

油橄榄分子遗传研究进展

赵琦, 宋芹, 郭晓强, 陈封政, 苟小军

(成都大学 生物产业学院, 四川 成都 610106)

摘要: 简要介绍了引种油橄榄在我国的栽培现状, 特别是国内外油橄榄在遗传背景分析、脂肪酸合成关键酶基因克隆等方面的研究现状和研究方法, 探讨了利用分子遗传研究分析油橄榄产油率差异原因和油脂成份改良的可能性。

关键词: 油橄榄; 分子遗传; 产油差异

中图分类号: Q949. 776. 2; Q75 文献标志码: A 文章编号: 1005- 8141(2013)01- 0061- 03

Research Progress on Molecular Genetics of Olive

ZHAO Qi, SONG Qin, GUO Xiao- qiang, CHEN Feng- zheng, GOU Xiao- jun

(Faculty of Biotechnology Industry, Chengdu University, Chengdu 610106, China)

Abstract: The authors briefly introduced the culturing status of Olive (*Olea europaea*) in China, especially the research progress and methods on genetic background, expression differences of genes coding for some key enzymes in fatty acid synthesis, and further discussed the possibility of using molecular genetic technique to analyze the oil- producing rates differences and to improve the composition of fatty acid.

Key words: Olive (*Olea europaea*); molecular genetics; oil- producing differences

油橄榄(*Olea europaea*)具有较高的营养价值,在我国大规模的引种栽培已有半个世纪的历史,我国已成为潜在的橄榄油消费大国,但目前橄榄油仍主要依靠进口。目前国内对橄榄油的研究主要集中在油橄榄在我国适生区的划分、油橄榄产油差异与环境气候因子之间的关系等方面,国外对橄榄油分子遗传方面的研究主要集中在利用各种分子标记技术进行遗传多样性分析和品种鉴定、油橄榄脂肪酸合成过程中关键酶基因的研究等方面。油橄榄在中国的主要产地呈条状或块状分布,不同产地之间的地理隔离和气候环境差异导致了油橄榄在产油率和脂肪酸组成上产生了一定的差异。探讨分子遗传差异与产油差异之间的关系,将为我国橄榄油的遗传背景分析、优良品种选育、分子遗传改良等方面的研究奠定一定基础。

1 油橄榄在我国引种栽培现状和发展前景

油橄榄为木犀科(Oleaceae)常绿乔木,主要分布在地中海地区。我国古代已有引种记载,称之为“齐墩果”。20世纪50、60年代,我国开始大规模地从欧洲引种栽培,其后大致经历了试验、推广、提高、沉寂、兴起几个阶段,尤其是20世纪90年代,我国橄榄油产业基本上处于放任状态^[1,2]。进入21世纪后,随着生活水平的提高,消费者对橄榄油健康价值进一步的认识,我

国对橄榄油需求剧增,进口逐年增加。我国橄榄油种植产业逐步恢复,近几年橄榄油产业在四川、甘肃、陕西、云南等地发展迅速,橄榄油已列入西部大开发“十二五”规划和四川、甘肃等多个省的“十二五”林业发展规划。“十二五”期间,我国橄榄油的种植面积和产量将会进一步增加,对适合于我国栽培的优质橄榄油品种的需求也越来越大。

2 我国引种栽培橄榄油的研究进展

我国对橄榄油的科学研究随着橄榄油的引种逐步展开,21世纪以前的研究主要集中在引种后的栽培管理方面,如繁殖技术,包括扦插、嫁接、种子萌发、组织培养技术等^[3,4],林间管理技术包括施肥、灌溉、病虫害和冻害防治等,并对引种的橄榄油的生态生物学特征进行了系统总结,对其生态适应性进行了综合评价^[5]。徐纬英教授对我国20世纪30多年的引种栽培经验进行了总结,撰写了《中国橄榄油》^[6]一书。

进入21世纪后,我国学者除了对橄榄油的栽培管理技术继续进行研究外,又展开了橄榄油的适应区划、产业发展模式等方面的研究。适应区划研究主要依据“相似论”的观点,将我国各地区的气候条件从气温、热量、水分和光照等因子来对比地中海地区的气候条件,然后运用模糊数学和地理信息系统等方法对我国的橄榄油适生区进行划分^[7,8]。橄榄油在我国的产业发展模式方面也取得了较大进展,根据我国的实际情况,建立了“公司+科研+基地+农户”的经营模式,推动了我国橄榄油产业的发展^[1]。此外,我国的一些学者也

收稿日期: 2012- 11- 12; 修订日期: 2012- 12- 23

第一作者简介: 赵琦(1981-),男,河北省保定人,博士,讲师,主要从事植物资源开发研究。

通讯作者: 苟小军(1974-),男,四川省通江人,博士,教授,主要从事药食同源植物开发研究。

展开了油橄榄引种后在形态^[9]、生理生态特征^[10]、产油量和脂肪酸成分组成^[11]等方面的差异研究,但在油橄榄引种的分子遗传背景方面的研究较少。主要有:马万里和 Collins G 运用 RAPD 技术对澳大利亚油橄榄品种进行了鉴定研究^[12];邱源、韩华柏等采用 RAPD 技术对四川省开江县油橄榄品种园的 23 个引种品种进行了 RAPD 分析,获得了 4 个品种的特异位点,为种质鉴定奠定了基础^[13]。进一步开展油橄榄引种遗传背景方面的研究将会对我国油橄榄引种品种的管理、优良品种的本土化选育、分子遗传育种等方面奠定一定的基础。

3 国外油橄榄分子遗传的研究进展

国外对油橄榄的研究主要集中在地中海沿岸的油橄榄主产地国家,尤其是西班牙、意大利、希腊等国家的油橄榄栽培历史悠久,拥有丰富的种质资源。利用现代分子遗传技术对大量的种质资源进行鉴定成为油橄榄研究的重要内容。尤其是 20 世纪 90 年代分子标记技术成熟之后,各种分子标记技术被用于不同地域、不同品种间的油橄榄遗传背景差异分析,进行品种鉴定、遗传多样性分析和基因定位研究^[14]。如 Besnard 等利用 RFLP 技术对油橄榄的叶绿体 DNA 多态性的分析^[15];Bronzizni 等采用 RAPD 和 RFLP 技术对地中海科西嘉岛和撒丁岛的野生油橄榄基因组 DNA 和线粒体 DNA 的研究^[16];Rao 等利用 AFLP 技术对意大利南部油橄榄栽培品种的分析^[17];Shu-biao 等利用 RAPD、微卫星和 SCAR 技术对油橄榄进行的遗传图谱绘制^[18]等。基于核酸测序技术的 SNP 技术和基于微阵列芯片杂交技术的 DaT 技术等新的分子标记技术也被用于油橄榄的遗传多样性分析^[19-21]。这些分子标记技术体系的建立和应用为进一步开展油橄榄的分子遗传背景方面的研究奠定了基础。

油橄榄营养价值高的一个重要方面就是橄榄油中不饱和脂肪酸含量较高,对油橄榄研究的另一个重要方面就是对其脂肪酸合成和脱饱和的过程研究。目前已对油橄榄脂肪酸合成和脱饱和过程基本清楚(图 1),并对该过程中多个关键酶的基因进行了克隆和基因功能分析^[14]。植物脂肪酸的生物合成发生在质体中,这一过程主要由两个关键酶控制,一个是乙酰辅酶 A 羧化酶,另一个是脂肪酸合成酶。这两种酶的结构和功能较复杂,目前关于这两种酶的研究主要集中在拟南芥等模式植物中^[22]。在油橄榄中虽然已有部分相关的基因(如 ear)被克隆,但是在基因功能等方面的研究还相对较少^[14]。脂肪酸脱饱和过程在油橄榄中的研究相对较深入,该过程的几个关键酶基因如 $\Delta 9$ 、

fad6、fad7、fad2、fad3 等基因已经被克隆,在油橄榄果实发育过程中的表达情况也进行了分析,这些基因都具有一定的发育阶段表达特异性^[14, 23, 24]。此外,其他一些与油橄榄脂肪酸代谢相关的基因也已被克隆分析^[25-27]。

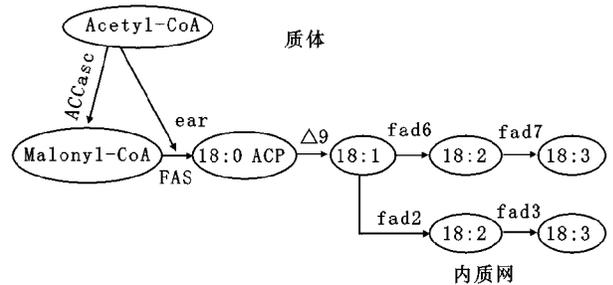


图 1 油橄榄脂肪酸合成和脱饱和过程示意图

4 产油量和油脂成分含量差异研究进展

我国油橄榄引种后曾在我国南方地区广泛种植,但由于气候等原因,目前油橄榄在我国的主要产区呈带状或块状分布,主要有甘肃南部的白龙江河谷地区、四川和云南的金沙江河谷地区、秦岭南坡大巴山和北坡嘉陵江、汉水上游地区、长江三峡低山河谷地区^[1, 8]。目前,我国油橄榄种植面积约 $2.53 \times 10^4 \text{hm}^2$ (约 1000 万株),其中四川的种植面积最大,达 $1.33 \times 10^4 \text{hm}^2$,西昌、德昌、米易、冕宁等县的部分地区气候因子的组合与地中海最相似地区为一级适生区;大巴山南坡的绵阳、南充、达县、广元和巴中等地从生态条件上分析,有一个或两个条件对油橄榄不利,属于二级适生区^[8],该结论得到了国内外许多专家的认同^[6]。这些地区之间具有一定的距离,气候等环境因子具有一定的差异,已有研究表明这些地区之间由于地理隔绝和环境适应性上的差异导致了同一品种在产油量和不饱和脂肪酸成分上产生了一定的差异。如品种佛奥 Frantoio 在四川西昌产地的含油率为 23%,脂肪酸组成中油酸所占的比例为 68%,而在四川开江产地含油率仅为 20%,但油酸在脂肪酸中所占的比例却达到了 70%^[5, 11]。这些差异是否也发生在分子水平上,分子遗传水平上的差异与脂肪酸之间的差异是否相关,需要做进一步的研究。油橄榄自花授粉率低,子代变异性大,我国的科研工作者已依据这些变异从引种后的实生苗中优选出城固 32、鄂植 8 等优良品种^[7],说明油橄榄虽然在我国栽培史较短,但在适应我国不同地区的气候条件后仍会产生一定的可遗传变异。利用分子遗传学的方法探讨油橄榄适应不同地区后在分子遗传水平上的差异,分析这些遗传差异与产油差异之间的关系,将为进一步引种的品种管理,优良品种本土化选育和分子遗传改良,获得高产优产且适合于我国

气候条件的油橄榄品种奠定一定的基础。

参考文献:

- [1] 李俊霞, 黄易, 夏自谦. 我国油橄榄产业发展若干问题分析[J]. 林业经济, 2010, (3): 47- 51.
- [2] 张东升, 黄易, 夏自谦. 论我国油橄榄产业发展规划[J]. 林产工业, 2010, 37(2): 50- 55.
- [3] 顾调, 贺善安, 李赞武, 等. 油橄榄引种繁殖和适应性的研究[J]. 园艺学报, 1965, 4(1): 1- 12.
- [4] 包慈华, 马以凤, 刘静英. 油橄榄茎尖培养成完整植株的初步研究[J]. 自然杂志, 1979, 2(12): 727.
- [5] 杨冬生, 郭亨孝, 王金锡. 四川油橄榄——种植与发展[M]. 成都: 四川科技出版社, 2007.
- [6] 徐纬英. 中国油橄榄[M]. 长春: 长春出版社, 2001.
- [7] 郭祥, 范建容, 朱万泽, 等. 基于GIS的四川省油橄榄生态适宜性模糊综合评价[J]. 生态学杂志, 2010, 29(3): 586- 591.
- [8] 施宗明, 孙卫邦, 祁治林, 等. 中国油橄榄适生区研究[J]. 植物分类与资源学报, 2011, 33(5): 571- 579.
- [9] 吴开志, 肖千文, 贾瑞芬, 等. 油橄榄品种表型性状的多样性[J]. 经济林研究, 2008, 26(2): 48- 52.
- [10] 姜成英, 莫保儒, 吴文俊, 等. 不同品种油橄榄的光合生理分析[J]. 经济林研究, 2010, 28(2): 24- 28.
- [11] 朱万泽, 范建容, 彭建国. 四川省油橄榄引种品种果实含油率及其脂肪酸分析[J]. 林业科学, 2010, 46(8): 91- 100.
- [12] 马万里, Collins G. 运用 RAPD 技术鉴定澳大利亚油橄榄品种的研究[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版), 2006, 35(3): 337- 339, 343.
- [13] 邱源, 韩华柏, 李俊强, 等. 23 个油橄榄品种的 RAPD 分析[J]. 林业科学, 2008, 4(1): 85- 89.
- [14] Hatzopoulos P, Banilas G, Giannoulia K, et al. Breeding, Molecular Markers and Molecular Biology of the Olive Tree[J]. European Journal of Lipid Science and Technology, 2002, 104(9- 10): 574- 586.
- [15] Besnard G, Berville A. On Chloroplast DNA Variations in the Olive (*Olea europaea* L.) Complex: Comparison of RFLP and PCR Polymorphisms[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2002, (104): 1157- 1163.
- [16] Bronzini de Caraffa V, Maury J, Gambotti C, et al. Mitochondrial DNA Vari-

ation and RAPD Mark Oleasters, Olive and Feral Olive from Western and Eastern Mediterranean[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2002, (104): 1209- 1216.

- [17] Rao R, La Mura M, Corrado G, et al. Molecular Diversity and Genetic Relationships of Southern Italian Olive Cultivars as Depicted by AFLP and Morphological Traits[J]. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2009, 84(3): 261- 266.
- [18] Shu- Biao X, Collins G, Sedgley M. A Molecular Linkage Map of Olive (*Olea europaea* L.) Based on RAPD, Microsatellites and SCAR Markers[J]. Genome, 2004, (74): 26- 35.
- [19] Reale S, Doveri S, Daz A, et al. SNP- based Markers for Discriminating Olive (*Olea europaea* L.) Cultivars[J]. Genome, 2006, (49): 1193- 1205.
- [20] Reki I, Kamoun NG, Makhloufi E, Reba A. Discovery and Potential of SNP Markers in Characterization of Tunisian Olive Germplasm[J]. Diversity, 2010, (2): 17- 27.
- [21] Domnguez- Garc a M, Belaj A, De la Rosa R, et al. Development of DArT Markers in Olive (*Olea europaea* L.) and Usefulness in Variability Studies and Genome Mapping[J]. Scientia Horticulturae, 2012, (36): 50- 60.
- [22] 夏晗, 王兴军, 李孟军, 等. 利用基因工程改良植物脂肪酸和提高植物含油量的研究进展[J]. 生物工程学报, 2010, 26(6): 735- 743.
- [23] Banilas G, Moressis A, Nikoloudakis N, et al. Spatial and Temporal Expressions of Two Distinct Oleate Desaturases from Olive (*Olea europaea* L.) [J]. Plant Science, 2005, (168): 547- 555.
- [24] Hernandez ML, Padilla MN, Sicardo MD, et al. Effect of Different Environmental Stresses on the Expression of Oleate Desaturase Genes and Fatty Acid Composition in Olive Fruit [J]. Phytochemistry, 2011, 72(2- 3): 178- 187.
- [25] Poghosyan ZP, Giannoulia K, Katinakis P, et al. Temporal and Transient Expression of Olive Enoyl- ACP Reductase Gene during Flower and Fruit Development [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2005, 43(1): 37- 44.
- [26] Panzaro S, Nutricati E, Miceli A, et al. Biochemical Characterization of a Lipase from Olive Fruit (*Olea europaea* L.) [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2010, 48(9): 741- 745.
- [27] Padilla MN, Hernandez ML, Sanz C, et al. Molecular Cloning, Functional Characterization and Transcriptional Regulation of a 9- lipoxygenase Gene from Olive [J]. Phytochemistry, 2012, (74): 58- 68.

(上接第 47 页)

加大城市用地需求。其次, 实施促进经济共同发展政策, 缩小地区间发展差异, 保证均衡和可持续发展。

参考文献:

- [1] Rancich M T. Land Value Changes in an Area Undergoing Urbanization[J]. Land Economics, 1970, 46(1): 32- 40.
- [2] Howard Jr, Clbnts A. Influence of Urbanization on Land Values at the Urban Periphery [J]. Land Economics, 2012, 46(4): 489- 497.
- [3] 华文, 范黎, 吴群. 城市地价水平影响因素的相关分析[J]. 经济地理, 2005, (3): 203- 204, 218.
- [4] 范方志, 李海海. 城市化进程中的土地财政与房地产价格——基于马克思地租理论的分析[J]. 云南财经大学学报, 2011, (6): 4- 9.
- [5] 杨天宇. 城市化对我国城市居民收入差距的影响[J]. 中国人民大学学报, 2005, (4): 71- 76.
- [6] 董芳. 基于面板数据模型的城市化对城市住宅价格的相关分析研究[D]. 南昌: 江西理工大学硕士学位论文, 2011.

- [7] 宋佳楠, 丁宁, 周寅康, 等. 中国城市地价水平及变化影响因素分析[J]. 地理学报, 2011, 66(8): 1045- 1154.
- [8] 严新民, 童星. 城市化指标: 测量抑或诊断[J]. 探索与争鸣, 2006, (9): 23- 25.
- [9] 林泉. 城市化指标体系的实证分析[J]. 城市问题, 2001, (4): 14- 16.
- [10] 张世银, 周加来. 城市化指标体系构建与评析[J]. 技术经济, 2007, 26(3): 32- 39.
- [11] 李明秋, 郎学彬. 城市化质量的内涵及其评价指标体系的构建[J]. 中国软科学, 2007, (12): 182- 189.
- [12] 薛欧, 赵凯. 陕西省土地城市化水平评价分析[J]. 山东农业大学学报, 2011, 42(3): 415- 421.
- [13] 应岱筠. 基于层次分析法的小城镇城市化指标体系研究——以西安周边为例[J]. 地下水, 2012, 34(1): 171- 172.
- [14] 刘欣欣. 湖北省城市化水平综合评价研究[J]. 江汉大学学报, 2012, 40(1): 33- 36.
- [15] 魏静, 葛京凤, 郑晓刚, 等. 征地片区综合地价影响因素的相关分析——以河北省冀州市为例[J]. 中国土地科学, 2007, 21(4): 49- 54.