥.果蔬生理调控学[M].广州:华南理工大学出版社, 2001
NING Zheng-xiang. Fruits and vegetables physiological regulation of leaming [M]. Guangzhou: South China University of Technology Press, 2001