

我国木本食用油料植物种实品质研究进展

段丽娟^{1,2}, 侯智霞², 李连国¹, 刘 艳¹

(1. 内蒙古农业大学 农学院 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 北京林业大学 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083)

摘 要: 木本食用油料植物种实含油率高, 营养丰富。其果实内含物以脂肪酸类为主, 不饱和脂肪酸含量极高, 多数可达 90% 以上, 主要成分是油酸、亚油酸等, 并含有丰富的蛋白质、糖类、矿物质、维生素及人体所需的各种氨基酸。现综述目前我国木本食用油料植物果实脂肪酸、蛋白质和氨基酸、碳水化合物、维生素、矿质元素等果实内在品质相关因素方面的研究现状, 以期为木本食用油料资源的开发利用和果实品质的提高提供参考。

关键词: 木本食用油料; 种实; 脂肪酸; 蛋白质; 碳水化合物

中图分类号: S 664 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)07-0136-04

我国已成为食用油第一消费大国, 而植物油自给率仅为 39% 左右, 木本油料植物抗逆性强, 不占用耕地, 可一次种植多年收获; 而且种子含油率高, 营养丰富, 无污染, 大多数种类有天然的抗癌、抗血管硬化等保健作用, 是集油、果、药、材、绿化、观赏、防护、水保为一体的多功能树种。我国木本油料植物中经过长期栽培并适于作为食用油料且有相当经济价值的树种, 目前有十多种。

主要有油茶、油橄榄、香榧、椰子、油棕、巴旦杏、山核桃、核桃等, 只是木本油料树种只是极少的一部分, 还有大量的野生资源有待发掘和进一步的开发利用。这些木本油料植物的品种、生物学特性、生态适应性、繁殖方法、建园及栽培管理等方面已有较多研究, 但是有关油料种实品质及品质形成特性方面的研究相对较少。

内在品质是果实商品性和实用性优劣的重要标志, 果实的内在品质由风味、质地、香气和营养等多个方面的因素构成。果实中脂肪、蛋白质、碳水化合物、维生素、矿物质等结构与营养物质, 以及各种糖苷、单宁等次生代谢物质都影响着果实内在品质的形成。对木本食用油料植物而言, 果实内在品质的重要指标是油脂中的脂肪酸种类和含量, 其中最重要的是不饱和脂肪酸。目前有关木本食用油料果实品质的研究中, 对成熟果实中与品质相关的各项指标的测定及其营养价值的分析较多, 而果实发育过程中与品质形成相关的生理代谢研究相对较少。并且研究对象多集中于油茶、核桃等已经大

第一作者简介: 段丽娟(1982-), 女, 河南滑县人, 在读硕士, 主要研究方向为果树栽培生理。E-mail: duanlijuanzuoye@163.com。

通讯作者: 侯智霞(1973-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事果树逆境生理及发育生物学方向的研究工作。E-mail: hzx2004@163.com。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30500349); 博士后科学基金资助项目(20070420304); 国家科技攻关资助项目(2004BA515B12)。

收稿日期: 2009-02-19

Studies on Plant Soil Borne Disease Control with Manure

TANG Long-xiang, LI Wen-qing

(College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018, China)

Abstract: The effects of plant soil-borne disease control with manure were presented and major factors affecting its effects were summed up. The mechanisms of its suppressive effects were also summarized. The problems in the current plant soil-borne diseases control with manure, and the directions of future research were also discussed.

Key words: Manure; Soil borne disease; Suppressive effect; Mechanism

规模栽培利用的树种,而对榛子、松籽、山杏、车梁木等刚刚开发利用,尚处于野生、半野生状态的油料树种的研究报告较少。

1 油脂

油脂是木本食用油料作物果实的主要成分,对油脂的理化性质起主导作用的是脂肪酸组成。当人体内饱和脂肪酸的含量超过 12% 时,就会产生脂肪积聚,引发严重的心血管疾病。人体一些必需脂肪酸,如亚油酸和亚麻酸等,自身不能合成,只能从食物中获得。木本食用油中饱和脂肪酸含量低,不饱和脂肪酸含量极高(多数 90% 左右),并富含多种人体必需脂肪酸,医疗保健作用突出。

1.1 含油量和出油率

含油量是油料果实的重要指标。木本食用油料果实中含油量较高的有:山核桃种仁 69% ~ 74%,红松种仁 70% 以上,核桃种仁 65% ~ 70%,椰干 63% ~ 65%,榛子仁 55% ~ 65%,巴旦杏种仁 55% ~ 61%,文冠果种仁 60% 左右,阿月浑子种仁 54% 左右,油棕鲜果肉 50% 左右,翘果油树种仁 46% ~ 51%。

出油率是指原料(出油物)可以出油多少,即出油量占原料量的百分比。与草本油料(油菜籽的出油率 35%,花生仁 30% ~ 50%,芝麻 50% 左右)相比,木本食用油料植物出油率较高,如椰干出油率为 64%,核桃仁约 60%,野生榛子仁约 50%,油棕仁约 46%,山杏仁约 40%。提取方法是影响出油率的重要因素之一。植物油脂传统上是通过压榨取油,或用溶剂浸提法和水蒸汽蒸馏法取油,提取工艺流程长,设备多,操作繁杂,其品质也在加工中受到一定的影响。随着现代科技的发展,超临界 CO_2 萃取及超声波提取等技术的发展为油脂加工提供了新的方法和工艺。对于不同方法的提取工艺还有待进一步探讨,以便得出适宜的植物种子油提取方法和工艺。

1.2 脂肪酸组成及含量

脂肪酸组成和含量是决定木本油料植物果实品质的主要因素。不同种实中各种脂肪酸的含量及比例不同。木本油料植物的种实中饱和脂肪酸的含量普遍较高。茶油的主要成分是油酸与亚油酸等不饱和脂肪酸(总含量占 90% 以上)和硬脂酸(占 2% ~ 3%)、棕榈酸(占 7% ~ 8%),还有一些少量的豆蔻酸、亚麻酸、花生酸^[1]。核桃油中不饱和脂肪酸主要有油酸、亚油酸和亚麻酸(总量约 90%),其中亚油酸含量最高,达 58% ~ 68%,亚麻酸含量一般在 10% ~ 15%;饱和脂肪酸主要有棕榈酸、硬脂酸(总量小于 10%)^[2]。巴旦杏种仁油脂中不饱和脂肪酸达 92%,以油酸含量最高(63.72% ~ 75.89%),其次是亚油酸、棕榈油酸和亚麻酸^[3]。

一些木本食用油脂中除了常见的脂肪酸组成外,还

发现了新的成分。如从红松(或马尾松)籽油中鉴定出顺-25, 9, 12-十八碳三烯酸结构的脂肪酸,称之为松油酸,它与 γ -亚麻酸、 α -亚麻酸是同分异构体,是亚麻酸系列化合物中的一种^[4]。松油酸具有防止血脂沉积、降低胆固醇和减肥等作用。山核桃油中新分析出的 13 种未知成分中饱和脂肪酸有 11, 14-二十碳二烯酸、15-二十四碳烯酸、13-二十二碳烯酸等 3 种,其他为醇、烃等化合物。其中 13-二十二碳烯酸、15-二十四碳烯酸、十九醇等具有较强的生理活性和药用价值^[5]。从花椒籽油中也初次测定出了十七碳烯酸^[6]。

植物品种之间油脂中脂肪酸的组成及含量也有不同。不同品系的茶油中油酸含量相对较稳定,一般在 80% 左右,而亚油酸含量差异显著,变动范围在 2% ~ 17%。这可能主要与随着果实的成熟,亚油酸在不断的向油酸转化,最后稳定在 10% 左右有关^[1]。用超临界 CO_2 萃取法萃取新疆巴旦杏 28 个品种种仁的油脂,发现饱和脂肪酸含量以莎车 29 号为最高(93.668%),莎车 11 号最低(91.369%);饱和脂肪酸主要由棕榈酸组成,棕榈酸在全部高级脂肪酸中所占的比例以莎车 11 号最高(7.620%),莎车 29 号最低(5.985%)。

油脂果实中脂肪酸的组成和含量受油料树种所处的生态环境影响,已见报告的因素主要有地形、土壤、温度、矿物营养等。文冠果果实中,“蜜”酸、亚麻酸、廿碳二烯-11, 14 酸、山俞酸、木焦油酸、神经酸含量随地理纬度和经度的增加有增加的趋势;棕榈酸、花生酸、硬脂酸含量随地理纬度的增加有增加趋势,但随经度的增加有减小趋势;油酸含量随地理纬度和经度增加有减小趋势^[7]。核桃果实中饱和脂肪酸含量随着 1 月平均气温和经度的升高而增加,不饱和脂肪酸含量随着大于 10℃ 年积温和海拔的升高而增加;油酸和亚油酸含量随年平均气温和 1 月平均气温的降低而增加,亚麻酸含量随着年平均相对湿度和年平均气温的升高而增加^[8];核桃果实成熟期间种仁中脂肪的积累与青皮中钾含量的变化极显著正相关^[9]。

1.3 油脂果实发育与脂肪酸形成

果实内油脂的积累与果实的发育时期密切相关。目前,对木本油料植物果实发育及油脂形成特性方面的研究较少,主要集中在油茶、油橄榄等树种上。油茶种仁含油率、鲜籽含油率(食用油)和鲜果含油率均随果实生长逐渐增加,年周期内存在 2 个增长高峰期,分别为 8 月中旬至 9 月初与 9 月下旬至 10 月下旬采收前。油茶鲜果含油率在 9 月 20 日至 10 月 20 日的高峰期的增幅达鲜果总含油量的 68.9%^[9]。不同生长调节剂对油茶鲜果含油率的影响差异很大,B-9、GA 和乙烯利等 3 种生长调节剂对油茶鲜果含油量的提高有明显的促进作用,还可使油茶鲜果含油量的快速积累提前到 9 月上

旬; 喷施稀土和 NAA 对种仁含油率有反作用。油茶鲜果出籽率在 8 月中旬到 10 月下旬期间, 呈现马鞍形增长的趋势, 喷施生长调节剂对其作用不明显; 果实后熟期喷施赤霉素加萘乙酸 (GA+NAA) 和只喷施赤霉素 (GA), 对茶果出油率和出干籽率提高有促进作用^[19]。油橄榄的油脂积累过程贯穿于整个果实膨大期, 直至成熟采收, 但 6~10 月为油脂的主要积累期, 而其中 8~10 月的积累量相当于其油脂含量的 50% 以上, 是油脂积累最关键的时期。长日照、低湿度最利于油橄榄油脂积累, 其积累期的最佳气候条件为: 空气相对湿度低于 70%, 6~7 月日照总时数在 675 h 以上^[11]。核桃果实成熟期间种仁中的有机营养以脂肪含量最高, 平均达 71.04%, 其变化呈指数型积累, 在花后 106 d 时, 脂肪含量为 67%, 随后呈上升趋势, 到花后 121 d 达最大值 73%, 之后脂肪含量趋于稳定^[12]。

2 蛋白质和氨基酸

蛋白质不仅与果实的生长发育有关, 还是决定果实品质的重要物质。木本食用油料植物果实中, 蛋白质含量较高的有: 翅果油树种仁 40% 左右, 山杏仁 20%~30%, 巴旦杏仁 28% 左右, 文冠果种仁 25% 左右, 松籽仁 17%~23%, 榛子仁 16%~23%, 茶籽仁 20% 左右, 阿月浑子种仁 20% 左右, 核桃仁 14%~19%。

蛋白质的营养价值取决于氨基酸的种类、数量及比例。木本食用油料植物果实中, 氨基酸种类较为齐全。阿月浑子种仁中几乎含所有人体必需氨基酸, 氨基酸总含量为 19.30%, 人体必需氨基酸含量为 6.48%, 其中谷氨酸、天门冬氨酸、精氨酸含量较高, 分别为 4.34%、1.68%、1.74%^[13]。文冠果种仁含有 17 种氨基酸, 含量达 23.03%, 其中脯氨酸含量较高^[14]。山杏仁蛋白的氨基酸中含有人体必需的 8 种氨基酸, 占氨基酸总量的 29.64%^[15]。山核桃仁中氨基酸含量高达 25%, 以谷氨酸含量最高, 占总量的 20.19%; 精氨酸含量次之, 占总量的 13.22%^[16]。

果实中氨基酸的含量和种类与树种的遗传多样性及土壤条件、果实成熟度、品种等因素有关。山核桃种仁粗蛋白含量在临安、淳安和安吉 3 个地区之间的差异达到极显著水平。由于三地所处的地理位置极其相近, 相互间没有明显的气候差异, 所以, 这种差异应主要归因于群体遗传的差异^[17]。对大别山山核桃果实品质与土壤性质的相关分析表明, 果实中粗蛋白含量与土壤有机质、水解氮及有效磷间具有显著的相关性^[18]。核桃果实成熟期间种仁中蛋白质变化呈下降趋势^[12]。不同品种核桃坚果中蛋白质及其有效蛋白的含量不同。早实核桃坚果中蛋白质含量普遍高于普通实生核桃^[19]。

3 碳水化合物

果实种仁的产量和品质很大程度上决定于果实发

育过程中碳水化合物的代谢和积累状况。油脂类果实中虽然碳水化合物的含量相对较低, 但仍是果实品质及其形成的重要因素。油茶籽中总糖 11.98%, 淀粉 19.05%, 榛子仁中含糖 14.0%~18.0%, 巴旦杏仁中淀粉及单糖 10%~11%, 偃松籽中碳水化合物 8.1%, 阿月浑子种仁中含糖 6.4%, 核桃仁中碳水化合物 5.4%~1.0%。

目前果实发育过程中碳水化合物与果实品质形成之间关系的研究很多, 涉及到了生理、生化、分子生物学等各个方面。但是在木本油料植物果实中这方面 (尤其是碳水化合物与油脂形成特性间) 的研究尚较少, 仅核桃偶见报告。核桃生长发育中, 总糖含量呈现逐渐增长趋势, 在果实油脂转化期 (约花后 90 d) 达到最大值; 淀粉含量呈波动状态。各种可溶性糖含量变化各异, 果糖在果实发育前期含量最高, 后期有所降低; 葡萄糖含量变化不大; 蔗糖含量前期极低, 后期逐渐增加。酸性转化酶和淀粉酶前期活性很强, 后期降低; 蔗糖合成酶 (合成方向) 和蔗糖磷酸合成酶的活性变化趋势相似, 前期弱后期强^[20]。提示油脂类果实内糖类物质的变化与油脂的转化可能存在必然联系。

4 维生素、矿物质及其它有益物质

木本食用油料果实中含有丰富的矿物质和维生素, 多为滋补佳品和药材。山核桃果肉中还含有 22 种矿物质元素, 特别是钙、钾、锌含量大大高于一般干果仁。巴旦杏含有维生素 A、B₁、B₂、杏仁甙、消化酶、杏仁素酶及钙、镁、钠、钾、铁、钡、硒等化学元素, 营养价值极高。茶油中还含有微量油茶甙、油茶皂甙、茶多酚等活性物质, 其中油茶甙有强心作用, 油茶皂甙有溶血栓作用, 茶多酚有降低胆固醇的作用。翅果油树中仁含有丰富的维生素 E 和微量元素, 其中维生素 E 含量高达 1 558.1 mg/100g, 在天然植物资源中实属罕见。可治疗幼儿贫血、心血管病、内分泌腺病变等。香榧、榛子中含有具抗癌活性的紫杉醇。

木本油料植物果实发育过程中, 矿质元素积累特性方面的研究较少。核桃青皮和种仁中的矿质元素以钾的含量最高, 氮、磷和锌含量较低, 青皮中钾含量高于种仁; 随着果实生长发育, 青皮和种仁中钾变化趋势不同。青皮中钾含量基本是先增加后降低, 种仁中钾含量逐渐降低^[21]。果实中矿质元素的积累受土壤条件的影响。大别山山核桃钾元素含量与土壤有效钾呈显著正相关, 钠元素、钙元素含量与土壤 pH 值分别呈显著和极显著负相关, 镁元素含量也与土壤 pH 值间具有较强的负相关关系^[18]。

5 结语

我国的木本油料树种的开发利用潜力极大, 即便是对于已经开发利用的树种来说, 目前也只是对其树种品

种的生物学及生态学特性、资源现状、开发利用价值、繁殖、建园及栽培管理技术措施等方面进行了大致研究。而对于果实发育特性、品质形成规律、品种改良等方面的研究刚刚起步, 还需加大力度发展。在利用常规管理和遗传育种手段提高木本食用油料果实油脂产量和品质的同时, 还应积极借鉴其他植物物种研究中先进的经验和技术, 利用分子生物学和基因工程手段, 提高对木本食用油料种实的生理代谢尤其是脂肪酸合成代谢途径及其关键酶基因的认识和利用, 以便更有利于木本食用油料植物种实产量和品质的提高。

参考文献

[1] 奚如春, 龚春, 黄宝祥, 等. 赣 25 个油茶高产无性系的脂肪酸组成及遗传变异的初步研究[J]. 江西林业科技, 2002(4): 14-16.
[2] 王克建, 郝艳宾, 齐建勋. 核桃油研究进展[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 364-366.
[3] 解成喜, 王强, 谢效新. 巴旦杏中脂肪酸的测定[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 2003, 20(1): 99-100.
[4] 荣会, 余元祥, 李庆才, 等. 松籽油脂酯化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(5): 30-34.
[5] 韩喜江, 彭刚华, 邵铁华. 山核桃仁油中未知成分的确定及含量分析[J]. 精细化工, 2001, 18(6): 366-368.
[6] 庄世宏, 李孟楼. 花椒籽油的成分分析[J]. 西北农业学报, 2002, 11(2): 41-45.
[7] 牟洪香, 侯新村, 刘巧哲. 不同地区文冠果种仁脂肪酸组分及含量的变化规律[J]. 林业科学研究, 2007, 20(2): 193-197.
[8] 李国和, 杨冬生, 胡庭兴. 四川省不同产地核桃脂肪酸含量的变化

[J]. 林业科学, 2007, 43(5): 36-41.
[9] 陈永忠, 肖志红, 彭邵锋. 油茶果实生长特性和油脂含量变化的特征[J]. 林业科学研究, 2006, 19(1): 9-14.
[10] 陈永忠, 王湘南, 彭邵锋, 等. 植物生长调节剂对油茶果实含油率的影响[J]. 中南林业科技大学学报(自然科学版), 2007, 27(2): 25-29.
[11] 吴万波, 韩华柏, 王金锡. 安宁河谷区发展油橄榄的适应性分析[J]. 西部林业科学, 2006, 35(1): 100-103.
[12] 张志华, 高仪, 王文江, 等. 核桃果实成熟期间主要营养成分的变化[J]. 园艺学报, 2001, 28(6): 509-511.
[13] 袁萍, 牛俊丽. 特种珍贵果品-阿月浑子的营养评价[J]. 新疆农垦科技, 2002(3): 25-27.
[14] 王力川. 文冠果化学成分、综合利用及栽培技术[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(9): 1850-1851.
[15] 宋曰钦. 山杏蛋白的研究与开发利用[J]. 中国林副特产, 2006, 80(1): 59-60.
[16] 章亭洲. 山核桃的营养、生物学特性及开发利用现状[J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(4): 90-93.
[17] 刘力, 龚宁, 夏国华, 等. 山核桃种仁蛋白质及氨基酸成分含量的变异分析[J]. 林业科学研究, 2006, 19(3): 376-378.
[18] 郭传友, 黄坚钦, 王正加, 等. 大别山山核桃果实品质与土壤性质的相关分析[J]. 经济林研究, 2006, 24(4): 19-22.
[19] 郝艳宾, 王克建, 王淑兰, 等. 几种早实核桃坚果中蛋白质、脂肪酸组成成分分析[J]. 食品科学, 2002, 23(10): 123-125.
[20] 吴国良, 潘秋红, 张大鹏. 核桃果肉发育过程中糖含量及相关酶活性的变化[J]. 园艺学报, 2003, 30(6): 643-646.
[21] 史永江, 杨少辉, 张志华, 等. 核桃果实发育过程中青皮和果仁中矿物质元素含量的变化[J]. 河北林果研究, 2007, 22(2): 177-179.

Advances in Research on Fruits Quality of Woody Edible Oil Plants in China

DUAN Li-juan^{1,2}, HOU Zhixia², LI Lian-guo¹, LIU Yan¹

(1. Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010018, China; 2. Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Education Ministry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Fruits of woody edible oil plants are the high rate of oil, and nutrient-rich. In fruits, fatty acids are the main contents, unsaturated fatty acids are Particularly high contents and the majority are more than 90%, the major of unsaturated fatty acids are oleic acid and linoleic acid, fruits were also rich in protein, carbohydrates, minerals, vitamins and various amino acids required for human. In this paper, the development of relevant factors of fruits internal quality including fatty acids, protein and amino acids, carbohydrates, vitamins, mineral elements were summarized. the author hope to Provide some suggestions on the development and utilization of woody edible oil resources and the improvement of fruits quality of woody edible oil plants.

Key words: Woody edible oil plants; Fruits; Fatty acids; Protein; Carbohydrates