

新疆不同红枣品种的总酚含量和抗氧化能力比较

杨璐¹,程平¹,曹苑²,李宏^{1*}

(1. 新疆林业科学院,中国新疆 乌鲁木齐 830000; 2. 新疆医科大学药学院,中国新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要: 为了研究新疆红枣的遗传多样性,寻找抗氧化能力较强的功能性红枣品种,为保护利用红枣资源提供基础,用 Folin-Ciocalteu 法测定了 7 个品种红枣甲醇提取液中的总酚含量,采用体外法评价了红枣甲醇提取物的总抗氧化能力及对 DPPH·和羟基自由基(·OH)的清除能力。结果表明:7 个参试红枣品种都具有强抗氧化性,并且大多数品种间差异显著,其中哈密大枣、骏枣、灰枣的抗氧化能力较强;不同品种间的总酚含量差异较大,变化值为 751.25 mg/100g,其中哈密大枣中含量最高是 1 837.48 mg/100g,新疆小圆枣的总酚含量最低为 1 086.23 mg/100g;相同品种中果肉和果核间总酚含量差异较大,果肉总酚含量约为果核的 6 倍。各种抗氧化指标与总酚含量呈显著正相关,酚类物质是红枣抗氧化的重要物质基础之一。

关键词: 红枣果实;总酚;Folin-Ciocalteu 比色法;抗氧化活性

中图分类号:R284.2

文献标识码:A

文章编号:1007-7847(2015)01-0024-05

Phenolic Profiles and Antioxidant Activity of Different Jujube Cultivars in Xinjiang

YANG Lu¹, CHENG Ping¹, CAO Yuan², LI Hong^{1*}

(1. Xinjiang Academy of Forestry, Urumqi 830000, Xinjiang, China; 2. College of Pharmacy, Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, Xinjiang, China)

Abstract: In order to provide basic information for exploring strong antioxidant jujube resources in Xinjiang, three different methods were used to evaluate antioxidant activities of 7 jujube cultivars including total antioxidant activity, hydroxyl radical scavenging and DPPH·radical scavenging. Results showed that 7 jujube cultivars had strong antioxidant capacities, and there was significant difference among most cultivars. Hami jujube, Junzao and huizao's antioxidant capacities were the strongest in all cultivars. Total phenol contents varied considerably among cultivars by Folin-Ciocalteu method, Hami jujube having the most 1 837.48 mg/100g and Xiaoyuanzao having the least 1 086.23 mg/100g. Total phenol contents have large differences in the pulp and core, pulp total phenol content is about 6 times of the core of the fruit. Three indexes of antioxidant activity and total phenolic contents were significantly correlated, whereas phenolics is one of the most important materials of antioxidant activity of jujube.

Key words: jujube; total polyphenols; Folin-Ciocalteu colorimetry; antioxidant activity

(Life Science Research, 2015, 19(1): 024~028)

红枣又名大枣 (*Jujubae fructus*), 是鼠李科 (Rhamnaceae) 枣属植物的成熟果实枣 (*Zizyphus jujuba* Mill.), 具有很高的营养价值与药用保健功效,是天然的药食同源食品^[1]。红枣中含有多种生

物活性物质,如大枣多糖、酚类、黄酮类、皂苷类、三萜类、生物碱类、环磷酸腺苷(cAMP)、环磷酸鸟苷(cGMP)等,对人体有多种保健治病功效。据文献报道:红枣中含有丰富的酚类物质^[2],具有抗氧

收稿日期:2014-06-19;修回日期:2014-10-07

基金项目:新疆维吾尔自治区科技计划资助项目(201130102-3)

作者简介:杨璐(1985-),女,新疆乌鲁木齐人,硕士,主要从事植物资源化学与生物活性物质研究;*通讯作者:李宏(1962-),男,新疆乌鲁木齐人,新疆林业科学院研究员,博士,主要从事林果栽培和综合利用研究,Tel:0991-4649261,E-mail: xjlkyl_2@163.com。

化、抗肿瘤、抗菌、抗病毒等药理作用;红枣不同部位多酚粗提物的含量差异较大,枣皮中多酚含量远高于枣肉和枣核^[4,5];不同产地不同品种的红枣总酚含量差异也较大;红枣提取物的抗氧化能力与多酚含量呈显著正相关关系^[9]。

新疆地域辽阔,特殊的地理位置和气候条件使红枣产业具有独特的优势和巨大的发展空间。新疆红枣含糖量高、味甘、肉厚、营养积累丰富、品质优良,因此新疆被誉为全球最适宜出产优质红枣的地区。为合理开发利用新疆红枣中酚类化合物资源,本研究采用 Folin-Ciocalteu 比色法考察新疆主产 7 个红枣品种中红枣果肉和果核中总酚的含量,采用铁氰化钾还原法、DPPH 法、羟自由基清除法对红枣多酚提取物的抗氧化活性进行评价,并对其抗氧化活性与总酚含量进行相关性分析,期望为新疆地区红枣的深度开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

材料:采集新疆主产的 7 个红枣品种作为供试材料,包括:骏枣、灰枣、赞皇大枣、金昌 1 号、哈密大枣、圆脆红枣、新疆小圆枣。7 种样品均来自新疆林业科学院佳木试验站,采集的样品为同一个果园、同一年成熟期、统一制干的红枣果实。

试剂: DPPH (1, 1-二苯基-2-苦肼基自由基)、TPTZ(美国 Sigma 公司);铁氰化钾、2-脱氧核糖、单宁、95%乙醇、甲醇、EDTA、过氧化氢、三氯乙酸、硫代巴比妥酸等,均为国产分析纯试剂。

仪器:水浴锅(SW23,优莱博公司)、紫外光谱仪(UV-2600,岛津公司)、电子天平(TP-2102,赛多利斯公司)、低速大容量多管离心机(上海安亭科学仪器公司)、超声波清洗机(KQ-100 型)。

1.2 方法

1.2.1 样品处理

每个品种均随机选取无病虫、无机械伤害的干制红枣若干,处理前先将果肉与果核分离,用剪刀将其果肉剪成 0.2 cm × 0.2 cm × 0.2 cm 的立方体,果核粉碎备用。再分别从备用样品中精密称取出 20 g,粉碎后放入 -80 °C 超低温冰箱中备用。

1.2.2 红枣多酚样品溶液制备

1.2.2.1 果肉多酚样品溶液制备

精密称取红枣果肉样品粉 0.3 g,加体积分数 50% 甲醇溶液 10 mL,超声辅助提取 30 min,过滤,在 4 500 r/min 离心 5 min,取上清液 2 mL 加

水稀释定容至 10 mL,即得果肉供试品溶液。

1.2.2.2 果核多酚样品溶液制备

精密称取红枣果核样品粉 0.3 g,加体积分数 50% 甲醇溶液 10 mL,超声辅助 30 min,过滤,在 4 000 r/min 离心 5 min,取上清液 2 mL 加水稀释至 10 mL,即得果核供试品溶液。

1.2.3 总酚测定采用 Folin-Ciocalteu 法

反应原理为酚类化合物在碱性条件下可以将钨钼酸还原,生成蓝色化合物,颜色的深浅与酚类化合物含量成正相关,在波长 760 nm 处有最大吸收。用移液器精密吸取供试品溶液 3 mL 于 10 mL 容量瓶中,然后加入 1.5 mL Folin-Ciocalteu 试剂,摇匀,静置 5 min 后加入 2 mL 25% 的 Na₂CO₃ 溶液,加蒸馏水稀释至刻度,摇匀,50 °C 水浴 5 min,取出冷却后在 760 nm 下比色。

1.2.4 抗氧化能力测定

1.2.4.1 总还原力能力测定

按照 TUNG Yu-tang 的方法略作修改^[6]。用移液器精密吸取 2.5 mL 的磷酸盐缓冲液(0.2 mol/L, pH 6.6)置于 15 mL 离心管中,加入供试品溶液 1.0 mL,再加入 1% 的铁氰化钾混合液 2.5 mL,摇匀,将混合物置于 50 °C 恒温条件下加热,反应 20 min,冰浴冷却,加入 2.5 mL 10% 三氯醋酸终止反应,4 000 r/min 离心 10 min。取上清液 2.5 mL 至于具塞试管中,加入蒸馏水 2.5 mL,再加入 0.5 mL 0.1% 的 FeCl₃ 溶液,摇匀,静置 5 min 后,于 700 nm 波长处测定吸光度,取 3 次实验平均值。

1.2.4.2 清除 DPPH 自由基的能力测定

按照 LI 的方法略作修改^[7]。用移液器精密吸取供试品溶液 0.2 mL 至于 10 mL 具塞试管中,加入 0.05 mg/mL 的 DPPH 溶液 2.0 mL,加入 0.8 mL 95% 的乙醇溶液,摇匀,常温下静置 30 min 后,于 519 nm 波长处测定吸光度。

$$\text{DPPH 自由基的清除率}(\%) = (A_0 - A_1) / A_0 \times 100\%$$

式中: A₁ 为样品组的吸光值, A₀ 为对照组的吸光值。

1.2.4.3 清除羟基自由基(·OH)的能力测定

按照丁秀琴的方法略作修改^[8]。用移液器精密吸取供试品溶液 1.0 mL 置于 10 mL 具塞试管中,然后加入 2 mmol/L 的抗坏血酸 0.1 mL, 6 mmol/L 的 FeSO₄ 0.3 mL, 8 mg/mL 的 2-脱氧核糖 0.1 mL, 6 mmol/L 的 H₂O₂ 0.3 mL, 最后用 pH 7.4 的磷酸缓冲溶液定容至 2 mL,摇匀,置于 37 °C 水浴中温浴 30 min,然后加入 10% 三氯乙酸 2 mL, 1%

硫代巴比妥酸 2 mL,混匀后,沸水浴中保温 15 min,冷却后于 532 nm 波长下测定吸光值。

$$\cdot\text{OH 清除率}(\%)=(1-A_1/A_0)\times 100\%$$

式中: A_1 为样品组的吸光值, A_0 为空白组的吸光值。

1.2.5 数据统计与分析

用 Excel 对数据进行描述性分析,采用 Spss17.0 对数据进行方差和相关性分析,数据以“平均数 \pm 标准误($\bar{x}\pm s^{\bar{}}$)”表示。

2 结果

2.1 不同红枣品种中总酚含量比较

表 1 不同品种红枣样品中总酚含量
Table1 Total phenolic contents in different dried Jujubes cultivars

Varieties	The content of phenolic(mg/100g) n=3	
	Pulp	Core
Junzao	1 623.71 \pm 30.01	261.37 \pm 15.43
Huizao	1 407.26 \pm 25.16	287.51 \pm 13.17
Zanhuangdazao	1 362.83 \pm 22.31	234.17 \pm 17.06
Jinchang 1	1 126.12 \pm 24.32	204.95 \pm 16.12
Hami Jujube	1 837.48 \pm 24.54	296.15 \pm 15.21
Yuan-cui Jujube	1 337.61 \pm 30.17	231.21 \pm 13.56
Xiaoyuanzao	1 086.23 \pm 19.65	211.06 \pm 14.41

分别对 7 个不同品种红枣果肉和果核中总酚含量进行测定,结果如表 1。由表 1 可以看出,红枣不同品种果实果肉中的平均总酚含量为 1 397.32 mg/100 g,变幅为 751.25 mg/100 g。其中哈密大枣中含量最高是 1 837.48 mg/100 g,新疆小圆枣的含量最低为 1 086.23 mg/100 g。

红枣不同品种果核中的平均总酚含量为 246.63 mg/100 g,变幅为 91.20 mg/100 g。哈密大枣中含量最高是 296.15 mg/100 g,金昌 1 号的总酚含量最低为 204.95 mg/100 g。经方差分析可知同一个品种红枣果肉和的果核中总酚含量差异显

著($P<0.05$),果肉中总酚含量约为果核的 6 倍。

纵向来看,红枣各品种间的总酚含量差异较大,在品种的综合利用上具有较大的选择空间。对供试样品进行快速聚类分析,分成三类:第一类为哈密大枣总酚含量最高,第二类为骏枣、灰枣、赞皇大枣、圆脆红枣,第三类为金昌 1 号、新疆小圆枣总酚含量最低(聚类图略)。

2.2 不同品种红枣果肉的抗氧化活性比较

2.2.1 不同红枣品种总抗氧化能力比较

由表 2 可知,7 个供试红枣品种果肉中的总抗氧化能力均为正值,说明新疆主产的这 7 个红枣品种的果肉均具有一定的抗氧化能力;不同品种红枣果肉的总酚粗提物的总抗氧化能力之间存在较大差异。总抗氧化能力最强的是哈密大枣达到 89.15 个单位,其次是骏枣 88.21 个单位,新疆小圆枣的抗氧化能力最弱为 55.97 个单位,变幅为 33.18 个单位。通过方差分析表明,各品种间总抗氧化能力存在显著差异($P<0.05$),其中哈密大枣>骏枣>灰枣,这 3 个品种的总抗氧化能力最强,并且显著高于其他品种。

2.2.2 不同红枣品种 DPPH·自由基清除率比较

DPPH·自由基属于比较稳定的有机物自由基,广泛应用于测定纯抗氧化剂或植物提取物的体外抗氧化活性。不同品种红枣果肉提取液的 DPPH 清除能力如表 2 所示,不同品种红枣果肉的总酚粗提物的 DPPH·自由基清除能力之间存在较大差异。DPPH·自由基清除能力最强的是哈密大枣,清除率为 89.23%,新疆小圆枣的清除能力最弱,为 57.52%,7 个供试品种的 DPPH·自由基清除能力为 89.23%~57.52%,变幅为 31.71%,平均清除率 74.7%。通过方差分析表明,哈密大枣、骏枣、灰枣这 3 个品种的 DPPH·自由基清除能力较高,与其他品种间存在显著差异($P<0.05$)。

表 2 不同品种红枣果实提取液中的抗氧化性

Table 2 Antioxidant activity of extract from different dried Jujubes cultivars (n=3)

No.	Varieties	Antioxidant activity/U	Rate of scavenging DPPH·activities/(%)	Rate of scavenging HO·activities/(%)
1	Junzao	88.21 \pm 1.48 ^a	86.57 \pm 1.36 ^a	93.27 \pm 1.91 ^a
2	Huizao	81.46 \pm 1.52 ^b	81.06 \pm 1.38 ^b	89.55 \pm 1.62 ^b
3	Zanhuangdazao	75.25 \pm 1.32 ^c	73.62 \pm 1.19 ^c	76.55 \pm 1.66 ^c
4	Jinchang 1	77.33 \pm 1.45 ^c	69.76 \pm 1.42 ^d	78.32 \pm 1.54 ^c
5	Hami Jujube	89.15 \pm 1.35 ^a	89.23 \pm 1.21 ^a	95.75 \pm 1.37 ^a
6	Yuan-cui Jujube	64.15 \pm 1.47 ^d	65.15 \pm 1.51 ^d	71.01 \pm 1.76 ^d
7	Xiaoyuanzao	55.97 \pm 1.39 ^e	57.52 \pm 1.37 ^e	53.00 \pm 1.43 ^e

注:同列数据后不同的小写字母表示差异在 5%水平显著。

Notes: Different lowercase letters following the figures in the same column represent the existence of significant differences at 5% level.

2.2.3 不同红枣品种羟基自由基清除率比较

羟基自由基($\cdot\text{OH}$)是最活跃的一种活性分子,也是进攻性最强的化学物质之一,是目前所知活性氧自由基中对生物体毒性最强、危害最大的一种自由基,杀死红细胞,降解 DNA、细胞膜和多糖化合物,导致细胞损伤或疾病。不同品种红枣果肉提取液的 $\cdot\text{OH}$ 清除能力如表 2 所示,红枣不同品种总酚提取液对羟基自由基均具有较强的清除能力,清除率在 95.75%~53.00%,平均清除率为 79.64%,变幅为 42.75%,各品种间清除能力差异较大,清除能力最强的是哈密大枣,新疆小圆枣的清除能力最弱。通过方差分析表明,哈密大枣>骏枣>灰枣,这 3 个品种的羟基自由基清除率能力较高,与其他品种间存在显著差异($P<0.05$)。

2.3 总酚含量与抗氧化活性相关性分析

表 3 总酚含量与抗氧化活性相关性分析
Table 3 Pearson correlation analysis

Item	Phenols
Antioxidant activity	0.834**
Rate of scavenging DPPH·activities	0.893**
Rate of scavenging HO·activities	0.917**

注:*在 $P<0.05$ 水平显著相关;**在 $P<0.01$ 水平显著相关。

Notes: *Correlation is significant at $P<0.05$ level; **Correlation is extremely significant at $P<0.01$ level.

实验以总抗氧化能力、DPPH 自由基清除能力和羟基自由基清除能力作为红枣果肉总酚提取液抗氧化能力的评价指标,由表 3 相关性分析显示:红枣果肉总酚含量与 3 种抗氧化评价指标之间均存在高度的正相关性 ($P<0.05$),相关系数分别是 0.834、0.893、0.917。表明红枣果肉中酚类物质与其抗氧化能力密切关系。Gardner 等^[9]研究结果表明果汁中总酚含量与 FRAP 清除率相关性很高;丁秀琴等^[8]、黄龙等^[10]、Kubola J 等^[11]、Abu Bakar M F 等^[12]的研究表明在多种果蔬中酚类物质含量与其总抗氧化能力之间均呈显著正相关性,本研究结果与文献报道一致。

3 讨论

多酚类物质为植物体内的复杂酚类次生代谢物,主要存在于植物的皮、根、叶、果中,具有抗氧化、强化血管壁、促进肠胃消化、降低血脂与增加身体抵抗力以及防止动脉硬化、血栓形成的作用,还能利尿、降血压、抑制细菌与癌细胞生长及帮助消化。此次涉及的 7 个红枣品种总酚含量较高,但不同品种间含量差异显著,果肉中总酚含量

为 1 837.48 ~ 1 086.23 mg/100g,果核中总酚含量为 296.15~204.95 mg/100g。朱锐等^[13]的研究表明,同一品种红枣间因栽培环境和管理措施不同,枣果中的营养成分存在差异。本研究中 7 个供试红枣品种均采自同一样地,栽培环境和管理措施一致,说明不同品种红枣间的总酚含量及抗氧化活性存在差异主要与红枣的基因型有关。

自由基是机体氧化反应中产生的有害化合物,可损害机体的组织和细胞,进而引起慢性疾病及衰老效应,自由基清除剂的研究对人体健康有着重大的意义。植物中多酚化合物具有良好的抗氧化活性以及清除有害人体健康的自由基的能力。本研究结果表明:此次涉及的 7 种红枣果肉均具有较强的抗氧化活性,不同品种间抗氧化活性存在显著差异,哈密大枣、骏枣、灰枣抗氧化能力较强,这可能与红枣果肉中酚类物质的含量和成分有关。研究表明酚类化合物的羟基数目越多,其抗氧化活性越强^[8,14],而基因型又决定了果品中的总酚含量^[15]。

不同的抗氧化实验方法产生的结果不同,没有任何一种单独的体外抗氧化实验方法能够精确地评价样品的抗氧化能力^[16],因此本实验采用总抗氧化能力、DPPH 自由基清除能力和羟基自由基清除能力 3 种方法测定红枣果肉的抗氧化能力。实验结果表明:供试红枣品种均具有较强的抗氧化性,各品种间抗氧化性差异较大。相关性分析表明:红枣果肉中的总酚含量与 3 个抗氧化指标间具有显著的正相关性,说明红枣果肉中酚类物质与其抗氧化能力有密切关系,即红枣的多酚类物质应该是其抗氧化的主要物质基础。而对于相同品种红枣在不同产地时体内总酚含量和抗氧化性会有何种变化有待进一步研究,以期探明抗氧化活性最强的红枣品种及其产地,为选择利用总酚含量较高的抗氧化性保健食品品种提供有力的参考。

4 结论

新疆主产的 7 个红枣品种中的总酚含量均较高,不同品种间总酚含量差距较大,果肉中总酚含量较果核中高出约 6 倍;供试红枣品种均具有较强的抗氧化性,各品种间抗氧化性差异较大。红枣果肉总酚含量与 3 种抗氧化指标(总抗氧化能力、DPPH 自由基清除能力和羟基自由基清除能力)之间均存在高度的正相关关系;酚类物质是红枣抗氧化的重要物质基础之一。

参考文献 (References):

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[S]. 北京: 化学工业出版社(Pharmacopoeia Commission of People's Republic of China. Chinese Pharmacopoeia[S]. Beijing: Chemical Industry Press), 2010. 21.
- [2] WANG Bi-ni, LIU Hai-feng, ZHENG Jian-bin, *et al.* Distribution of phenolic acids in different tissues of jujube and their antioxidant activity[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011, 59(4): 1288-1292.
- [3] LI Jin-wei, DING Shao-dong, DING Xiao-lin. Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube[J]. Process Biochemistry, 2005, 40(11): 3607-3613.
- [4] 李红卫, 冯双庆. 冬枣采后果皮成分及氧化酶活性变化与乙醇积累机理的研究[J]. 农业工程学报(LI Hong-wei, FENG Shuang-qing. Changes of composition and activity of oxidative enzymes in the pericarp and mechanism of ethanol accumulation in "brumal jujube"[J]. Transactions of the CSAE), 2003, 19(3): 165-168.
- [5] XUE Zi-ping, FENG Wei-hua, CAO Jian-kuang, *et al.* Antioxidant activity and total phenolic contents in peel and pulp of Chinese jujube (*Ziziphus jujube* Mill.) fruits[J]. Journal of Food Biochemistry, 2009, 33(5): 613-629.
- [6] TUNG Yu-tang, WU Jhy-hong, HUANG Chih-yu, *et al.* Antioxidant activities and phytochemical characteristics of extracts from *Acacia confuse* bark[J]. Bioresource Technology, 2009, 100(1): 509-514.
- [7] LI Xi-can, LIN Jing, GAO Yao-xiang, *et al.* Antioxidant activity and mechanism of *Rhizoma Cimicifugae*[J]. Chemistry Central Journal, 2012, (6):140.
- [8] 丁秀琴, 张京芳, 韩明玉. 不同品种苹果化学成分及抗氧化活性比较[J]. 食品科学(DING Xiu-qin, ZHANG Jing-fang, HAN Ming-yu. Chemical composition and antioxidant activities of different apple cultivars[J]. Food Science), 2011, 32(21): 41-47.
- [9] GARDNER P T, WHITE T A C, MCPHAIL D B, *et al.* The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices[J]. Food Chemistry, 2000, 68(4): 471-474.
- [10] 黄龙, 邓媛元, 张明位, 等. 不同苦瓜品种果肉中酚类物质含量及抗氧化能力比较[J]. 中国农业科学(HUANG Long, DENG Yuan-yuan, ZHANG Ming-wei, *et al.* Phenolic profiles and antioxidant activity of *Momordica charantia* L. of different varieties[J]. Agricultural Sciences in China), 2011, 44(22): 4660-4668.
- [11] KUBOLA J, SIRIAMORN PUN S. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter melon (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts *in vitro*[J]. Food Chemistry, 2008, 110(4): 881-890.
- [12] ABU BAKAR M F, MOHAMED M, RAHMAT A, *et al.* Phytochemicals and antioxidant activity of different parts of bambangan(*Mangifera pajang*) and tarap(*Artocarpus odoratissimus*)[J]. Food Chemistry, 2009, 113(2):479-483.
- [13] 朱锐. 新疆枣树栽培适宜品种及关键技术的调查[D]. 北京: 北京林业大学 (ZHU Rui. Investigation and Study of the Suitable Cultivars and Key Technologies of Chinese Jujube Cultivating in Xinjiang[D]. Beijing: Beijing Forestry University), 2010. 18-25.
- [14] IACOPINI P, CAMANGI F, STEFANI A, *et al.* Antiradical potential of ancient Italian apple varieties of *Malus × domestica* Borkh. in a peroxynitrite-induced oxidative process[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2010, 23(6): 518-524.
- [15] AL-LAITH A A A. Antioxidant components and antioxidant/antiradical activities of desert truffle (*Tirmania nivea*) from various middle eastern origins[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2010, 23(1): 15-22.
- [16] 王华磊, 冯建蓉, 樊新民, 等. 新疆 17 个杏品种的抗氧化指标与总酚含量的测定[J]. 果树学报(WANG Hua-lei, FENG Jian-rong, FAN xin-min, *et al.* Studies on indexes of antioxidant activity and phenolics content of 17 apricot cultivars in Xinjiang area[J]. Journal of Fruit Science), 2008, 25(6): 828-831.