

DOI: 10.13376/j.cblls/2015139

文章编号: 1004-0374(2015)08-1000-05



郭长江, 军事医学科学院卫生学环境医学研究所研究员, 博士生导师。主要从事营养素代谢及其保健功效等方面的研究, 在国内外公开刊物发表论文 200 余篇, 主编专著 7 部, 参编专著 10 部。先后获得世界卫生组织奖学金、中国营养学会优秀青年人才奖、美国农业部研究成果证书各 1 次; 获军队科技进步奖 2 次, 获中国营养学会科学技术奖 1 次; 获发明专利授权 3 项, 公开 4 项; 荣立三等功 1 次。目前兼任中国营养学会副理事长、特殊营养分会主任委员、营养立法委员会委员、中国生理学会应用生理委员会委员、全军军队卫生学专业委员会委员、天津营养学会副理事长、天津食品学会常务理事、天津生物化学与分子生物学学会理事; 并担任《营养学报》主编, 以及《解放军预防医学杂志》、《军事医学》和《亚太临床营养杂志》等编委。

## 中国蔬菜、水果抗氧化作用与有效成分的研究进展

郭长江\*, 高蔚娜, 谢宗恺, 蒲玲玲, 韦京豫, 杨继军

(军事医学科学院卫生学环境医学研究所, 天津 300050)

**摘要:** 蔬菜、水果中除了含有人体必需的维生素、矿物质和膳食纤维等营养成分外, 还含有各种抗氧化物质, 在预防细胞氧化损伤和抗衰老过程中发挥着积极作用。近年来, 国内一些研究团队开展了一系列蔬菜、水果抗氧化作用与有效成分的研究工作, 取得可喜的研究进展。体外研究结果表明, 大部分蔬菜、水果均具有一定的抗氧化活性, 以及清除多种自由基的作用; 多酚类物质可能是蔬菜、水果发挥抗氧化作用的重要物质。

**关键词:** 蔬菜; 水果; 抗氧化作用; 抗氧化成分

**中图分类号:** R151.2   **文献标志码:** A

## Research advances in antioxidant capacity and components of vegetables and fruits in China

GUO Chang-Jiang\*, GAO Wei-Na, XIE Zong-Kai, PU Ling-Ling, WEI Jing-Yu, YANG Ji-Jun

(Institute of Health and Environmental Medicine, Academy of Military Medical Science, Tianjin 300050, China)

**Abstract:** Vegetable and fruits are rich in vitamins, minerals and fibers, as well as antioxidants and play an important role in the protection against cellular oxidative stress and aging process. In recent years, several research teams in China have made remarkable progress in the study of antioxidant capacity and components of vegetables and fruits. The results show that most vegetables and fruits possess antioxidant activity to some extent and are effective in scavenging various free radicals. The polyphenols may be a class of antioxidants important in vegetables and fruits.

**Key words:** vegetable; fruit; antioxidant capacity; antioxidant component

收稿日期: 2015-02-02

基金项目: 国家十一五科技支撑项目(2008BAI58B06); 国家自然科学基金项目(30571567)

\*通信作者: E-mail: guocjtj@126.com

在人类膳食结构中, 蔬菜、水果是重要的两大类植物性食物。自 20 世纪 80 年代以来, 大量的流行病学调查资料显示, 蔬菜、水果的摄入量与心脑血管疾病、2 型糖尿病以及一些肿瘤的发病率、死亡率呈负相关。由于自由基造成的氧化损伤与上述疾病的发生发展有着密切关系, 而蔬菜、水果除了含有丰富的维生素、矿物质和膳食纤维外, 还含有大量已知和未知的抗氧化物质, 这些抗氧化物质可能对上述慢性疾病的预防具有重要作用。此外, 人体的衰老过程也被认为与自由基造成的氧化损伤有一定的关系。鉴于上述原因, 国内外学者围绕着蔬菜、水果抗氧化作用及其有效成分, 开展了大量卓有成效的研究, 取得了令人瞩目的成果。本文简要介绍国内有关蔬菜、水果抗氧化作用及其有效成分研究取得的一些进展, 并对未来的研究方向进行了展望。

## 1 蔬菜、水果体外抗氧化活性的测定

早在 1990 年, 军事医学科学院方允中领衔的研究团队发表了国内第一篇有关蔬菜、水果抗氧化活性的论文。他们采用黄嘌呤-黄嘌呤氧化酶体系分析了豇豆、韭菜、茄子、香蕉、桃子、油菜、四季豆、柿子椒、土豆、芹菜、葡萄、苹果、黄瓜、番茄清除超氧阴离子 ( $O_2^{\cdot-}$ ) 的活性, 结果发现茄子、豇豆、柿子椒的作用最强, 葡萄、桃子、番茄、黄瓜的活性最弱, 最强与最弱差异可达数十倍; 煮沸对豇豆、四季豆、黄瓜的抗氧化活性有显著影响<sup>[1]</sup>。之后, 国内其他研究团队也陆续开展了一系列蔬菜、水果抗氧化活性研究<sup>[2-11]</sup>, 但是, 由于不同品种、产地或季节生产的蔬菜、水果对不同自由基清除作用的强弱不尽相同, 加上不同测定方法得出的结果也有较大差异, 因此, 无法将不同研究团队的测定结果进行横向比较分析。陆广念等<sup>[12]</sup>曾采用总抗氧化能力、DPPH 自由基清除率与清除羟自由基能力 3 种指标对一些蔬菜的抗氧化活性进行测定, 结果发现 3 种抗氧化能力指标之间的相关性较差。他们认为应采用多种测定方法对蔬菜抗氧化作用进行综合评价, 才能得出比较全面科学的数据。

军事医学科学院郭长江研究团队也开展了蔬菜、水果抗氧化作用的一系列研究。他们首先采用铁离子还原法比较了 66 种蔬菜、水果的抗氧化作用, 结果表明, 大部分水果的抗氧化活性强于蔬菜; 在 36 种蔬菜中, 藕的抗氧化活性最强, 姜、油菜、豇豆、芋头、大蒜、菠菜次之, 芹菜、山药和生菜最弱,

最强与最弱之间相差 76 倍; 在 30 种水果中, 山楂的抗氧化作用最强, 冬枣、番石榴、猕猴桃、桑葚、草莓、玛瑙石榴等次之, 白兰瓜、京欣一号西瓜和柿子最弱, 最强与最弱之间相差 95.9 倍<sup>[13]</sup>。他们还进一步比较了蔬菜、水果不同部分的抗氧化活性, 蔬菜叶子或皮质部分的抗氧化活性普遍高于相应的茎和肉质部分<sup>[14]</sup>, 而大部分水果皮、果仁部分的抗氧化活性高于肉质部分<sup>[15-16]</sup>。他们还探讨了烹调对于蔬菜抗氧化活性的影响, 研究结果发现, 在爆炒、炖煮、微波 3 种烹调方法中, 爆炒、微波处理后蔬菜的抗氧化活性降低较少, 而炖煮后大部分蔬菜抗氧化活性有所降低, 部分蔬菜经过烹调后抗氧化活性反而有所升高<sup>[17]</sup>。

## 2 蔬菜、水果对体内抗氧化功能的影响

为了探讨蔬菜、水果摄入后能否增强体内的抗氧化功能以及比较体内外蔬菜、水果抗氧化活性的差异, 军事医学科学院郭长江研究团队先后完成了一系列相关研究工作。在蔬菜对体内抗氧化功能影响研究方面, 首先采用灌胃的方法, 探讨了一次性灌胃新鲜蔬菜、水果榨汁对动物外周血抗氧化能力的影响。结果显示, 一次灌胃 5 ml 藕、姜、油菜、黄洋葱、西兰花、甜椒、芹菜和黄瓜汁后, 成年大鼠外周血抗氧化活性 5 h 并没有出现显著升高。在此基础上, 研究团队又开展了灌胃具有不同抗氧化活性的藕、油菜、黄瓜榨汁 (分别具有高、中、低抗氧化活性) 的研究, 4 周干预结果显示, 3 种蔬菜均未能明显增强正常大鼠外周血抗氧化活性, 但 3 种蔬菜汁对体内不同组织抗氧化功能具有不同影响, 并与其体外抗氧化活性的强弱无显著相关关系<sup>[18]</sup>; 采用游泳运动氧化应激大鼠模型的研究发现, 3 种蔬菜对运动导致的氧化应激损伤均有一定的防治作用, 但与其体外抗氧化活性的强弱无显著相关关系<sup>[19]</sup>; 采用自然衰老大鼠进行的研究表明, 3 种蔬菜对自然衰老大鼠抗氧化功能均具有一定的改善作用, 但与其体外抗氧化活性的强弱无显著相关关系, 同时外周血中抗氧化物质维生素 C、维生素 E、多酚、尿酸水平没有显著差异, 而外周血中还原性谷胱甘肽水平在油菜与黄瓜组均有显著升高<sup>[20]</sup>; 采用老年志愿者进行的研究结果表明, 尽管藕在体外的抗氧化活性显著高于黄瓜, 但 4 周的干预试验并没有证明藕干预改善老年人抗氧化功能明显优于黄瓜, 而且两组老年人外周血中重要的抗氧化物质维生素 C 和多酚的水平也没有显著差异<sup>[21]</sup>。上述结

果提示, 尽管不同蔬菜体外抗氧化活性有较大差异, 摄食后均可改善体内的抗氧化功能, 但其改善作用并不与其体外抗氧化活性的强弱相关, 原因可能是不同蔬菜中抗氧化物质种类、含量有较大差异, 而且不同天然抗氧化物质的消化吸收及其在体内的代谢过程也可能有较大差异。在水果对体内抗氧化功能影响研究方面, 一次性灌胃水果榨汁后, 抗氧化活性较强的山楂、石榴、猕猴桃可显著提高成年大鼠外周血抗氧化活性, 而抗氧化活性较弱的苹果、梨对成年大鼠外周血抗氧化活性无显著影响<sup>[22]</sup>。在此基础上, 研究团队又观察了具有不同抗氧化活性的石榴汁和苹果汁对自然衰老大鼠抗氧化功能的改善作用, 经过4周灌胃后, 体外抗氧化活性较强的石榴汁改善自然衰老大鼠抗氧化功能的效果明显优于体外抗氧化活性较弱的苹果汁<sup>[23]</sup>; 在对老年志愿者进行的4周干预试验中, 石榴汁改善抗氧化功能的效果也明显优于苹果汁, 但两组志愿者血中主要抗氧化物质维生素C、维生素E和还原性谷胱甘肽水平没有显著差别<sup>[24]</sup>。上述结果提示, 水果具有一定的改善体内抗氧化功能的作用, 并且其改善体内抗氧化功能的作用与体外抗氧化活性之间有一定的相关性, 其具体抗氧化有效成分尚待进一步研究揭示。

国内其他一些研究团队也开展了部分蔬菜、水果对体内抗氧化功能影响的研究。如蒋与刚研究团队对蓝莓的抗氧化活性进行了相关研究, 结果发现, 老龄小鼠灌胃蓝莓提取物6周后, 脑组织中脂褐质含量明显低于对照组, 血清、脑组织中丙二醛(MDA)含量显著下降, 超氧化歧化酶(SOD)活性明显升高; 同时, 老龄小鼠的空间学习记忆能力也出现显著改善<sup>[25-27]</sup>。丛涛等<sup>[28]</sup>观察了茄子的冷冻干燥粉对生长期大鼠抗氧化功能的影响, 结果发现喂食茄子的大鼠脑组织中SOD活性显著高于对照组, 肝脏中SOD活性则显著低于对照组, 同时血清、肝脏中的MDA水平均明显低于对照组。林忠宁等<sup>[29]</sup>发现大蒜、芥蓝、胡萝卜、灯笼椒、西番莲、猕猴桃、刺玫果、余甘果榨汁均可增强动物体内SOD活性。王常青和倪淑华<sup>[30]</sup>的研究结果表明, 黄刺玫果汁可以增强大鼠外周血谷胱甘肽过氧化物酶的活性。其他一些研究先后发现西番莲果汁、刺玫果、余甘果等具有一定的抗衰老作用<sup>[31-33]</sup>。

### 3 蔬菜、水果抗氧化有效成分的研究

蔬菜、水果抗氧化作用与其所含的抗氧化物质

密切相关。大量研究表明, 蔬菜、水果中含有十分丰富的天然抗氧化物质, 除了传统的抗氧化营养素 $\beta$ -胡萝卜素、维生素C、维生素E等外, 还含有目前广受关注的多酚类物质(包括类黄酮物质)等。张佃志和方允中<sup>[1]</sup>研究表明, 一些蔬菜、水果体外抗氧化活性与 $\beta$ -胡萝卜素、维生素C、维生素E含量无相关关系。潘碧霞等<sup>[2]</sup>的研究也得出了相似的结果。近年来, 不少研究报告显示, 多酚类物质可能是蔬菜、水果中的重要抗氧化物质。陆广念等<sup>[12]</sup>的研究发现, 总多酚含量较高的蔬菜有藕、大蒜、菠菜、豇豆, 较低的有芦蒿、茨菇、茼蒿、黄瓜, 且蔬菜总多酚含量与总抗氧化能力的相关性为 $R^2=0.8263$ 。米书梅等<sup>[34]</sup>探讨了几种常见蔬菜、水果抗氧化活性与多酚和维生素C含量的关系, 结果发现, 多酚对蔬菜、水果抗氧化活性的贡献大于维生素C。周佳等<sup>[35]</sup>研究了蔬菜抗氧化活性与酚酸和总黄酮含量的相关性, 结果发现, 酚酸含量的增加能显著提高蔬菜总抗氧化能力, 酚酸与总黄酮在一定浓度范围存在相互作用, 并对总抗氧化能力产生一定的促进或拮抗作用。陈伟等<sup>[36]</sup>测定了51种蔬菜和30种水果的抗氧化活性和总黄酮含量, 分析了它们之间的相关性, 结果表明, 蔬菜的抗氧化活性与总黄酮含量之间的相关系数为0.398, 水果的抗氧化活性与总黄酮之间的相关系数为0.710。

军事医学科学院郭长江研究团队的一系列研究结果也表明, 蔬菜、水果抗氧化活性与其维生素C含量无相关关系, 而与多酚类物质含量显著相关<sup>[13-16]</sup>。为此, 他们进一步测定了我国常见蔬菜、水果中5种类黄酮物质(包括槲皮素、杨梅黄酮、玉米黄酮、坎二萜醇、芹菜配基)含量。在46种蔬菜中, 杭州美芹类黄酮物质含量最为丰富, 其他如洋葱、芹菜、藕、豆角(豇豆)含量也较丰富; 在38种水果中, 类黄酮物质含量较丰富的有石榴、山楂、红提; 5种类黄酮物质中, 槲皮素分布最为广泛; 蔬菜、水果中5种类黄酮物质含量具有明显的品种、季节和地区的差异<sup>[37-39]</sup>。中山大学凌文华研究团队测定了蔬菜、水果中一些花色苷(包括飞燕草素、矢车菊素和芍药素)的含量, 测定结果显示, 我国不同产地和品种的蔬菜和水果中花色苷含量有很大差别, 蔬菜中花色苷以矢车菊素和飞燕草素为主, 水果中以矢车菊素为主<sup>[40]</sup>。华中科技大学孙秀发研究团队测定了我国不同地区蔬菜、水果中白藜芦醇及白藜芦醇苷含量, 结果发现华西地区的芹菜白藜芦醇含量最高, 总量约7.85  $\mu\text{g/g}$ 。不同地区的同一种

蔬菜、水果中白藜芦醇及白藜芦醇苷含量差异较大, 同一地区的同一类蔬菜、水果中白藜芦醇及白藜芦醇苷含量也有差异。白藜芦醇苷是蔬菜、水果中的主要存在形式, 且其含量多高于白藜芦醇<sup>[41]</sup>。中国疾病预防控制中心营养与食品安全所赵显峰等<sup>[42]</sup>在建立高效液相色谱法测定蔬菜中类胡萝卜素组分方法的基础上, 测定了番茄、茴香、胡萝卜和菠菜中叶黄素、隐黄素、 $\alpha$ -胡萝卜素、 $\beta$ -胡萝卜素和番茄红素含量, 结果显示, 4种蔬菜中5种类胡萝卜素含量差异较大, 总含量分别为 636.0  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、4 369.3  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、6 917.0  $\mu\text{g}/100\text{g}$  和 4 682.9  $\mu\text{g}/100\text{g}$ 。同济大学医学院厉曙光研究团队测定了深色蔬菜、水果中番茄红素与 $\beta$ -胡萝卜素的含量, 发现番茄、西瓜瓤、木瓜、红辣椒及枸杞子中富含番茄红素, 特别是番茄皮中含量最高, 而胡萝卜、南瓜含有较丰富的 $\beta$ -胡萝卜素<sup>[43]</sup>。此外, 军事医学科学院郭长江研究团队还测定了一些蔬菜、水果中的葛根素含量, 在6种蔬菜中检出了葛根素, 其中含量最高的是芋头, 含量为 18.60  $\text{mg}/100\text{g}$  干重; 水果样品只在芒果中检出葛根素, 含量为 0.97  $\text{mg}/100\text{g}$  干重<sup>[44]</sup>。

#### 4 未来展望

综上所述, 在蔬菜、水果体外抗氧化活性研究方面, 国内不少研究团队开展了一系列研究工作; 但由于测定方法不统一, 加上各地采样的蔬菜、水果样品存在着明显的品种、地区和季节差别, 因此, 无法将测定结果进行横向比较分析。在今后的研究中有必要建立统一可靠的测定方法, 并在充分考虑各种影响因素的前提下, 系统开展蔬菜、水果体外抗氧化活性的研究。在蔬菜、水果对体内抗氧化功能影响的研究方面, 应进一步开展大规模人群干预研究, 验证蔬菜、水果改善抗氧化功能的作用, 同时还应在一些氧化应激或氧化损伤敏感人群开展蔬菜、水果的干预研究; 在蔬菜、水果抗氧化有效成分研究方面, 尽管近年来国内一些研究团队先后测定了一些蔬菜、水果中黄酮、花色素、白藜芦醇、葛根素等含量, 但至今尚未形成一个权威数据库, 与美国等先进国家相比较有一定差距。建议在今后的工作中进一步开展其他相关抗氧化物质的测定工作, 探讨影响其含量的遗传、环境等因素, 同时应积极开展蔬菜、水果抗氧化有效成分在体内代谢过程、作用及其作用机制、有效剂量以及安全性方面的研究, 以利于将蔬菜、水果抗氧化作用及其有效成分早日应用于人类的健康维护与疾病防治过程。

#### [参 考 文 献]

- [1] 张佃志, 方允中. 某些蔬菜、水果的抗氧化活性观察. 营养学报, 1990, 12: 191-5
- [2] 潘碧霞, 高岷, 陈红, 等. 36种蔬菜、水果清除超氧负离子活力的测定. 上海第二医科大学学报, 1993, 13: 210-2
- [3] 张立新, 杭瑚, 王宗花, 等. 某些常见蔬菜与水果抗氧化活性的研究. 食品科学, 1999, 1: 21-3
- [4] 宁正祥, 张水华, 高建华, 等. 一些果蔬对活性自由基和亚硝酸盐的清除作用. 食品与发酵工业, 1995, 2: 31-5
- [5] 余小林, 孟凌华, 邓瑞君, 等. 数种果蔬的抗氧化活性评价. 食品科学, 2001, 22: 52-6
- [6] 许申鸿, 杭瑚. 葡萄籽和葡萄皮清除自由基的研究. 食品科学, 1999, 12: 28-30
- [7] 钱明赛. 蔬果中的抗氧化物质. 食品工业, 1998, 8: 21-34
- [8] 田迪英, 杨荣华. 果蔬抗氧化活性与总酚含量相关性研究. 化学世界, 2004, 2: 70-3
- [9] 江筠, 傅明, 李乐, 等. 常见蔬菜及淀粉类食物抗氧化活性初探. 南开大学学报: 自然科学版, 2006, 39: 63-8
- [10] 钟希琼, 何诗韵, 蔡绮纯, 等. 几种果蔬汁对自由基的清除作用. 佛山科学技术学院学报: 自然科学版, 2014, 32: 40-2
- [11] 石楠, 李少锋, 陈文, 等. 不同烹调方法对蔬菜抗氧化活性的影响. 扬州大学烹饪学报, 2009, 3: 47-9
- [12] 陆广念, 朱志雄, 宋晓敏. 常见蔬菜抗氧化活性与总酚含量的研究. 食品科技, 2009, 34: 68-71
- [13] 郭长江, 韦京豫, 杨继军, 等. 66种蔬菜、水果抗氧化活性的比较研究. 营养学报, 2003, 25: 203-7
- [14] Ji L, Wu J, Gao W, Wei J, et al. Antioxidant capacity of different fractions of vegetables and correlation with the contents of ascorbic acid, phenolics and flavonoids. J Food Sci, 2011, 76: 1257-61
- [15] Guo C, Yang J, Wei J, et al. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. Nutr Res, 2003, 23: 1719-26
- [16] Li Y, Guo C, Yang J, et al. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. Food Chem, 2006, 96: 254-60
- [17] 陈玉霞, 郭长江, 杨继军, 等. 烹调对常见蔬菜抗氧化活性与成分的影响. 食品与生物技术学报, 2008, 27: 6
- [18] 陈玉霞, 郭长江, 杨继军. 不同抗氧化活性蔬菜汁对大鼠抗氧化功能的影响. 中国预防医学杂志, 2007, 11(7): 689-91
- [19] 高蔚娜, 陈玉霞, 吴健全, 等. 不同抗氧化活性蔬菜汁对游泳诱导的氧化应激的干预作用. 中国运动医学杂志, 2012, 31: 248-52
- [20] Ji L, Gao W, Wei J, et al. No correlation is found for vegetables between antioxidant capacity and potential benefits in improving antioxidant function in aged rats. J Clin Biochem Nutr, 2014, 54: 198-203
- [21] Ji L, Gao W, Wei J, et al. *In vivo* antioxidant properties of lotus root and cucumber: a pilot comparative study in aged subjects. J Nutr Health Aging, 2015, in press
- [22] 徐静, 郭长江, 韦京豫, 等. 一次性灌胃不同水果汁对大鼠外周血抗氧化力影响的研究. 中国食品学报, 2007, 7(1): 18-21
- [23] 徐静, 郭长江, 杨继军, 等. 不同抗氧化活性水果汁对老龄大鼠抗氧化功能的干预作用. 中华预防医学杂志,

- 2005, 39(2): 80-3
- [24] Guo C, Wei J, Yang J, et al. Pomegranate juice is potentially better than apple juice in improving antioxidant function in elderly subjects. *Nutr Res*, 2008, 28(2): 72-7
- [25] 杨红澎, 蒋与刚, 庞伟, 等. 蓝莓花色苷单体改善老龄小鼠学习记忆的研究. *营养学报*, 2009, 31: 583-7
- [26] 房恒通, 蒋与刚, 房红芸, 等. 银杏叶、蓝莓提取物与复合营养素对老龄大鼠学习记忆及抗氧化功能的影响. *中国行为医学科学*, 2008, 17: 397-9
- [27] Yang H, Pang W, Lu H, et al. Comparison of metabolic profiling of cyanidin-3-O-galactoside and extracts from blueberry in aged mice. *J Agri Food Chem*, 2011, 59: 2069-76
- [28] 丛涛, 赵霖, 鲍善芬, 等. 蔬菜类食品“赛金”与茄子抗氧化作用的研究. *食品科学*, 2001, 12: 47-50
- [29] 林忠宁, 于竞, 汪家梨, 等. 新鲜蔬菜对实验性肝损伤小鼠的抗氧化作用探讨. *中国公共卫生学报*, 1994, 13: 355-8
- [30] 王常青, 倪淑华. 黄刺玫果汁的抗氧化作用及对大鼠血液流变学的影响. *中国公共卫生学报*, 1995, 14: 169-72
- [31] 杨莉, 梁钢, 林秀月, 等. 西番莲果汁抗衰老作用的实验研究. *营养学报*, 1995, 17: 438-41
- [32] 刘中申, 李延利, 吕亚彬, 等. 刺玫果抗衰老实验研究. *中医药学报*, 1984, 4: 37-8
- [33] 候开卫, 刘凤书, 李绍家, 等. 余甘果抗衰老作用的研究. *食品科学*, 1990, 4: 2-5
- [34] 米书梅, 阮征, 温艳梅, 等. 几种常见果蔬抗氧化活性与多酚和维生素C的关系. *食品工业科技*, 2013, 34: 133-6
- [35] 周佳, 阮征, 江波, 等. 蔬菜抗氧化能力及与酚酸和总黄酮相关性研究. *食品与机械*, 2012, 28: 139-43
- [36] 陈伟, 曹杰, 张莹, 等. 蔬菜水果的抗氧化活性与总黄酮含量的相关性. *现代预防医学*, 2010, 37: 1245-7
- [37] 郭长江, 徐静, 韦京豫, 等. 我国常见水果类黄酮物质的含量. *营养学报*, 2008, 30: 130-5
- [38] 郭长江, 徐静, 韦京豫, 等. 我国常见蔬菜类黄酮物质的含量. *营养学报*, 2009, 31: 185-90
- [39] 刘阳, 韦京豫, 蒲玲玲, 等. 不同季节蔬菜中类黄酮物质含量的差异. *营养学报*, 2010, 32: 587-91
- [40] 李桂兰, 凌文华, 郎静, 等. 我国常见蔬菜和水果中花色素含量. *营养学报*, 2010, 32: 592-7
- [41] 彭晓琳, 徐建, 郝丽萍, 等. 不同地区蔬果中白藜芦醇及白藜芦醇苷含量分析. *营养学报*, 2012, 34: 501-3
- [42] 赵显峰, 潘丽莉, 孟晶, 等. 高效液相色谱法测定蔬菜中类胡萝卜素组分. *卫生研究*, 2008, 37: 228-30
- [43] 蔡智鸣, 王振, 王枫华, 等. 深色果蔬食品中番茄红素与 $\beta$ -胡萝卜素的HPLC测定. *同济大学学报: 医学版*, 2006, 27: 17-20
- [44] 刘阳, 韦京豫, 蒲玲玲, 等. 不同种类食物中葛根素含量的测定. *食品研究与开发*, 2012, 33: 131-3