

柑橘果品营养学研究现状

丁晓波¹, 张 华¹, 刘世尧¹, 廖益均¹, 周志钦^{1,2,*}

(¹西南大学园艺园林学院, 重庆 400716; ²南方山地园艺学教育部重点实验室, 重庆 400715)

摘 要: 系统介绍了柑橘果实营养和生物活性物质的种类、含量与分布, 总结了柑橘果实主要营养和生物活性物质的代谢与遗传和环境调控的研究现状, 综合报道了目前柑橘果实营养和生物活性物质利用情况, 建议了柑橘果品营养学未来的研究方向或重要的研究领域, 旨在为优质、高效、营养、健康的柑橘果品生产与科学利用提供信息。

关键词: 柑橘; 营养物质; 生物活性物质; 果品营养学

中图分类号: S 666

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2012) 09-1687-16

Current Status of the Study in Citrus Nutriology

DING Xiao-bo¹, ZHANG Hua¹, LIU Shi-yao¹, LIAO Yi-jun¹, and ZHOU Zhi-qin^{1,2,*}

(¹College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400716, China; ²Key Laboratory of Horticulture Science for Southern Mountainous Regions, Ministry of Education, Chongqing 400715, China)

Abstract: In this paper, the types, concentration and distribution of nutritive and bioactive compounds of citrus fruits were introduced; Their metabolism, genetic and environmental regulation studies were reviewed; The current utilization of citrus nutritive and bioactive components were fully summarized. Finally, the future key research fields of citrus nutriology were suggested, in an attempt to provide new information for the scientific use of citrus products and their high quality, high efficiency, nutritional and healthy production.

Key words: citrus; nutrients; bioactive components; fruit nutriology

柑橘属芸香科 (Rutaceae)、柑橘亚科 (Aurantioideae)、柑橘族 (Citreae)、柑橘亚族 (Citrinae) 的真正柑橘果树类 (the true citrus fruit trees group) 植物。真正柑橘果树类包括金柑属 (*Fortunella* Swingle)、澳沙檬属 (*Eremocitrus* Swingle)、枳属 (*Poncirus* Ralf.)、多蕊橘属 (*Clymenia* Swingle)、澳指檬属 (*Microcitrus* Swingle) 和柑橘属 (*Citrus* L.) 共 6 个属 (Swingle & Reece, 1967)。我国是世界上最早栽培柑橘, 也是最重要的栽培国家之一, 有甜橙、柚、柑、橘、葡萄柚、柠檬等重要栽培类型。柑橘果实外形美观, 味道鲜美, 营养丰富, 是世界最重要的水果之一, 在国际农产品贸易中占有非常重要的地位。

营养和健康是人类永远关心的主题, 包括果品在内的食品营养与安全是 21 世纪人类社会关注的重大焦点问题。研究发现, 柑橘果实富含水分、糖类、有机酸、氨基酸、蛋白质、维生素、膳食

收稿日期: 2012-04-24; 修回日期: 2012-06-04

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31171930)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: zzqswu@yahoo.com)

纤维、矿物质、酚类、萜类等营养和生物活性物质。这些物质不仅能为人体的生命活动提供基本的能量和营养,而且对人体的防病、治病、美容、保健等都具有重要作用(靖丽和周志钦,2011)。本文中对柑橘果品营养学目前的研究现状进行了系统的总结,旨在为进一步研究提供信息。

1 柑橘果实营养和生物活性物质的种类、含量与分布

营养物质即食品学中的营养素,是指机体为满足自身生理需要而从食物中摄入的具有营养作用的物质。水、糖类、矿质元素、维生素、蛋白质、脂类和膳食纤维被现代营养学家称为人类健康所必需的7大类营养物质(姚汉亭,1998)。生物活性物质是指参与人体新陈代谢,调节有关的生理活动,对人体保健和疾病防治有重要作用的天然功能性物质。生物活性物质的种类很多,学术界有不同的分类方法,其中酚类和萜类化合物是目前公认的植物生物活性物质的两大主要类型(张上隆和陈昆松,2007)。

1.1 柑橘果实营养物质的种类、含量与分布

柑橘果实属于水分含量很高的水果,如成熟的暗柳橙、柳橙果实含水量为81%~85%,蕉柑、椪柑为83%~87%(陈杰忠,2003)。水在柑橘果实的全果中均有分布,主要存在于果肉的砂囊中。

柑橘果实中的糖类物质以可溶性糖为主,主要包括蔗糖、果糖和葡萄糖(赵智中等,2001)。多数柑橘品种属于蔗糖积累型,果实中可溶性糖以蔗糖含量最高,其次是果糖和葡萄糖,如三者在佛罗里达伏令夏橙果汁中的比例为2:1:1。可溶性糖在柑橘果实的果皮、果肉和果汁等部位均有分布。

柑橘果实中含有Ca、P、K、Na、S、Cl、Mg等7种常量元素和Fe、Mn、Cu、Zn、B、Mo、Ni、Si等8种微量元素。不同品种柑橘果实中矿质元素的种类和含量差异较大,如瓯柑富含Ca、Fe、Cu、Mg、Mn、Zn,血橙果实中Cu、Fe、Zn、Mn、Ni含量较高,佛手果实中Ca、Mg、K、P、Fe、Mn、Ni含量较丰富(杨小凤等,2004;陈大苗等,2006;王莹等,2006)。柑橘果实的各个部位均有矿质元素的分布,只是不同部位矿质元素种类和含量有所不同。如在本地早、无核橘、衢州蜜柑和瓯柑等4种柑橘果实中,Ca在果皮、果肉中的含量以本地早为最高,在果汁中以衢州蜜柑为最高;Mg在果皮中的含量以无核橘和本地早为最高,而在果肉中以无核橘和瓯柑为最高(王芳权,2002)。

柑橘果实中含有的脂溶性维生素主要是维生素A和维生素E等,水溶性维生素主要是维生素B₁、维生素B₂和维生素C等。其中维生素A和维生素C的含量较高,每100g可食部位总维生素A的含量为148μg、维生素C为28μg(杨月欣等,2009)。维生素在柑橘果实的果皮、果肉、果汁和种子等部位均有分布,不同维生素在果实中存在的位置略有不同,同一维生素在柑橘果实不同部位的含量也不一样。如维生素A、维生素C在果皮中的含量比在果肉中的含量高,维生素E主要存在于果皮和种子中(朱峰,2009)。

柑橘果实中主要有异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、甲硫氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、缬氨酸等7种必需氨基酸和胱氨酸、酪氨酸、精氨酸、组氨酸、丙氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、脯氨酸、丝氨酸等10种非必需氨基酸,此外还含有丰富的γ-氨基丁酸、牛磺酸等非蛋白氨基酸。柑橘果实中的氨基酸不仅种类齐全,而且含量丰富,如冰糖橙、茂谷柑和永春芦柑果肉蛋白质中氨基酸总量高达720.82~782.22mg·g⁻¹(钱爱萍等,2008)。柑橘果实的各个部位均有氨基酸的分布,其中柑橘种子所含必需氨基酸种类较为齐全,尤其是含硫氨基酸含量丰富(朱峰,2009)。

柑橘果实含有多种脂类物质,其脂肪酸的组成既有肉豆蔻酸、硬脂酸等常见的饱和脂肪酸,又

有棕榈油酸、油酸、亚油酸、花生酸等常见的不饱和脂肪酸(焦士蓉等, 2007)。同时, 柑橘果实是一类低脂肪的食物, 除了种子外其余部位脂肪含量非常低。

柑橘果实含有纤维素、半纤维素、木质素、原果胶和水溶性果胶等多种膳食纤维。果胶是柑橘果实膳食纤维的主要存在形式。膳食纤维在柑橘果实的不同部位其含量有一定的差异。其中, 果皮中膳食纤维总量和不溶性膳食纤维含量均高于果肉, 而可溶性膳食纤维在果皮和果肉中的含量随种类的不同而有差异。祝渊等(2003)报道, 柠檬和脐橙果肉中可溶性膳食纤维的含量稍高于果皮, 而其它膳食纤维组分均是果皮中的含量大于果肉。

1.2 柑橘果实生物活性物质的种类、含量与分布

柑橘果实中的生物活性物质主要有类黄酮(flavonoids)、香豆素类(coumarins)、类柠檬苦素(limonoid)、类胡萝卜素(carotenoids)等几大类。

类黄酮是一类具有 $C_3-C_6-C_3$ 结构的酚类化合物的总称, 是色原酮或色原烷的衍生物(张珉和钟晓红, 2009)。目前已从柑橘属植物中鉴定出的类黄酮单体有 60 余种, 按其分子结构的不同可以分为黄酮类(flavones)、黄烷酮类(flavanones)、黄酮醇类(flavonols)、异黄酮类(isoflavones)、花色素类(anthocyan)和儿茶素类(catechins)等 6 个类型(Tripoli et al., 2007)。柑橘是类黄酮含量最丰富的水果之一, 如变形柠檬和酸橙代代的果皮中总黄酮含量高达 2.74% 和 2.91% (王振登, 1993)。类黄酮广泛存在于柑橘果实的果皮、果肉和种子中, 通常以果皮中含量最高(焦士蓉和黄承钰, 2008)。柑橘果实的不同部位类黄酮的种类也有很大差异, 如柠檬种子主要含圣草次苷(eriocitrin)和橙皮苷(hesperidin), 而果皮中则富含新圣草枸橼苷(neoeriocitrin)、柚皮苷(naringin)和新橙皮苷(neohesperidin)(Bocco et al., 1998)。

香豆素类化合物是一类具有芳香气味的邻羟基桂皮酸内酯化合物, 广泛分布于伞形科(Umbelliferae)、芸香科(Rutaceae)、菊科(Compositae)、豆科(Leguminosae)、兰科(Orchidaceae)等植物中(陈常青等, 2008)。目前从柑橘中分离纯化出来的香豆素单体已超过 20 种(赵雪梅等, 2007)。据冯宝民和裴月湖(2000)报道, 单一成分的香豆素在每千克干燥柚皮中的含量介于几毫克到几十毫克之间。香豆素在柚的根皮、茎皮及果皮中均有分布, 但主要分布在柚类的果皮中, 包括橙皮内酯(meranzin)、异橙皮内酯(isomeranzin)、7-羟基香豆素(7-hydroxy coumarin)、橙皮油素(auraptene)、花椒毒酚(xanthotoxol)、异前胡素(isoimperatorin)等(赵雪梅等, 2007)。

类柠檬苦素是三萜类的植物次生代谢产物, 主要存在于芸香科(Rutaceae)和楝科(Meliaceae)植物中。目前从柑橘属植物中分离和鉴定的柠檬苦素类化合物达 50 余种, 其中柠檬苦素(limonin)、诺米林(nomilin)、奥巴叩酮(obacunone)、脱乙酰诺米林(deacetyl nomilin)、诺米林酸(nomilin acid)及其配糖体是柑橘果实中几种常见且含量较为丰富的柠檬苦素类似物(张珉和钟晓红, 2009)。类柠檬苦素在柑橘果实中的总含量因品种的不同而有差异, 以葡萄柚和柚类最为丰富, 在葡萄柚种子中, 类柠檬苦素含量达种子鲜质量的 1.5% (Tirillimi, 2000)。在柑橘果实内, 类柠檬苦素主要分布在种子、果皮和果肉中, 以种子中的含量最高, 果皮次之, 果肉中的含量最低(孙崇德等, 2002)。

类胡萝卜素是一类由 40 个碳原子组成含多个异戊二烯结构的多种脂溶性植物色素的总称。柑橘果实中类胡萝卜素主要包括 α -胡萝卜素(α -carotenoid)、 β -胡萝卜素(β -carotenoid)、 β -隐黄质(β -cryptoxanthin)、玉米黄素(zeaxanthin)、番茄红素(lycopene)、紫黄质(violaxanthin)、叶黄素(lutein)以及 β -柠乌素(β -citraurin)等(唐传核和彭志英, 2000)。其中 β -隐黄质、叶黄素和玉米黄素最为丰富, 在宽皮柑橘果肉中 β -隐黄质含量高达 $7.38 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 叶黄素和玉米黄素含量分别为 2.71 和 $1.28 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ (陶俊等, 2003b)。类胡萝卜素主要存在于柑橘果实的果皮和果

肉中,以果皮中含量较高,如宽皮柑橘果皮中叶黄素、玉米黄素、 β -隐黄质为果肉的 2.5~15 倍(陶俊等, 2003b)。

1.3 柑橘果实营养和生物活性物质的特点

首先,柑橘果实营养和生物活性物质种类齐全、各种营养素综合平衡。如一些维生素、矿质元素、氨基酸和类黄酮等是许多食品所缺少的。特别是氨基酸的种类尤为齐全,除含有多种蛋白质氨基酸外还含有 γ -氨基丁酸、牛磺酸等非蛋白质氨基酸(钱爱萍等, 2008)。这些非蛋白质氨基酸具有多种生理药理功能,对机体的生殖系统、神经系统、消化系统、免疫系统和运动系统等具有积极的作用(郭晓娜等, 2003; 周晓秋等, 2006)。

其次,柑橘果实各种营养和生物活性物质的含量极其丰富,特别是部分维生素、某些矿质元素和非蛋白质氨基酸的含量远远高于其它多种水果。柑橘果实中维生素 C 的含量达苹果的 7 倍,梨的 4~5 倍(杨月欣等, 2009)。王竹(2001)报道,宽皮柑橘每 100 g 可食部分叶酸含量为 26.4 μg ,是苹果叶酸含量的 4 倍多。柑橘果实中 Ca 的含量达苹果的 8 倍(杨月欣等, 2009)。葡萄柚果实中 γ -氨基丁酸高达 0.8083 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,是糙米的两倍多;牛磺酸在纽荷尔橙中达 0.1175 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (钱爱萍等, 2008)。此外,柑橘果实还富含类黄酮、类柠檬苦素、香豆素类化合物等其它水果没有或含量很低的生物活性物质。

第三,多甲氧基黄酮(polymethoxyflavones, PMFs)是芸香科柑橘属植物所特有的一类高度甲氧化的黄酮类化合物(吴宏伟, 2006)。目前,从柑橘中分离鉴定出的 PMFs 已超过 20 种,其中以川陈皮素(nobiletin)、红橘素(tangeretin)、橙黄酮(sinensetin)等较为常见(叶兴乾等, 2008)。柑橘果实中 PMFs 的含量比黄烷酮糖苷的橙皮苷(hesperidin)和柚皮苷(naringin)的含量要少得多,但具有多种重要的生理功能。据现有报道,柑橘果实的各个部位均有 PMFs 的分布,但不同部位 PMFs 的含量相差较大。PMFs 主要存在于从冷榨橘皮油中分离出的蜡质中,单体含量在 0.04%~1.70%之间;在果汁和果肉中仅存在微量的 PMFs,单体含量小于百万分之一(赵雪梅等, 2002)。柑橘 PMFs 具有抗氧化、抗炎症、抗过敏、降血脂、抑制微生物活性、预防癌症和动脉粥样硬化等重要生理功能(Tripoli et al., 2007; 叶兴乾等, 2008)。

2 柑橘果实主要营养和生物活性物质的代谢及其遗传与环境调控

2.1 柑橘果实重要营养和生物活性物质的代谢与生物合成途径

柑橘果实主要营养和生物活性物质的合成与莽草酸途径、甲羟戊酸途径、氨基酸途径、脱氧木酮糖-5-磷酸途径、生物碱合成途径(季志平等, 2006; 陆锦池等, 2009; 王玲平等, 2010)密切相关,尤其是酚类化合物和萜类化合物的生物合成近年来受到人们的极大关注。

植物酚类化合物是通过多条途径合成的,其中以莽草酸途径(shikimic acid pathway)和丙二酸途径(malonic acid pathway)为主。柑橘类黄酮和香豆素类化合物是通过莽草酸途径合成的。由苯丙氨酸开始,在苯丙氨酸解氨酶(phenylalanine ammonia-lyase, PAL)的作用下脱氨生成反式肉桂酸(cinnamic acid)(王玲平等, 2010)。黄酮类化合物的生物合成由反式肉桂酸开始,在肉桂酸-4-羟化酶(cinnamic acid 4-hydroxylase, C4H)催化下,转化成对香豆酸(*p*-coumaric acid)。对香豆酸在对-香豆酸 CoA 连接酶(4-coumarate-CoA ligase)作用下生成对香豆酰 CoA(4-coumaroyl-CoA),之后在查耳酮合成酶(chalcone synthase, CHS)的作用下 1 分子香豆酰 CoA 与 3 分子丙二酰 CoA 转化成查耳酮(chalcone)。最后查耳酮在查耳酮异构酶(chalcone isomerase,

CHI) 的作用下转化成黄烷酮(flavanone)。其它的黄酮类化合物大都是黄烷酮在各种酶的催化下合成的(Winkel-Shirley, 2001)。CHS 是柑橘果实黄酮类化合物生物合成途径的关键酶, 它催化 1 分子的香豆酰 CoA 与 3 分子的丙二酰 CoA 生成查耳酮, 将苯丙烷代谢途径引向类黄酮合成代谢。

香豆素类化合物生物合成是以反式肉桂酸为起始物, 在肉桂酸-2-羟化酶(cinnamic acid 2-hydroxylase, C2H) 作用下生成邻香豆酸(*o*-coumaric acid), 再与 UDP-葡萄糖在 2-香豆酸 *O*- β -葡萄糖基转移酶(2-coumarate *o*- β -glucosyltransferase) 的作用下生成反式- β -D-葡萄糖基-2-羟基肉桂酸(trans- β -D-Glucosyl-2-hydroxycinnamate), 进一步在顺反异构酶(cis-trans-isomerase) 的催化下生成香豆酸- β -D-葡萄糖苷(coumarinic acid- β -D-glucoside), 然后在 β -葡萄糖苷酶(glycosidases) 的作用下水解成香豆酸(coumarinate), 最后香豆酸自发内酯化形成香豆素(coumarin)。

植物萜类化合物的生物合成有两条途径: 位于细胞质中的甲羟戊酸途径(mevalonic acid pathway, MVA) 和位于质体中的脱氧木酮糖-5-磷酸途径(1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate pathway, DXP) (陆锦池等, 2009)。柑橘类胡萝卜素通过 DXP 途径在质体中合成(Isaacson et al., 2002; Park et al., 2002)。八氢番茄红素合成酶(PSY) 是类胡萝卜素生物合成途径中关键的调节酶, 也是一个限速酶, 它催化牻牛儿基牻牛儿基焦磷酸(GGPP) 转化成八氢番茄红素(Fraser et al., 2007)。番茄红素环化是类胡萝卜素生物合成途径的一个重要分支点, 由番茄红素 β -环化酶(lycopene β -cyclase, LCYb) 和番茄红素 ϵ -环化酶(lycopene ϵ -cyclase, LCYe) 共同催化(Cunningham et al., 1996)。番茄红素分子的两个末端在 LCYb 作用下形成 β 环, 即为 β -胡萝卜素(β -carotene); 若只有其中一个末端在 LCYe 作用下形成 ϵ -环, 即为 δ -胡萝卜素(δ -carotene); 而若分子的两个末端分别被 LCYb 和 LCYe 催化形成 β -环和 ϵ -环, 即为 α -胡萝卜素(α -carotene)。

柑橘类柠檬苦素通过细胞质的 MVA 途径合成。由 2 分子乙酰 CoA 开始, 在硫解酶(thiolase) 作用下形成乙酰乙酰 CoA (acetoacetyl-CoA), 之后羟甲基戊二酰 CoA 合酶(hydroxy-methylglutaryl-CoA synthase, HMGS) 催化将乙酰乙酰 CoA 转化成 3-羟基-3-甲基戊二酰 CoA (3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA, HMG-CoA)。HMG-CoA 在羟甲基戊二酰 CoA 还原酶(3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA reductase, HMGR) 和 2 分子 NADPH 催化下生成甲羟戊酸(MVA)。MVA 和醋酸(acetic acid) 在柑橘茎部的筛管部位合成柠檬苦素类似物的最初前体诺米林(Ou et al., 1988; Moriguchi et al., 2003)。诺米林在向叶、果实、种子等部位移动的过程中, 经柠檬苦素群、卡拉敏群、宜昌根辛群和醋酸酯类柠檬苦素类似物群 4 条途径合成其它柠檬苦素类似物(Hasegawa, 2000)。在不同发育时期类柠檬苦素的存在形式有一定的差异, 在幼果中主要以具有苦味的苷元的形式存在, 随着果实的不断发育, 苷元逐步转化为无苦味的配糖体储存于成熟果实中。

2.2 影响柑橘果实营养和生物活性物质含量的内在因素及其遗传调控

内在因素主要包括种类、品种、酶的数量和活力、基因及基因表达和激素调控等几个方面。目前多采用遗传调控来提高营养和活性成分在柑橘果实中的积累, 相应的遗传调控手段主要有嫁接、杂交育种、基因工程育种等。

郑永强等(2010) 报道, 采取适当的砧穗组合能提高柑橘果实中维生素的含量, 如用李齐 16-6 枳和兰普来檬为砧木, 嫁接哈姆林甜橙可得到维生素 C 含量较高的果实。而由接穗(品种)、中间砧和基砧构成的树体含有 3 个不同的遗传体系, 中间砧所处的特殊空间位置使其表现出明显的双重效应。周开兵等(2004) 报道, 由纽荷尔脐橙/3 种不同中间砧/枳砧对接穗叶片中 K、Mg 和 Mn 含

量的年变化趋势特征在一定变化阶段上有明显影响。

Rapisarda 等 (2009) 通过 Clementina 与不同的柑橘栽培品种进行杂交, 并对杂交后代果汁中营养和生物活性物质含量进行了检测: 杂交后代有的个体维生素 C 含量较亲本高, 有的比母本高, 有的和父本含量相同; 一些个体的二氢黄酮等活性物质含量很高; 杂交后代花青素 (anthocyanins) 等生物活性物质也发生了改变。

目前通过基因工程技术增强柠檬苦素 UDP 葡萄糖转移酶 (limonin UDP-glucose transferase, LGT) 活性研究, 已成为创建脱苦转基因柑橘和高类柠檬苦素糖苷转基因柑橘果树的重要突破口 (Moriguchi et al., 2003)。在类胡萝卜素代谢的调控上, 已成功分离和克隆了柑橘类胡萝卜素合成主链上的所有基因, 并研究了相关基因的表达及功能特性 (徐昌杰和张上隆, 2002; Kato et al., 2004; Fanciullino et al., 2007; Tao et al., 2007; 周文静, 2008)。华中农业大学作物遗传改良国家重点实验室通过农杆菌介导的遗传转化, 将红肉脐橙中克隆到的 *LCYb* 基因转化到番茄中, 在转基因植株中 *LCYb* 超量表达, 获得了高 β -类胡萝卜素含量的黄色果实 (周文静, 2008)。

2.3 影响柑橘果实营养和生物活性物质含量的外在因子及其环境调控

影响柑橘果实营养和生物活性物质含量的外在因子主要包括光照、温度、水分、土壤等。

适度增加光照强度可以有效提高柑橘果实可溶性糖、类胡萝卜素等的含量, 减少有机酸的积累 (陈俊伟 等, 2002; 陶俊 等, 2003a)。而光照过强或过弱均不利于柑橘优良品质的形成。延长光照时间可增加可溶性糖、维生素 C、蛋白质、Ca、Zn、Fe、类黄酮、类胡萝卜素等物质在柑橘果实中的积累。彭良志等 (2000) 报道, 柑橘果实成熟前一个月的日照时数对糖类物质的积累有重要作用。而套袋遮光处理导致红柿柑果实颜色变浅, 果实组织类胡萝卜素含量显著下降 (陶俊 等, 2003a)。套袋后温州蜜柑果肉中总糖、还原糖、蔗糖、淀粉、维生素 C、Ca、Zn、Fe 及蛋白质含量较未套袋果实的均显著减少 (王涛 等, 2007)。

据报道, 当日均气温在 10 °C 以上且积温在 8 000 °C 以下时, 甜橙含糖量随积温增加而增加, 有机酸含量随积温的增加而下降 (张光伦, 1994)。文涛等 (2001) 报道, 年均气温越高, 脐橙果实糖含量越高, 有机酸含量越低。Ladaniya (2007) 报道, 10 ~ 15 °C 最有利于柑橘果实中类胡萝卜素的合成。在柑橘果实的采后储藏过程中, 温度过高或过低均会产生不利影响。适宜的温度保存有助于橙汁中维生素 C 的稳定 (王劲 等, 2006)。高温使柑橘果皮类胡萝卜素严重降解, 含量不断降低 (孙明奇 等, 2008)。温度过低则易发生冷害, 导致果实外观品质下降, 果肉乙醛和乙醇含量增加, 果肉异味等 (庞学群 等, 2008)。

Yakushiji 等 (1998) 报道, 适度的水分胁迫可提高柑橘果实的含糖量。一方面可能是因为柑橘类果树在适度水分胁迫下, 果实蔗糖合酶活力增高, 汁囊 pH 下降, 增强了果实的库强, 从而促进果实的光合产物积累; 另一方面可能是因为水分胁迫促使柑橘通过渗透调节增加了光合产物向汁囊的运转量而造成的。但是过度的水分胁迫反而会降低柑橘果实糖的积累, 增加有机酸含量 (陈杰忠, 2003)。在一定范围内, 柑橘叶片游离氨基酸总量随土壤相对含水量的增加而降低, 柠檬苦素类似物随水分的增加而稳定性降低, 分解率上升 (王青山, 2008; 周静 等, 2009)。

土壤结构和土壤肥力均对柑橘果实营养和生物活性物质含量有一定的影响。陈发兴等 (2005) 报道, 在花岗岩质土壤上生长的柑橘果实, 含酸量低于在第三纪母质土壤上生长的柑橘果实。土壤中多 N、缺 P、多 K 均可增加柑橘果实的酸度, 而缺少 Cu 和 Fe 也会使果实变酸。化州柚果实中 Mn 的含量与土壤中有效 Cu 和 S 含量呈显著正相关 (林兰稳 等, 2008)。此外, 可以通过喷施叶面肥来弥补土壤肥力不足或各元素搭配不合理的缺点, 从而实现对果实中营养和生物活性物质的调控。

3 柑橘果品科学利用现状

鲜食(直接食用和榨汁饮用)是柑橘果品主要的利用方式。与柑橘鲜食相关的研究主要有最佳食用时间的选择、适宜食用量的确定、特殊人群食用柑橘的注意事项和柑橘与其它食物相生相克的研究。柑橘鲜果的最佳食用时间是饭后 2 h 左右,饭前空腹或饭后立即食用柑橘都是不科学的(秦宁, 2006)。柑橘的适宜摄入量为每人每天 2~3 个,过多食用反而会危害到人体健康,如对口腔、牙齿产生不利影响,出现“上火”、胡萝卜素血症等病状(秦宁, 2006)。一些特殊人群如儿童、老人应少食柑橘,病人在服药期间应慎食柚子。柑橘类水果还不宜与十字花科蔬菜和牛奶等高蛋白食物同食(胡炳民, 2004; 秦宁, 2006)。

柑橘加工利用的主要产品有柑橘罐头、柑橘果汁及其饮料制品、柑橘果酱、柑橘果酒和柑橘蜜饯等(王友永和何国庆, 2000; Xu et al., 2001; Cassano et al., 2003; 邢建荣 等, 2007; 夏其乐 等, 2010)。柑橘中因含有柚皮苷、新橙皮苷、柠檬苦素、诺米林等苦味物质而在果汁加工过程中易出现“后苦”现象。目前已有大量有关脱苦方法的研究报道,主要的方法有吸附剂脱苦法、加热脱苦法、添加苦味抑制剂脱苦法、生物脱苦法等(Soares & Hotchkiss, 1998; 王鸿飞 等, 2004; 孙志高 等, 2005)。生物脱苦法中的生物酶法脱苦是利用复合酶制剂分解苦味物质,具有高效、快速等特点,而且由于操作简单、脱苦条件温和、无副作用,具有良好的研究与应用前景(单杨和李高阳, 2007)。

中国历史上很早就有柑橘果实药用的记载。柑橘果实中已被认定具有抗癌活性的物质至少包括类黄酮、类胡萝卜素、类柠檬苦素、香豆素类和果胶等几大类化合物。这些物质的作用主要通过抗氧化和抗自由基作用、抗癌细胞增殖、诱导癌细胞凋亡和抑制癌基因表达等途径来实现(Kanno et al., 2003; Yu et al., 2005; Meeran & Katiyar, 2008; Chidambara Murthy et al., 2011)。柑橘果实中具有防治人类心血管疾病的物质主要有类黄酮、类柠檬苦素、香豆素和膳食纤维等几大类。这些物质的作用主要是通过抑制低密度脂蛋白(LDL)氧化、抑制炎症反应、抗血小板凝集、降低胆固醇含量、抑制细胞粘附分子基因的表达、抑制趋化因子基因的表达等作用来实现的(Terao & Piskula, 1998; 唐诒 等, 2004; Wilmsen et al., 2005; Hirai et al., 2007)。柑橘果实中具有防治糖尿病(尤其是 2 型糖尿病)的物质,主要有类黄酮、香豆素类、香精油和果胶等几大类。这些物质一方面可以通过提高胰岛素的敏感性,调节脂肪酸氧化过程中关键酶的活性,抑制肝脏脂肪酸的 β 氧化,减少 TNF- α 、NO 等细胞致炎因子的产生和提高瘦素(leptin)水平等来调节胰岛素抵抗(Cha et al., 2001; Jung et al., 2004, 2006; Hirai et al., 2007)。另一方面则通过调节葡萄糖转运蛋白的活性,提高机体抗氧化防御系统的功能,抑制氧化应激反应,促进胰岛素的分泌和调节糖异生作用限速酶的活性等方式来调节胰岛素分泌缺陷(Ali & El Kader, 2004; Jung et al., 2006; Ouali et al., 2007)。

柑橘果品的保健功能是指利用柑橘果品中的各种营养和活性成分来保护和增进人体健康、预防各种疾病。目前已从柑橘果品中分离出的人体保健物质主要有类黄酮、单萜、香豆素、类胡萝卜素、类丙醇、吡啶酮、甘油糖脂质等。这些保健物质为柑橘果品的减肥、缓解压力、保护视力和解酒等保健价值奠定了重要的物质基础。Fujioka 等(2006)研究了葡萄柚及其产品对肥胖病人体重的影响,结果表明葡萄柚鲜果、葡萄柚果汁和葡萄柚胶囊,均有较好的减肥效果。柑橘中的辛弗林还有增加能量消耗,促进新陈代谢,控制食欲等效果(Haaz et al., 2006)。近年来,柑橘果品缓解压力的保健作用受到人们极大的关注。Lehrner 等(2005)报道,柑橘清新的气味具有镇定、舒缓紧张情绪、缓解压力的作用。柑橘提取物和柑橘精油具有消除疲劳,减少焦虑,延长睡眠时间,增加抗压能力等功效(Carvalho-Freitas & Costa, 2002; Gargano et al., 2008; Komiya et al.,

2006; Shah et al., 2011)。柑橘果品还因富含 Fe、P 和叶黄素等与近视相关的营养物质而被认为具有保护视力的作用。此外,以橘子油为主要原材料制成的胶囊或溶剂等生物保健品,具有消食解酒的功能。

目前已经从柑橘果品中分离出了多种具有美容功能的物质,主要包括柑橘精油、果酸、维生素、微量元素(硒等)、类胰岛素、类胡萝卜素、呋喃香豆素、甘油酯、柠檬果胶、多甲氧基黄酮等。国内外多家化妆品公司 and 研究单位以柑橘为主要原料研发出了百余种美容化妆品。尽管柑橘果品在护肤、美发上已有很多应用,但绝大多数缺乏直接有力的科学证据,其美容机理值得进一步研究。

柑橘果品中具有抑菌杀虫作用的物质,主要有类柠檬苦素、类黄酮、香精油等。最新研究表明,用柑橘果皮提取物制成的纳米粒,具有较好的抑菌、杀菌活性(Kaviya et al., 2011; Konwarh et al., 2011; Prathna et al., 2011)。Viuda-Martos 等(2008)报道,柠檬、宽皮柑橘、葡萄柚和甜橙香精油能有效杀灭真菌。Lee 等(2010)研究表明,用于丝绸染色的未成熟温州蜜柑提取物,具有较好的抗菌作用。Vikram 等(2011)报道,柑橘类黄酮可有效抑制鼠伤寒沙门氏菌的致病性。在杀虫方面,Don-Pedro 等(1985)研究了柑橘果皮对白腹皮蠹和四纹豆象的影响,结果表明柑橘果皮能有效毒杀白腹皮蠹和四纹豆象。甜橙和莱姆果皮挥发性提取物对蚊子、蟑螂和家蝇等害虫有杀灭作用(Ezeonu et al., 2001)。柑橘类柠檬苦素能抑制库蚊幼虫的羽化,杀死白纹伊蚊、夹竹桃蚜虫、吹绵蚧和菜蚜等害虫(Jayaprakasha et al., 1997; Hafeez et al., 2011; 李彪 等, 2012)。

柑橘皮渣等传统废弃物的利用不仅可以实现柑橘资源科学而又充分的利用,而且可以减少对外界环境的污染。目前,柑橘果品已被用来提取果胶、香精油、膳食纤维、天然色素、类黄酮等物质(Delaney et al., 2001; Steuer et al., 2001; Kim et al., 2004; 李安平和谢碧霞, 2004)。其中,柑橘中提取的果胶、膳食纤维等是吸附效果极好的生物吸附剂,能有效吸附铅、钴等重金属离子和偶氮染料等有害物质(Asgher & Bhatti, 2010; Bhatti et al., 2010; Wong et al., 2010)。柑橘皮渣还被用于生产生物能源、酒精、饲料和肥料等(Arthington et al., 2002; van Heerden et al., 2002; Lanza et al., 2004; Cerisuelo et al., 2010; Pourbafrani et al., 2010; Widmer et al., 2010)。其中,用柑橘或其皮渣加工成的饲料或饲料添加剂在猪、牛、羊和兔子等家畜的快速肥育、能量来源、增强抗病能力和提高肉产品品质等方面都有研究报道(Madrid et al., 1997; Arthington et al., 2002; Lanza et al., 2004; Cerisuelo et al., 2010)。

此外,柑橘果品在我国的消费和饮食文化等方面也扮演着重要的角色。柑橘悠久的栽培历史及其丰富的营养成分使其文化价值不断被发掘和利用。随着我国经济和文化的发展,国内不少柑橘产区都相继举办了柑橘文化节。柑橘文化节的形式多样,在促进柑橘产区经济增长的同时,也更好的传承了柑橘多彩的文化。在烹饪上柑橘常被用来提高菜的风味。另外,在我国的一些传统节日柑橘果品还以礼品或贡品的形式作为吉祥的使者传递着人们心中的祝福。

4 问题及展望

柑橘果品营养学的研究任务是探索柑橘果实营养和生物活性物质的形成规律、影响因素、调控措施及其在人类膳食和疾病防治中的重要作用。本文所总结的柑橘果品营养学研究,其主要信息是来自传统的食品科学、果实品质、中医药学、天然产物化学等不同学科的非系统性研究。这些研究虽然对柑橘果实中营养和生物活性物质的种类、含量和分布有了初步的认识,对有关物质的代谢和生物合成途径有了初步的了解,对柑橘果品与人类疾病防治的关系也有了新的认识。

但目前柑橘果品营养学的研究仍然存在如下问题:(1)对果品营养学的概念认识不清,研究的

目标不明确、重点不突出。(2)对柑橘生物活性物质的评价存在实验分析系统不同,指标不统一、标准不一致,使不同的实验结果无法相互比较。(3)对我国特有柑橘资源缺乏系统评价。(4)有关柑橘生物活性物质与人类疾病防治的大多数研究仍缺乏临床验证,有待进一步深入。(5)柑橘果品在人们膳食结构中的作用研究在国内几乎是空白。

鉴于上述问题,认为未来柑橘果品营养学研究的重点应当是:(1)我国特有柑橘资源中特有营养和生物活性物质的发现、提取、分离、纯化、鉴定和科学利用。(2)柑橘果实中重要营养和生物活性物质的生物合成途径及其含量的遗传和环境调控。(3)柑橘生物活性物质防治人类疾病的机理及其临床验证等。(4)柑橘果品与其它食品的“相生相克”问题。(5)柑橘保健品、临床食品等的研制和开发,以此推动柑橘产业的进一步发展。

References

- Ali M M, El Kader M A. 2004. The influence of naringin on the oxidative state of rats with streptozotocin-induced acute hyperglycaemia. *Zeitschrift fur Naturforschung*, 59 (9 - 10): 726 - 733.
- Arthington J D, Kunkle W E, Martin A M. 2002. Citrus pulp for cattle. *The Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 18 (2): 317 - 326.
- Asgher M, Bhatti H N. 2010. Mechanistic and kinetic evaluation of biosorption of reactive azo dyes by free, immobilized and chemically treated *Citrus sinensis* waste biomass. *Ecological Engineering*, 36 (12): 1660 - 1665.
- Bhatti H N, Bajwa I I, Hanif M A, Bukhari I H. 2010. Removal of lead and cobalt using lignocellulosic fiber derived from *Citrus reticulata* waste biomass. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 27(1): 218 - 227.
- Bocco A, Cuvelier M E, Richard H, Berset C. 1998. Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (6): 2123 - 2129.
- Carvalho-Freitas M I, Costa M. 2002. Anxiolytic and sedative effects of extracts and essential oil from *Citrus aurantium* L. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 25 (12): 1629 - 1633.
- Cassano A, Drioli E, Galaverna G, Marchelli R, Silvestro G D, Cagnasso P. 2003. Clarification and concentration of citrus and carrot juices by integrated membrane processes. *Journal of Food Engineering*, 57 (2): 153 - 163.
- Cerisuelo A, Castelló L, Moset V, Martínez M, Hernández P, Piquer O, Gómez E, Gasa J, Lainez M. 2010. The inclusion of ensiled citrus pulp in diets for growing pigs: Effects on voluntary intake, growth performance, gut microbiology and meat quality. *Livestock Science*, 134 (1): 180 - 182.
- Cha J Y, Cho Y S, Kim I, Anno T, Rahman S M, Yanagita T. 2001. Effect of hesperetin, a citrus flavonoid, on the liver triacylglycerol content and phosphatidate phosphohydrolase activity in orotic acid-fed rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, 56: 349 - 358.
- Chen Chang-qing, Zhong Shan, Lu Bing-shan, Luo Ji, Liang De, Zhu Long-ping, Tan Xiao-bo, Mei Jia-qi, Yang De-po. 2008. Phototoxicity of furanocoumarins and preparation of furanocoumarin free citrus oils. *Flavour Fragrance Cosmetics*, (6): 8 - 10. (in Chinese)
- 陈常青, 钟山, 鲁冰山, 罗吉, 梁德, 朱龙平, 谭小波, 梅家齐, 杨得坡. 2008. 呋喃香豆素光化学毒性及其脱敏柑橘类精油的研制. *香料香精化妆品*, (6): 8 - 10.
- Chen Da-hui, Yang Xiao-feng, Ai Chang-chun. 2006. Determination of trace elements in blood orange. *Guangdong Trace Elements Science*, 13 (2): 64 - 66. (in Chinese)
- 陈大茴, 杨小凤, 艾常春. 2006. 血橙中微量元素的测定. *广东微量元素科学*, 13 (2): 64 - 66.
- Chen Fa-xing, Liu Xing-hui, Chen Li-song. 2005. Advances in research on organic acid metabolism in fruits. *Journal of Fruit Science*, 22 (5): 526 - 531. (in Chinese)
- 陈发兴, 刘星辉, 陈立松. 2005. 果实有机酸代谢研究进展. *果树学报*, 22 (5): 526 - 531.
- Chen Jie-zhong. 2003. *Fruit tree planting (South China Edition)*. Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 陈杰忠. 2003. *果树栽培学各论 (南方本)*. 北京: 中国农业出版社.
- Chen Jun-wei, Zhang Shang-long, Zhang Lang-cheng, Zhao Zhi-zhong, Xu Jian-guo. 2002. Fruit photosynthesis and assimilate translocation and

- partitioning: Their characteristics and role in sugar accumulation in developing *Citrus unshiu* fruit. *Acta Botanica Sinica*, 44 (2): 158 – 163. (in Chinese)
- 陈俊伟, 张上隆, 张良诚, 赵智中, 徐建国. 2002. 柑橘果实的光合特性、产物运输及分配在糖分积累中的作用. *植物学报*, 44 (2): 158 – 163.
- Chidambara Murthy K N, Jayaprakasha G K, Patil B S. 2011. Apoptosis mediated cytotoxicity of citrus obacunone in human pancreatic cancer cells. *Toxicol In Vitro*, 25 (4): 859 – 867.
- Cunningham F X, Pogson B, Sun Z R, McDonald K A, DellaPenna D, Gantt E. 1996. Functional analysis of the beta and epsilon lycopene cyclase enzymes of *Arabidopsis* reveals a mechanism for control of cyclic carotenoid formation. *The Plant Cell*, 8 (9): 1613 – 1626.
- Delaney B, Phillips K, Buswell D, Mowry B, Nickels D, Cox D, Wang H B, Manthey J. 2001. Immunotoxicity of a standardized citrus polymethoxylated flavone extract. *Food and Chemical Toxicology*, 39 (1): 1087 – 1094.
- Don-Pedro K N. 1985. Toxicity of some citrus peels to *Dermestes maculatus* deg. and *Callosobruchus maculatus* (F). *Journal of Stored Products Research*, 21 (1): 31 – 34.
- Ezeonu F C, Udedi S C, Chidume G I. 2001. Insecticidal properties of volatile extracts of orange peels. *Bioresource Technology*, 76 (3): 273 – 274.
- Fanciullino A L, Dhuique-Mayer C, Luro F, Morillon R, Ollitrault P. 2007. Carotenoid biosynthetic pathway in the citrus genus: Number of copies and phylogenetic diversity of seven genes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 7405 – 7417.
- Feng Bao-min, Pei Yue-hu. 2000. Research on the chemical constituents of the coumarins from *Citrus grandis* Osbeck. *Journal of Shenyang Pharmaceutical University*, 17 (4): 253 – 255. (in Chinese)
- 冯宝民, 裴月湖. 2000. 柚皮中的香豆素类化学成分的研究. *沈阳药科大学学报*, 17 (4): 253 – 255.
- Fraser P D, Enfissi E M A, Halket J M, Truesdale M R, Yu D, Gerrish C, Bramley P M. 2007. Manipulation of phytoene levels in tomato fruit: Effects on isoprenoids, plastids, and intermediary metabolism. *The Plant Cell*, 19 (10): 3194 – 3211.
- Fujioka K, Greenway F, Sheard J, Ying Y. 2006. The effects of grapefruit on weight and insulin resistance: Relationship to the metabolic syndrome. *Journal of Medicinal Food*, 9 (1): 49 – 54.
- Gargano A C, Almeida C A R, Costa M. 2008. Essential oils from citrus latifolia and *Citrus reticulata* reduced anxiety and prolong ether sleeping time in mice. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*, 2 (1): 121 – 124.
- Guo Xiao-na, Zhu Yong-yi, Zhu Ke-xue. 2003. Study on GABA in organism. *Amino Acids & Biotic Resources*, 25 (2): 70 – 72. (in Chinese)
- 郭晓娜, 朱永义, 朱科学. 2003. 生物体内 γ -氨基丁酸的研究. *氨基酸和生物资源*, 25 (2): 70 – 72.
- Haaz S, Fontaine K R, Cutter G, Limdi N, Perumean-Chaney S, Allison D B. 2006. *Citrus aurantium* and synephrine alkaloids in the treatment of overweight and obesity: An update. *Obesity Reviews*, 7(1): 79 – 88.
- Hafeez F, Akram W, Shaalan E A. 2011. Mosquito larvicidal activity of citrus limonoids against *Aedes albopictus*. *Parasitology Research*, 109 (1): 221 – 229.
- Hasegawa S. 2000. Biochemistry of limonoids in *Citrus* // Berhow M A. Citrus limonoids: Functional chemicals in agriculture and foods. ACS (American Chemical Society) Symposium Series 758. Washington: Oxford University Press.
- Hirai S, Kim Y, Goto T, Kang M S, Yoshimura M, Obata A, Yu R, Kawada T. 2007. Inhibitory effect of naringenin chalcone on inflammatory changes in the interaction between adipocytes and macrophages. *Life Sciences*, 81 (16): 1272 – 1279.
- Hu Bing-min. 2004. Citrus is treasure all over. *China Healthcare & Nutrition*, (11): 48. (in Chinese)
- 胡炳民. 2004. 柑橘满身是宝. *中国保健营养*, (11): 48.
- Isaacson T, Ronen G, Zamir D, Hirschberg J. 2002. Cloning of tangerine from tomato reveals a carotenoid isomerase essential for the production of β -carotene and xanthophylls in plants. *Plant Cell*, 14(2): 333 – 342.
- Jayaprakasha G K, Singh R P, Pereira J, Sakariah K K. 1997. Limonoids from *Citrus reticulata* and their moult inhibiting activity in mosquito *Culex quinquefasciatus* larvae. *Phytochemistry*, 44 (5): 843 – 846.
- Ji Zhi-ping, Su Yin-quan, Zhang Cun-li. 2006. Main metabolic pathway of plant secondary metabolism. *Bulletin of Biology*, 41 (3): 19 – 20. (in Chinese)
- 季志平, 苏印泉, 张存莉. 2006. 植物次生物的代谢途径. *生物学通报*, 41 (3): 19 – 20.

- Jiao Shi-rong, Wang Ling, Li Yan-ping, Tang Xiao-rong. 2007. Physicochemical properties and fatty acid composition of citrus seeds oil. *China Oils and Fats*, 32 (5): 75 - 77. (in Chinese)
- 焦士蓉, 王 玲, 李燕平, 唐孝荣. 2007. 柑橘籽油理化特性及脂肪酸组成研究. *中国油脂*, 32 (5): 75 - 77.
- Jiao Shi-rong, Huang Cheng-yu. 2008. Latest advance in the study on biological activities of citrus flavonoids. *Journal of Xihua University: Natural Science*, 27 (1): 32 - 35. (in Chinese)
- 焦士蓉, 黄承钰. 2008. 柑橘属类黄酮生物活性的研究进展. *西华大学学报: 自然科学版*, 27 (1): 32 - 35.
- Jing Li, Zhou Zhi-qin. 2011. On fruit nutriology. *Journal of Fruit Science*, 28 (1): 114 - 123. (in Chinese)
- 靖 丽, 周志钦. 2011. 论果品营养学. *果树学报*, 28 (1): 114 - 123.
- Jung U J, Lee M K, Jeong K S, Choi M S. 2004. The hypoglycemic effects of hesperidin and naringin are partly mediated by hepatic glucose-regulating enzymes in C57BL/KsJ-db/db mice. *The Journal of Nutrition*, 134 (10): 2499 - 2503.
- Jung U J, Lee M K, Park Y B, Kang M A, Choi M S. 2006. Effect of citrus flavonoids on lipid metabolism and glucose-regulating enzyme mRNA levels in type-2 diabetic mice. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 38 (7): 1134 - 1145.
- Kanno S, Shouji A, Asou K, Ishikawa M. 2003. Effects of naringin on hydrogen peroxide-induced cytotoxicity and apoptosis in P388 cells. *Journal of Pharmacological Sciences*, 92 (2): 166 - 170.
- Kato M, Ikoma Y, Matsumoto H, Sugiura M, Hyodo H, Yano M. 2004. Accumulation of carotenoids and expression of carotenoid biosynthetic genes during maturation in citrus fruit. *Plant Physiol*, 134 (2): 824 - 837.
- Kaviya S, Santhanalakshmi J, Viswanathan B, Muthumary J, Srinivasan K. 2011. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Citrus sinensis* peel extract and its antibacterial activity. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 79 (3): 594 - 598.
- Kim W C, Lee D Y, Lee C H, Kim C W. 2004. Optimization of naringin extraction during washing step of the pectin production from citrus peels. *Journal of Food Engineering*, 63 (2): 191 - 197.
- Komiya M, Takeuchi T, Harada E. 2006. Lemon oil vapor causes an antistress effect via modulating the 5-HT and DA activities in mice. *Behavioural Brain Research*, 172 (2): 240 - 249.
- Konwarh R, Gogoi B, Philip R, Laskar M A, Karak N. 2011. Biomimetic preparation of polymer-supported free radical scavenging, cytocompatible and antimicrobial "green" silver nanoparticles using aqueous extract of *Citrus sinensis* peel. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 84 (2): 338 - 345.
- Ladaniya M. 2007. *Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation*. San Diego: Academic Press.
- Lanza M, Fasone V, Galofaro V, Barbagallo D, Bella M, Pennisi P. 2004. Citrus pulp as an ingredient in ostrich diet: Effects on meat quality. *Meat Science*, 68 (2): 269 - 275.
- Lee A R, Hong J U, Yang Y A, Yi E. 2010. Dyeing properties and antimicrobial activity of silk fabric with extract of unripe *Citrus unshiu* fruits. *Fibers and Polymers*, 11 (7): 982 - 988.
- Lehrner J, Marwinski G, Lehr S, Jöhren P, Deecke L. 2005. Ambient odors of orange and lavender reduce anxiety and improve mood in a dental office. *Physiology & Behavior*, 86 (1 - 2): 92 - 95.
- Li An-ping, Xie Bi-xia. 2004. Study on the extraction of pigment from orange peeling by microwave technique. *China Food Additives*, (1): 16 - 19. (in Chinese)
- 李安平, 谢碧霞. 2004. 桔黄色素微波萃取的研究. *中国食品添加剂*, (1): 16 - 19.
- Li Biao, Shi Rui, Xiong Zhi, Ye Min, Liu Shao-xiong, Zhu Li-li. 2012. Extraction and insecticidal activities of limonin in peel of *Citrus maxima*. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 28 (1): 284 - 288. (in Chinese)
- 李 彪, 施 蕊, 熊 智, 叶 敏, 刘绍雄, 朱丽丽. 2012. 柚皮柠檬苦素的提取及其杀虫活性研究. *中国农学通报*, 28 (1): 284 - 288.
- Lin Lan-wen, Zhong Ji-hong, Luo Bo-sheng, Tan Jun, Liao Guan-rong. 2008. The distribution of mid- and micro- elements in soils in *Citrus grandis* growing area and its relationship with active officinal principles. *Ecology and Environment*, 17 (3): 1179 - 1183. (in Chinese)
- 林兰稳, 钟继洪, 骆伯胜, 谭 军, 廖观荣. 2008. 化橘红产土壤中微量元素分布及其与化橘红药用有效成份的相关关系. *生态环境*, 17 (3): 1179 - 1183.
- Lu Jin-chi, Chen Rong-shan, Liu Chang-hui, Ye Chen-ying, Wang Hai-bin, He Hai-bin. 2009. The review of the terpenoid biosynthesis pathway

- in plant. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, (3): 78 – 80. (in Chinese)
- 陆锦池, 陈荣山, 刘长辉, 叶陈英, 王海斌, 何海斌. 2009. 浅述植物萜类物质的生物合成途径. *农业科技通讯*, (3): 78 – 80.
- Madrid J, Hernández F, Pulgar M A, Cid J M. 1997. Urea and citrus by-product supplementation of straw-based diets for goats: effect on barley straw digestibility. *Small Ruminant Research*, 24 (3): 149 – 155.
- Meeran S M, Katiyar S K. 2008. Cell cycle control as a basis for cancer chemoprevention through dietary agents. *Front Biosci*, 13 (1): 2191 – 2202.
- Moriguchi T, Kita M, Hasegawa S, Omura M. 2003. Molecular approach to citrus flavonoid and limonoid biosynthesis. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 1 (1): 22 – 25.
- Ou P, Hasegawa S, Herman Z, Fong C H. 1988. Limonoid biosynthesis in the stem of *Citrus limon*. *Phytochemistry*, 27 (1): 115 – 118.
- Ouali K, Trea F, Toumi L, Bairi A, Maurel D, Guellati M A. 2007. Hesperidine, a flavonoid antioxidant decrease oxidative stress and prevent foetal malformations in experimental diabetic pregnancy. *Phytotherapie*, 5 (4): 204 – 209.
- Pang Xue-qun, Chen Yan-ni, Huang Xue-mei, Wang Yue-hua, Hu Wei-rong, Zhang Zhao-qi. 2008. Chilling temperature enhances quality reduction in postharvest ‘Shatangju’ (*Citrus reticulata* Blanco) Fruit. *Acta Horticulturae Sinica*, 35 (4): 509 – 514. (in Chinese)
- 庞学群, 陈燕妮, 黄雪梅, 汪跃华, 胡位荣, 张昭其. 2008. 冷害导致砂糖橘果实品质劣变. *园艺学报*, 35 (4): 509 – 514.
- Park H, Kreunen S S, Cuttriss A J, DellaPenna D, Pogson B J. 2002. Identification of the carotene isomerase provides insight into carotenoid biosynthesis, prolamellar body formation, and photomorphogenesis. *Plant Cell*, 14 (2): 321 – 332.
- Peng Liang-zhi, Wang Cheng-qiu, He Shao-lan, Chun Chang-pin, Yan Cheng-quan. 2000. The effects of height above sea level and main meteorological factors on navel orange fruit quality. *South China Fruts*, 29 (4): 3 – 4. (in Chinese)
- 彭良志, 王成秋, 何绍兰, 淳长品, 晏承泉. 2000. 海拔高度和气象因子对脐橙果实品质的影响. *中国南方果树*, 29 (4): 3 – 4.
- Pourbafrani M, Forgács G, Horváth I S, Niklasson C, Taherzadeh M J. 2010. Production of biofuels, limonene and pectin from citrus wastes. *Bioresource Technology*, 101 (11): 4246 – 4250.
- Prathna T C, Chandrasekaran N, Raichur A M, Mukherjee A. 2011. Biomimetic synthesis of silver nanoparticles by *Citrus limon* (lemon) aqueous extract and theoretical prediction of particle size. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 82 (1): 152 – 159.
- Qian Ai-ping, Lin Qiu, Yu Ya-bai, Yan Sun-an, Lin Xiang-xin, Yao Xin. 2008. The content of amino acid in the flesh of oranges produced in Fujian Province and its nutritive evaluation. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 24 (6): 86 – 90. (in Chinese)
- 钱爱萍, 林 虬, 余亚白, 颜孙安, 林香信, 姚 莘. 2008. 闽产柑橘果肉中的氨基酸组成及营养评价. *中国农学通报*, 24 (6): 86 – 90.
- Qin Ning. 2006. There is a lot of learning when eating citrus fruits. *Family & Traditional Chinese Medicine*, 13 (1): 73. (in Chinese)
- 秦 宁. 2006. 吃柑橘有学问. *家庭中医药*, 13 (1): 73.
- Rapisarda P, Fabroni S, Peterek S, Russo G, Mock H P. 2009. Juice of new citrus hybrids (*Citrus clementina* Hort. ex Tan × *C. Sinensis* L. Osbeck) as a source of natural antioxidants. *Food Chemistry*, 117 (2): 212 – 218.
- Shah Y R, Sen D J, Patel R N, Patel J S, Patel A D, Prajapati P M. 2011. Aromatherapy: The doctor of natural harmony of body & mind. *International Journal of Drug Development & Research*, 3 (1): 286 – 294.
- Shan Yang, Li Gao-yang. 2007. Progress review of modern biotechnology for citrus industry. *Food and Machinery*, 23 (5): 142 – 145. (in Chinese)
- 单 杨, 李高阳. 2007. 现代生物技术在柑橘工业应用的研究进展. *食品与机械*, 23 (5): 142 – 145.
- Soares N F F, Hotchkiss J H. 1998. Naringinase immobilization in packaging films for reducing naringin concentration in grapefruit juices. *Food Science*, 63 (1): 61 – 65.
- Steuer B, Schulz H, Lager E. 2001. Classification and analysis of citrus oils by NIR spectroscopy. *Food Chemistry*, 72 (1): 113 – 117.
- Sun Chong-de, Chen Kun-song, Qin Xing-jiang, Wang Zhe-hai, Miao Shi-jun. 2002. Studies and utilizations on limonoids from citrus fruits. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 14 (5): 297 – 302. (in Chinese)
- 孙崇德, 陈昆松, 戚行江, 王浙海, 苗世军. 2002. 柑桔果实柠檬苦素类化合物的研究与应用. *浙江农业学报*, 14 (5): 297 – 302.
- Sun Ming-qi, Pan Si-yi, Hu Jian-zhong, Fu Hong-fei, Xu Xiao-yun. 2008. Study on effect of environment on stability of citrus peel carotenoid. *Food Science*, 29 (6): 127 – 129. (in Chinese)

- 孙明奇, 潘思轶, 胡建中, 傅虹飞, 徐晓云. 2008. 环境条件对柑橘果皮类胡萝卜素稳定性的影响研究. 食品科学, 29 (6): 127 - 129.
- Sun Zhi-gao, Huang Xue-gen, Jiao Bi-ning, Wang Hua, Guo Li. 2005. Studied on the distributing of main bitter components in citrus fruit and the debittering technology of orange juice. Food Science, 26 (6): 146 - 148. (in Chinese)
- 孙志高, 黄学根, 焦必宁, 王 华, 郭 莉. 2005. 柑桔果实主要苦味成分的分布及橙汁脱苦技术研究. 食品科学, 26 (6): 146 - 148.
- Swingle W T, Reece P C. 1967. The botany of citrus and its wild relatives. The Citrus Industry, (1): 190 - 422.
- Tang Chuan-he, Peng Zhi-ying. 2000. General research situation of the functional ingredients on citrus. Sichuan Food and Fermentation, 4: 1 - 7. (in Chinese)
- 唐传核, 彭志英. 2000. 柑橘类的功能性成分研究概况. 四川食品与发酵, 4: 1 - 7.
- Tang Xu, Xu Dong-hui, Mei Xue-ting, Xu Shi-bo. 2004. Pharmacology research advance on 26 different kinds of flavonoids. Journal of Chinese Medicinal Materials, 11 (5): 29 - 32. (in Chinese)
- 唐 翔, 许东晖, 梅雪婷, 许实波. 2004. 26 种黄酮类天然活性成分的药理研究进展. 中药材, 11 (5): 29 - 32.
- Tao Jun, Zhang Shang-long, An Xin-min, Zhao Zhi-zhong. 2003a. Effects of light on carotenoid biosynthesis and color formation of citrus fruit peel. Chinese Journal of applied ecology, 14 (11): 1833 - 1836. (in Chinese)
- 陶 俊, 张上隆, 安新民, 赵智中. 2003a. 光照对柑橘果皮类胡萝卜素和色泽形成的影响. 应用生态学报, 14 (11): 1833 - 1836.
- Tao Jun, Zhang Shang-long, Xu Jian-guo, Liu Chun-rong. 2003b. Analysis of major carotenoid composition and its content in citrus fruit. Scientia Agricultura Sinica, 36 (10): 1202 - 1208. (in Chinese)
- 陶 俊, 张上隆, 徐建国, 刘春荣. 2003b. 柑橘果实主要类胡萝卜素成分及含量分析. 中国农业科学, 36 (10): 1202 - 1208.
- Tao N G, Hu Z Y, Liu Q, Xu J, Cheng Y G, Guo L L, Guo W W, Deng X X. 2007. Expression of phytoene synthase gene (*Psy*) is enhanced during fruit ripening of Cara Cara navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck). Plant Cell Reports, 26: 837 - 843.
- Terao J, Piskula M K. 1998. Flavonoids as inhibitors of lipid peroxidation in membranes // Rice-Evans C, Packer L. Flavonoids in health and disease. New York: Marcel Dekker, Inc: 277 - 293.
- Tirillimi Brano. 2000. Grapefruit: The last decade acquisition. Fitoterapia, 71 (suppl 10): 29 - 37.
- Tripoli E, Guardia M, Giammanco S, Majo D D, Giammanco M. 2007. Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. Food Chemistry, 104 (2): 466 - 479.
- van Heerden I, Cronje C, Swart S H, Kotze J M. 2002. Microbial, chemical and physical aspects of citrus waste composting. Bioresource Technology, 81(1): 71 - 76.
- Vikram A, Jesudhasan P R, Jayaprakasha G K, Pillai S D, Jayaraman A, Patil B S. 2011. Citrus flavonoid represses *Salmonella* pathogenicity island 1 and motility in *S. typhimurium* LT2. International Journal of Food Microbiology, 145 (1): 28 - 36.
- Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez J. 2008. Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. Food Control, 19 (12): 1130 - 1138.
- Wang Fang-quan. 2002. Taste quality and mineral contents of oranges in Zhejiang Province. Journal of Zhejiang Shuren University, 2 (3): 69 - 70. (in Chinese)
- 王芳权. 2002. 柑橘食味品质与矿物质元素的分析. 浙江树人大学学报, 2 (3): 69 - 70.
- Wang Hong-fei, Li He-sheng, Dong Ming-min, Mao Yong-liang, Zhang Dan. 2004. Effect of naringinase on debitter ing of citrus juice. Transactions of the CSAE, 20 (6): 174 - 177. (in Chinese)
- 王鸿飞, 李和生, 董明敏, 毛湧良, 张 丹. 2004. 柚皮苷酶对柑橘类果汁脱苦效果的研究. 农业工程学报, 20 (6): 174 - 177.
- Wang Jin, Wu Chun-xiang, Yao Huang. 2006. Dynamic alteration of vitamin C content in orange drink in the process of different short storages. Fudan University Journal of Medical Sciences, 33 (3): 420 - 421. (in Chinese)
- 王 劲, 吴春香, 姚 凰. 2006. 短期不同储存过程橙汁中维生素 C 含量变化. 复旦学报: 医学版, 33 (3): 420 - 421.
- Wang Ling-ping, Zhou Sheng-mao, Dai Dan-li, Cao Jia-shu. 2010. Progress in plant phenolic compounds. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 22 (5): 696 - 701. (in Chinese)
- 王玲平, 周生茂, 戴丹丽, 曹家树. 2010. 植物酚类物质研究进展. 浙江农业学报, 22 (5): 696 - 701.

- Wang Qing-shan. 2008. A Study of the extraction, isolation, purification and stability of limonoids in pummelo seeds[M. D. Dissertation]. Changsha: Agricultural University of Hunan. (in Chinese)
- 王青山. 2008. 柚核柠檬苦素类似物的提取纯化及稳定性研究[硕士论文]. 长沙: 湖南农业大学.
- Wang Tao, Lin Mei, Chen Dan-xia, Huang Xue-yan, Feng Xian-ju, Wen Ming-xia. 2007. Effect of Satsuma mandarin with bag on nutrient compositions. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 13 (9): 68 - 69. (in Chinese)
- 王 涛, 林 媚, 陈丹霞, 黄雪燕, 冯先桔, 温明霞. 2007. 套袋对温州蜜柑果实营养成分的影响. *安徽农学通报*, 13 (9): 68 - 69.
- Wang Ying, Xin Shi-gang, Qu Na, Gong Kui. 2006. Determination of trace elements in bergamot and sechium edule. *Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory*, 23 (2): 360 - 362. (in Chinese)
- 王 莹, 辛士刚, 曲 娜, 宫 葵. 2006. 佛手与佛手瓜中微量元素的测定. *光谱实验室*, 23 (2): 360 - 362.
- Wang You-yong, He Guo-qing. 2000. A primary study on the brewing technique of orange wine. *Journal of Zhejiang University: Agriculture & Life Sciences*, 26 (5): 521 - 526. (in Chinese)
- 王友永, 何国庆. 2000. 桔子酒酿造工艺的初步研究. *浙江大学学报: 农业与生命科学版*, 26 (5): 521 - 526.
- Wang Zhen-deng. 1993. Study on flavone component in the peel of citrus genus. *Journal of Fujian College of Traditional Chinese Medicine*, 3 (4): 224 - 226. (in Chinese)
- 王振登. 1993. 柑桔属果皮黄酮成分的研究. *福建中医学院学报*, 3 (4): 224 - 226.
- Wang Zhu. 2001. The folacin content in selected foods and intake of Beijing inhabitants. *Acta Nutrimenta Sinica*, 23 (1): 88 - 90. (in Chinese)
- 王 竹. 2001. 部分食物中叶酸含量和北京居民叶酸摄入量. *营养学报*, 23(1): 88 - 90.
- Wen Tao, Xiong Qing-e, Zeng Wei-guang, Liu Yuan-peng. 2001. The gray system analysis of climatic factors to the organic acid and sugar content of navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck) fruit. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 19 (3): 225 - 227. (in Chinese)
- 文 涛, 熊庆娥, 曾伟光, 刘远鹏. 2001. 气候因子与脐橙果实糖酸含量的灰色关联度分析. *四川农业大学学报*, 19 (3): 225 - 227.
- Widmer W, Zhou W Y, Grohmann K. 2010. Pretreatment effects on orange processing waste for making ethanol by simultaneous saccharification and fermentation. *Bioresource Technology*, 101 (14): 5242 - 5249.
- Wilmsen P K, Spada D S, Salvador M. 2005. Antioxidant activity of the flavonoid hesperidin in chemical and biological systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (12): 4757 - 4761.
- Winkel-Shirley B. 2001. Flavonoid biosynthesis: A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. *Plant Physiol*, 126 (2): 485 - 493.
- Wong W W, Abbas F M A, Azhar M E. 2010. Comparing biosorbent ability of modified citrus and durian rind pectin. *Carbohydrate Polymers*, 79 (3): 584 - 589.
- Wu Hong-wei. 2006. Study on effective ingredients of polymethoxylated flavones in chenpi[M. D. Dissertation]. Beijing: Beijing University of Chinese Medicine. (in Chinese)
- 吴宏伟. 2006. 陈皮多甲氧基黄酮有效部位研究[硕士论文]. 北京: 北京中医药大学.
- Xia Qi-le, Zhang Jun, Xing Jian-rong, Lu Sheng-min, Cheng Shao-nan. 2010. Study on technique of removing Satsuma mandarin segments membrane using enzyme and quality of canned segments. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 10 (1): 79 - 85. (in Chinese)
- 夏其乐, 张 俊, 邢建荣, 陆胜民, 程绍南. 2010. 橘瓣酶解脱囊衣工艺及其罐头品质的研究. *中国食品学报*, 10 (1): 79 - 85.
- Xing Jian-rong, Xia Qi-le, Chen Jian-bing, Zheng Mei-yu, Shao Min, Cheng Shao-nan, Ding Liang-fei. 2007. Study on processing technology of *Fortunella* Swingle jam. Storage and process, 7 (2): 53 - 55. (in Chinese)
- 邢建荣, 夏其乐, 陈剑兵, 郑美瑜, 邵 敏, 程绍南, 丁良飞. 2007. 金柑酱加工工艺研究. *保鲜与加工*, 7 (2): 53 - 55.
- Xu Chang-jie, Zhang Shang-long. 2002. Advances in research of genes responsible for carotenoid biosynthesis in citrus. *Acta Horticulturae Sinica*, 29 (Supplement): 619 - 623. (in Chinese)
- 徐昌杰, 张上隆. 2002. 柑橘类胡萝卜素合成关键基因研究进展. *园艺学报*, 29 (增刊): 619 - 623.
- Xu F, Wang Z, Xu S Y, Sun D W. 2001. Cryostability of frozen concentrated orange juices produced by enzymatic process. *Journal of Food Engineering*, 50 (4): 217 - 222.
- Yakushiji H, Morinaga K, Nonami H. 1998. Sugar accumulation and partitioning in Satsuma mandarin tree tissues and fruit in response to drought

- stress. Journal of American Society for Horticultural Science, 123 (4): 719 - 726.
- Yang Xiao-feng, Qiu Pei-hong, Ye Xiao-qin. 2004. Determination of trace elements in *Citrus reticulata* Blanco var. *suavissima* (Tanaka) H H Hu. Guangdong Trace Elements Science, 11 (9): 41 - 43. (in Chinese)
- 杨小凤, 仇佩虹, 叶筱琴. 2004. 瓯柑中微量元素的测定. 广东微量元素科学, 11 (9): 41 - 43.
- Yang Yue-xin, Wang Guang-ya, Pan Xing-chang. 2009. China food composition. 2nd Edition. Beijing: Peking University Medical Press. (in Chinese)
- 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 2009. 中国食物成分表. 第 2 版. 北京: 北京大学医学出版社.
- Yao Han-ting. 1998. Food nutriology. Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 姚汉亭. 1998. 食品营养学. 北京: 中国农业出版社.
- Ye Xing-qian, Xu Gui-hua, Fang Zhong-xiang, Chen Jian-chu, Liu Dong-hong. 2008. Citrus flavonoids and their physiological activity. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 8 (5): 1 - 7. (in Chinese)
- 叶兴乾, 徐贵华, 方忠祥, 陈健初, 刘东红. 2008. 柑橘属类黄酮及其生理活性. 中国食品学报, 8 (5): 1 - 7.
- Yu J, Wang L M, Walzem R L, Miller E G, Pike L M, Patil B S. 2005. Antioxidant activity of citrus limonoids, flavonoids, and coumarins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53 (6): 2009 - 2014.
- Zhang Guang-lun. 1994. Effect of fruit quality by ecology factor. Fruit Tree Science, 11 (2): 120 - 124. (in Chinese)
- 张光伦. 1994. 生态因子对果实品质的影响. 果树科学, 11 (2): 120 - 124.
- Zhang Min, Zhong Xiao-hong. 2009. Advance in study of functional components in citrus. Chinese Agricultural Science Bulletin, 25 (11): 137 - 140. (in Chinese)
- 张珉, 钟晓红. 2009. 柑橘功能性成分研究进展. 中国农学通报, 25 (11): 137 - 140.
- Zhang Shang-long, Chen Kun-song. 2007. Molecular physiology of fruit quality development and regulation. Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 张上隆, 陈昆松. 2007. 果实品质形成与调控的分子生理. 北京: 中国农业出版社.
- Zhao Xue-mei, Zhu Da-yuan, Ye Xing-qian, Jiang Shan-hao, Xi Yu-fang. 2002. The study progress of the citrus flavanoids. Natural Product Research and Development, 14 (1): 89 - 92. (in Chinese)
- 赵雪梅, 朱大元, 叶兴乾, 蒋山好, 席屿芳. 2002. 柑桔属类黄酮的研究进展. 天然产物研究与开发, 14 (1): 89 - 92.
- Zhao Xue-mei, Ye Xing-qian, Zhu Da-yuan. 2007. Studies on coumarins in citrus. Natural Product Research and Development, 19 (4): 718 - 723. (in Chinese)
- 赵雪梅, 叶兴乾, 朱大元. 2007. 柑桔属植物中香豆素类化合物研究进展. 天然产物研究与开发, 19: 718 - 723.
- Zhao Zhi-zhong, Zhang Shang-long, Xu Chang-jie, Chen Kun-song, Liu Shuan-tao. 2001. Roles of sucrose-metabolizing enzymes in accumulation of sugars in Satsuma Mandarin fruit. Acta Horticulturae Sinica, 28 (2): 112 - 118. (in Chinese)
- 赵智中, 张上隆, 徐昌杰, 陈昆松, 刘拴桃. 2001. 蔗糖代谢相关酶在温州蜜柑果实糖积累中的作用. 园艺学报, 28 (2): 112 - 118.
- Zheng Yong-qiang, Deng Lie, He Shao-lan, Zhou Zhi-qin, Yi Shi-lai, Mao Sha-sha, Zhao Xu-yang. 2010. Effects of seven rootstocks on tree growth, yield and fruit quality of 'Hamlin' sweet orange in south China. Acta Horticulturae Sinica, 37 (4): 532 - 538. (in Chinese)
- 郑永强, 邓烈, 何绍兰, 周志钦, 易时来, 毛莎莎, 赵旭阳. 2010. 几种砧木对哈姆林甜橙植株生长、产量及果实品质的影响. 园艺学报, 37 (4): 532 - 538.
- Zhou Jing, Wang Tian, Cui Jian, Hu Feng, Li Hui-xin, Zhang Bin. 2009. Effect of varying red soil moisture on amino acid and polyamine content in citrus (*Citrus unshiu* Marc.) leaves. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 17 (1): 85 - 89. (in Chinese)
- 周静, 汪天, 崔健, 胡锋, 李辉信, 张斌. 2009. 红壤水分条件对柑橘叶片氨基酸及多胺含量的影响. 中国生态农业学报, 17 (1): 85 - 89.
- Zhou Kai-bing, Xia Ren-xue, Wang Gui-yuan, Wu Qiang-sheng. 2004. Double effects of 3 kinds of interstock on the contents of mineral nutrient of tree (II) — Effects of different kinds of interstock on the annual changes in the contents of mineral nutrient in root of Trifoliolate (*Poncirus trifoliata* Raf.). Chinese Agricultural Science Bulletin, 20 (2): 145 - 148. (in Chinese)
- 周开兵, 夏仁学, 王贵元, 吴强盛. 2004. 3 种不同柑橘中间砧在树体矿质营养含量上的双重效应 (II) ——不同中间砧对枳砧根系矿质营养含量年变化的影响. 中国农学通报, 20 (2): 178 - 181.
- Zhou Wen-jing. 2008. Functional verification of the lycopene beta-cyclase gene (*Lcyb*) from 'Cara Cara' navel orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck)

[M. D. Dissertation]. Wuhan: Huazhong Agricultural University. (in Chinese)

周文静. 2008. 红肉脐橙 [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] 番茄红素 β -环化酶基因 (*Lcyb*) 功能的初步验证和分析 [硕士论文]. 武汉: 华中农业大学.

Zhou Xiao-qi, Yu Guang-cheng, Wang Zhe. 2006. Summary on advances of taurine. Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University, 18 (3): 71 - 73. (in Chinese)

周晓秋, 于广成, 王 喆. 2006. 牛磺酸的研究进展. 黑龙江八一农垦大学学报, 18 (3): 71 - 73.

Zhu Feng. 2009. Study on comprehensive utilization of tangerine seed [M. D. Dissertation]. Chongqing: Southwest University. (in Chinese)

朱 峰. 2009. 红橘种子资源化利用的研究 [硕士论文]. 重庆: 西南大学.

Zhu Yuan, Chen Li-geng, Hu Xi-qin. 2003. Study on the dietary fiber of citrus fruits. Journal of Fruit Science, 20 (4): 256 - 260. (in Chinese)

祝 渊, 陈力耕, 胡西琴. 2003. 柑橘果实膳食纤维的研究. 果树学报, 20 (4): 256 - 260.

征 订

欢迎订阅 2013 年《中国瓜菜》

《中国瓜菜》是由农业部主管、中国农业科学院郑州果树研究所主办的全国性瓜菜一体的科技期刊, 为中国科技核心期刊。2013 年《中国瓜菜》将继续突出西瓜、甜瓜、籽瓜、南瓜、黄瓜、节瓜等瓜类特色和优势, 及时报道瓜菜领域的重大科研成果、最新科技动态、实用技术和信息, 努力把《中国瓜菜》打造成我国瓜菜科研和产业交流的优秀平台, 促进我国瓜菜业的全面发展和社会、经济、生态效益的综合提升。

本刊划分为科研、生产、论坛和信息等 4 大板块, 设有试验研究、品种选育、研究简报、专题综述、栽培与植保、生产者园地、产业发展专栏、百家论坛、典型报告、热点关注、市场前沿等栏目。适合瓜菜科技人员、农业院校师生、瓜菜种植者、种子及产品经销商、行业组织及实体管理人员、瓜菜区领导等瓜菜从业者参阅。双月刊, 80 页, 单月 5 日出版, 每期定价 5 元, 全年 6 期共 30 元。邮发代号: 36-143; 国外代号: BM2654。也可汇款至本刊发行部订阅。

地址: 郑州市航海东路南·中国农业科学院郑州果树研究所; 邮编: 450009; 电子信箱: zggc@163.com; 电话: 0371-65330927 (编辑部), 65330949/26 (广告部), 65330982 (发行部), 65330949 (传真), 65330928 (社长室)。

欢迎订阅 2013 年《河北果树》

《河北果树》是河北省果树学会主办的果树专业技术期刊, 主要刊登落叶果树的品种资源、栽培管理、病虫害防治、储藏加工等方面的新成果、新技术、新知识和新信息, 开设栏目有专题论述、试验研究、经验交流、百花园、工作历、广告与信息。本刊特色是通俗易懂、科学实用、技术先进、内容丰富、信息量大、可读性强、发行面广。读者对象为果树科研和推广人员、农林院校师生、各级涉农领导和广大果农。本刊国内外公开发行, 双月刊, 单月 15 日出版, 国际标准大 16 开 64 页, 每期定价 5.00 元, 全年 6 期共 30.00 元。欢迎广大果农和果树科技工作者到当地邮局 (所) 订阅, 邮发代号 18-247。未能从邮局订上本刊的读者, 全年都可随时直接汇款至编辑部订阅, 免费邮寄。编辑部尚有 2004—2012 年合订本可邮购。同时欢迎投稿和发布广告。

地址: 河北省昌黎果树研究所 《河北果树》编辑部, 邮编: 066600, 联系电话: (0335) 2987632 (兼传真), 电子邮箱: hbgsbjbf@heinfo.net; hbgsbjb@sohu.com。