

我国紫苏种质资源遗传多样性研究进展

许兰杰, 梁慧珍*, 余永亮, 杨红旗, 谭政委, 董薇, 李磊, 刘新梅 (河南省农业科学院芝麻研究中心, 河南郑州 450002)

摘要 紫苏是我国传统的药、食兼用植物, 具有抑菌、抗炎、抗肿瘤、保护肝脏等多种功效。阐述了紫苏种质资源的分类以及关于紫苏种质资源表型遗传多样性和分子遗传多样性方面的研究, 为紫苏新品种培育提供理论基础。

关键词 紫苏; 种质; 遗传多样性

中图分类号 S636.9 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)11-0019-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.11.005



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research Advances of Genetic Diversity in *Perilla frutescens* (L.) Germplasm

XU Lan-jie, LIANG Hui-zhen, YU Yong-liang et al (Sesame Research Center, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract *Perilla frutescens* (L.) is a traditional medicinal and edible plant in China. *Perilla frutescens* (L.) has antibacterial, anti-inflammatory, anti-allergic, antipyretic antiemetic. This paper mainly expounded classification of *Perilla* germplasm, morphology and molecular genetic diversity. The result of this study offered theoretical basis for breeding new *Perilla* varieties in the future.

Key words *Perilla frutescens* (L.); Germplasm; Genetic diversity

紫苏[(*Perilla frutescens* (L.) Britton)]为唇形科(Labiatae)紫苏属一年生草本植物, 具有2 000多年的栽培历史, 是我国传统的药、食兼用植物, 其茎、叶、籽均可作为药用, 或用作蔬菜、入茶等, 广泛应用于医药、工业和化妆品行业。紫苏叶能发散风寒, 行气和胃^[1]; 紫苏梗是紫苏的干燥茎, 可理气安胎, 止痛^[2-4]; 紫苏子是紫苏的干燥成熟果实^[5], 除了具有降气消痰、平喘、润肺之功效^[6-7], 其种子油中亚油酸含量高, 是一种难得的特种食用油源^[8]。同时紫苏油具有“三高”性质, 即高碘值、高干性、高不饱和性, 是一种理想的工业原料油^[9-10]。

1 紫苏种质资源分类

据《中国植物志》记载, 我国紫苏属植物有1种3变种, 即紫苏(原变种, 包括紫苏和白苏)、回回苏、耳齿紫苏和野生紫苏, 其中耳齿紫苏比较少见^[11]。

1.1 以产出类型分类 按照紫苏产出类型分为野生资源和栽培资源2大类, 栽培资源又按主要用途分为栽培药用资源、栽培籽用资源、栽培出口资源^[10]。野生资源主产区有河南、四川、安徽、江西、广西、湖南、江苏及浙江; 栽培药用资源产区有河北安国、安徽亳州、重庆涪陵、广西玉林和广东茂名; 栽培籽用资源产区包括甘肃庆阳、黑龙江桦南、吉林、重庆彭水及云南; 栽培出口资源产区有浙江湖州、江苏连云港和山东烟台^[10]。

1.2 以形态特征和挥发油成分分类 李卫萍等^[12]依据20个形态特征和叶片挥发油成分将国内各地的不同栽培紫苏

种质分为6种形态类型:I, 包括6个种质, 属回回苏变种, 植株矮小, 叶片薄皱、叶色以两面紫色为主, 可称为回回苏型, 该类化学型多样, 有EK、PAPK、PA、PK4种化学型; II, 包括6个种质, 属回回苏变种, 株型较I高大, 叶片薄皱、叶色以两面绿色为主, 可称为大回回苏型, 均为PA型; III, 包括17个种质, 属紫苏原变种, 叶色多正面绿色背面淡紫色, 植株较为高大, 且分布广泛, 可称为普通原变种型, 均为PK型; IV, 包括4个种质, 属野生紫苏变种, 植株高大而果实小, 可称为野生紫苏型, 均为PK型; V, 包括7个种质, 属紫苏原变种, 绿色叶, 其株高和果穗长度显著长于其他类型, 可称为高大长穗原变种型, 均为PK型; VI, 包括10个种质, 为紫苏原变种, 叶片大而肥厚, 表面呈浅波状, 可称为叶大肥厚原变种型, 有PK、PP、PL、PA4个化学型。虽然挥发油化学型和种下分类及形态特征存在一定的相关性, 但没有对应性。

1.3 紫苏新种质创制 温春秀等^[13]对二倍体紫苏材料采用秋水仙碱诱导, 成功获得了紫苏同源四倍体株系, 并经染色体鉴定、细胞流式仪检测鉴定和进一步的田间农艺性状鉴定, 经过数代选育, 获得了性状稳定, 繁殖力正常, 生产性能良好的多倍体品系。

2 紫苏种质资源遗传多样性分析

为了给紫苏种质资源调查及育种研究提供较规范的考察记载标准, 严兴初^[14]编纂了紫苏种质资源描述规范和数据标准, 沈奇等^[15]参照该标准, 根据紫苏资源特征及田间实际调查情况, 制定了包括生育期、植株性状、抗逆性、产量性状、品质特征等5个科目, 54个性状。

2.1 表型性状遗传多样性分析 魏忠芬等^[16-17]应用聚类分析和主成分分析方法对53份贵州紫苏种质资源进行分析, 表明贵州紫苏种质资源材料存在广泛的遗传多样性, 紫苏资源不同性状间存在显著的正相关或负相关($P < 0.05$); 以单株总穗数的变异系数最大(66.49%), 主茎节数的变异系数最小(24.12%); 经聚类分析可分为3大类群; 第I类为晚熟

基金项目 国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-21); 国家农业科研杰出人才及其创新团队项目[农财发(2016)45号]; 河南省科技攻关计划项目(182102310062、192102110028); 河南省农业科学院自主创新基金项目(2018ZC75、2019ZC58)。

作者简介 许兰杰(1982—), 女, 河南漯河人, 助理研究员, 博士, 从事红花育种与栽培研究。*通信作者, 研究员, 博士, 从事花类药材遗传育种与品质改良研究。

收稿日期 2019-12-17; **修回日期** 2020-01-17

型,株型伞型,叶色较深,单株籽粒重较小的观赏型;第Ⅱ类为早熟型,株型塔型,籽粒较大;第Ⅲ类为介于早熟型和晚熟型间的中间类群,基本上反映了各类群间的亲缘关系。经主成分分析,前7个主成分的累计贡献率达84.79%,各主成分性状的载荷值反映了主要性状的育种选择潜力。惠荣奎^[18]研究表明,华北、华中、华南等多个省份的26份紫苏属植物的植物学性状中平均变异系数为46.41%,其中叶表面皱缩与否变异系数为89.17%,坚果颜色变异系数为22.25%,千粒重的变异系数为65.317%,叶柄长变异系数为10.90%。基于形态学性状的聚类分析中,26份紫苏材料被分成4类,第一类主要为回回苏变种,野苏变种多聚在第二类,第三类主要为紫苏变种,第四类全部为白苏。欧巧明等^[19]发现供试159份油用紫苏种质主要农艺性状及品质特征的变异系数介于2.60%~35.42%之间;主成分分析将主要农艺性状及品质特征聚为6个主成分,即分枝数因子、 α -亚麻酸因子、油酸因子、生育期因子、千粒重因子和产量因子,总变异贡献率分别为40.943%、21.549%、12.332%、5.810%、4.486%和4.243%,累计贡献率为89.36%;系统聚类将供试材料聚为5大类群,表明不同类群材料间各农艺性状及品质特征存在较明显的特异性。

2.2 品质性状遗传多样性分析 紫苏是药食两用植物,我国北方以供油用为主,兼作药用;我国南方以药用为主,兼作香料和食用^[20]。紫苏中药化学成分包括:迷迭香酸、挥发油成分、色素类等。食用营养成分包括:氨基酸、蛋白质成分、脂肪酸成分、 β -胡萝卜素、黄酮等。不同研究者针对紫苏化学成分和食用营养成分进行了研究。据研究,26种紫苏种子的黄酮含量在0.100%~0.6625%之间,平均为0.3397%;河北保定栽培种P1-3紫苏叶 β -胡萝卜素含量为4.32 mg/g^[21];湖北蕪山野生种P1-7开花期紫苏叶中总黄酮含量高达83.9 mg/g^[22];18个品种的种子含油量介于24.75%~39.52%,饼粕蛋白质含量介于25.38%~37.19%,苏子油中不饱和脂肪酸含量约占脂肪酸总量的90%,其中亚麻酸含量介于56.14%~64.82%^[9]。

3 紫苏种质资源分子遗传多样性分析

3.1 SSR 标记 温贺等^[23]采用已报道的紫苏及近源种中的66对SSR引物对不同来源的42份紫苏材料进行扩增。结果表明:15对引物在42份材料中具有多态性,共扩增获得54个条带,平均每对引物扩增条带3.6个,51个条带具有多态性,占扩增总条带的94.4%。使用UPGMA方法进行聚类分析,在SM=0.67处,供试紫苏分为2个主要聚类群。类群Ⅰ为紫苏原变种,类群Ⅱ为回回苏变种。张天缘等^[24]利用MISA软件对从NCBI上获取的5435条EST序列进行紫苏SSR分析,表明在1206条EST序列中得到符合条件的SSR为22.19%;共检出1526个SSR位点,平均覆盖深度为28.87%。王仙萍等^[25]利用14对SSR引物研究了13个紫苏品种(系)的亲缘关系和遗传多样性分析。结果表明:13个紫苏品种(系)中共检测出51条清晰DNA条带,其中多态性条带47条,占92.16%;13个紫苏品种(系)的遗传距离为

0.086~0.576,平均遗传距离为0.336;遗传相似性系数为0.424~0.914,平均遗传相似性系数为0.654;在遗传距离(SM)为0.59时,13个紫苏品种(系)可聚为2个类群。

3.2 ISSR 标记 王仕玉等^[26]利用14条引物对滇产16份紫苏资源的遗传多样性进行ISSR分析,共扩增出128个条带,其中81个为多态带,平均多态率为62.54%,表明云南紫苏资源的遗传多样性程度较高;采用SPSS16.0软件分析,16份滇产紫苏资源间的Rogers-Tanimoto相似性系数介于0.463~0.882之间。UPGMA法聚类将16份紫苏资源分为5类,分别对应紫苏种下的5个变种。陈俊锬等^[27]采用ISSR标记对表型鉴选的10份具有典型植物学性状、来源于不同生态区域的紫苏属植物种系分类进行研究。结果表明:采用ISSR引物进行扩增共获得多态性条带266个,平均多态性比率为56.74%。10份材料间遗传距离为0.6904~0.9756,遗传一致度为0.0247~0.3704;10份紫苏种质资源可分为2大类群,每个类群包括2个变种。

3.3 SNP 标记 罗玉明等^[28]运用Clustal X 1.8、MEGA 3.0进行排序和SNP分析,紫苏属各变种(紫苏、白苏、鸡冠苏和耳齿紫苏等)的rDNA ITS区全序列共有615~618 bp的长度,ITS1为233~235 bp,5.8S为179 bp,ITS2为203~204 bp,GC含量为61.5%~61.9%;编码区SNP(cSNP)所有的SNP均只具2个等位多态性。

3.4 SRAP 标记 蔡顺顺等^[29]采用SRAP分子标记方法对来自四川、重庆的10份紫苏材料进行遗传多样性分析,26对SRAP引物组合扩增出167个条带,多态比率(PPB)为51.57,10份材料的遗传距离变化范围为0.0988~0.9163,平均为0.4908。用籽材料中,四川和重庆地区的平均多态位点百分率为27.25,在2个地区间,SRAP标记的平均H值分别为0.1496和0.2328;平均I值为0.2211和0.3508。惠荣奎^[18]利用11对SRAP引物对26份紫苏材料进行扩增,共扩增出188个条带,其中116个条带具有多态性,多态位点的百分数(p)为61.7%,平均每对引物的多态性条带数为10.5;26份紫苏材料存在着较丰富的遗传多样性,紫苏和白苏在形态学和分子标记水平上都存在较大差异,应将白苏单列一变种。

4 展望

紫苏作为油料、蔬菜和中药作物,是国家卫生部首批颁布的药食兼用的60种物品之一(卫生部药典编写委员会,1990)。紫苏种子含有脂肪、蛋白质、粗纤维、非氮物质和灰分。紫苏油富含 α -亚麻酸。随着人民生活水平的提高和食品结构的变化,紫苏籽油将成为我国人民 α -亚麻酸的主要来源,紫苏种子应用前景广阔。目前关于紫苏种质资源方面的研究较少,要加强紫苏分子水平方面的研究。

参考文献

- [1] 于长青,赵煜,朱刚,等.紫苏叶的药用研究[J].中国食物与营养,2008(1):52-53.
- [2] 王胜升,刘佳陇,李虹.不同采收期紫苏梗中迷迭香酸的含量测定[J].现代农业科技,2019(7):196-197.
- [3] 宋明明,尚志春,付晓雪,等.紫苏梗的化学成分研究[J].中国药房,2014,25(31):2947-2948.

- [28] HOURS R A,VOGET C E,ERTOLA R J. Apple pomace as raw material for pectinases production in solid state culture [J]. *Biological wastes*, 1988, 23(3): 221-228.
- [29] REDDY M P,SARITHA K V. Bio-catalysis of mango industrial waste by newly isolated *Fusarium* sp. (PSTF1) for pectinase production [J]. *3 Biotech*, 2015, 5(6): 893-900.
- [30] RUIZ H A,RODRÍGUEZ-JASSO R M,RODRÍGUEZ R, et al. Pectinase production from lemon peel pomace as support and carbon source in solid-state fermentation column-tray bioreactor [J]. *Biochemical engineering journal*, 2012, 65: 90-95.
- [31] BOTELLA C,DIAZ A,DE ORY I, et al. Xylanase and pectinase production by *Aspergillus awamori* on grape pomace in solid state fermentation [J]. *Process biochemistry*, 2007, 42(1): 98-101.
- [32] 陶纯洁,张伊宁. 食品中常见抗氧化物质的研究 [J]. *粮食与食品工业*, 2014, 21(3): 53-55, 59.
- [33] ALBUQUERQUE T G,SANTOS F,SANCHES-SILVA A, et al. Nutritional and phytochemical composition of *Annona cherimola* Mill. fruits and by-products: Potential health benefits [J]. *Food chemistry*, 2016, 193: 187-195.
- [34] RODRIGUES F,PIMENTEL F B,OLIVEIRA M B P P. Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry [J]. *Industrial crops and products*, 2015, 70: 116-124.
- [35] GERASOPOULOS K,STAGOS D,PETROTOS K, et al. Feed supplemented with polyphenolic byproduct from olive mill wastewater processing improves the redox status in blood and tissues of piglets [J]. *Food and chemical toxicology*, 2015, 86: 319-327.
- [36] AYALA-ZAVALA J F,VEGA-VEGA V,ROSAS-DOMÍNGUEZ C, et al. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives [J]. *Food research international*, 2011, 44(7): 1866-1874.
- [37] RODRÍGUEZ-CARPENA J G,MORCUENDE D,ANDRADE M J, et al. Avocado (*Persea americana* Mill.) phenolics, in vitro antioxidant and antimicrobial activities, and inhibition of lipid and protein oxidation in porcine patties [J]. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2011, 59(10): 5625-5635.
- [38] CHACKO C M,ESTHERLYDIA D. Antimicrobial evaluation of jams made from indigenous fruit peels [J]. *International journal of advanced research*, 2014, 2(1): 202-207.
- [39] SANZ-PUIG M, MORENO P, PINA-PÉREZ M C, et al. Combined effect of high hydrostatic pressure (HHP) and antimicrobial from agro-industrial by-products against *S. Typhimurium* [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2017, 77: 126-133.
- [40] VODNAR D C, CĂLINOIU L F, DULF F V, et al. Identification of the bio-active compounds and antioxidant, antimutagenic and antimicrobial activities of thermally processed agro-industrial waste [J]. *Food chemistry*, 2017, 231: 131-140.
- [41] ROSSI S C, VANDENBERGHE L P S, PEREIRA B M P, et al. Improving fruity aroma production by fungi in SSF using citric pulp [J]. *Food research international*, 2009, 42(4): 484-486.
- [42] MANTZOURIDOU F T, PARASKEVOPOULOU A, LALOU S. Yeast flavour production by solid state fermentation of orange peel waste [J]. *Biochemical engineering journal*, 2015, 101: 1-8.
- [43] CHRISTEN P, MEZA J C, REVAH S. Fruity aroma production in solid state fermentation by *Ceratocystis fimbriata*: Influence of the substrate type and the presence of precursors [J]. *Mycological research*, 1997, 101(8): 911-919.
- [44] SOARES M, CHRISTEN P, PANDEY A, et al. Fruity flavour production by *Ceratocystis fimbriata* grown on coffee husk in solid-state fermentation [J]. *Process biochemistry*, 2000, 35(8): 857-861.
- [45] MARTÍNEZ O, SÁNCHEZ A, FONT X, et al. Valorization of sugarcane bagasse and sugar beet molasses using *Kluyveromyces marxianus* for producing value-added aroma compounds via solid-state fermentation [J]. *Journal of cleaner production*, 2017, 158: 8-17.
- [46] ORZUA M C, MUSSATTO S I, CONTRERAS-ESQUIVEL J C, et al. Exploitation of agro industrial wastes as immobilization carrier for solid-state fermentation [J]. *Industrial crops and products*, 2009, 30(1): 24-27.
- [47] BORAH P P, DAS P, BADWAIK L S. Ultrasound treated potato peel and sweet lime pomace based biopolymer film development [J]. *Ultrasonics sonochemistry*, 2017, 36: 11-19.
- [48] SANTOS C M, DWECK J, VIOTTO R S, et al. Application of orange peel waste in the production of solid biofuels and biosorbents [J]. *Bioresource technology*, 2015, 196: 469-479.
- [49] GUIL-GUERRERO J L, RAMOS L, MORENO C, et al. Plant-food by-products to improve farm-animal health [J]. *Animal feed science and technology*, 2016, 220: 121-135.
- [50] SAN MARTIN D, RAMOS S, ZUFÍA J. Valorisation of food waste to produce new raw materials for animal feed [J]. *Food chemistry*, 2016, 198: 68-74.

(上接第 20 页)

- [4] 王惠玲,肖明,冯立新. 紫苏梗、孕酮对子宫内膜酶活性效应的比较试验 [J]. *西安交通大学学报*, 1990, 11(2): 121-124.
- [5] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 [S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 318.
- [6] 张卫明, 刘月秀, 王红. 紫苏子的化学成分研究 [J]. *中国野生植物资源*, 1998, 17(1): 42-44.
- [7] 王永奇, 邢福有, 刘凡亮, 等. 紫苏子镇咳、祛痰、平喘作用的药理研究 [J]. *中南药学*, 2003, 1(3): 135-138.
- [8] 王远, 郭萍, 李晖, 等. RP-HPLC 法同时测定紫苏子中 α -亚麻酸和亚油酸的含量 [J]. *药物分析杂志*, 2012, 32(2): 252-254.
- [9] 崔凯, 丁霄霖. 中国紫苏属植物种子含油量及其脂肪酸组成研究 [J]. *无锡轻工大学学报*, 1998, 17(1): 78-81.
- [10] 魏长玲, 郭宝林, 张琛武, 等. 中国紫苏资源调查和紫苏叶挥发油化学型研究 [J]. *中国中药杂志*, 2016, 41(10): 1823-1834.
- [11] 刘月秀, 张卫明. 紫苏属植物的分类及资源分布 [J]. *中国野生植物资源*, 1998, 17(3): 1-4.
- [12] 李卫萍, 魏长玲, 张琛武, 等. 紫苏栽培种质的形态分类及化学型关系研究 [J]. *中国中药杂志*, 2019, 44(3): 454-459.
- [13] 温春秀, 谢晓亮, 周巧梅. 紫苏多倍体育种研究 [C] // 第九届全国药用植物及植物药学术研讨会论文集. 北京: 中国植物学会, 2010.
- [14] 严兴初. 苏子种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [15] 沈奇, 王仙萍, 田世刚, 等. 紫苏种质资源的考察标准及其性状描述 [J]. *贵州农业科学*, 2016, 44(1): 17-20.
- [16] 魏忠芬, 李慧琳, 奉斌, 等. 贵州紫苏种质资源表型性状的遗传多样性 [J]. *西南农业学报*, 2017, 30(1): 45-52.
- [17] 魏忠芬, 李慧琳, 奉斌, 等. 贵州省苏麻种质资源调查及利用研究 [J]. *种子*, 2015, 34(12): 58-60, 66.
- [18] 惠荣奎. 紫苏种质资源遗传多样性研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.
- [19] 欧巧明, 崔文娟, 叶春雷, 等. 油用紫苏种质主要农艺性状及品质特征鉴定与评价 [J]. *核农学报*, 2018, 32(9): 1721-1739.
- [20] 刘月秀, 张卫明, 钱学射. 紫苏属植物的研究与利用 [J]. *中国野生植物资源*, 1996, 15(3): 24-27.
- [21] 张丽, 曾玉恒, 曾娟, 等. 紫苏种质资源总黄酮含量的测定及评价 [J]. *种子*, 2017, 36(11): 58-61.
- [22] 向福, 江安娜, 项俊, 等. 不同生育期紫苏叶中 β -胡萝卜素和总黄酮的动态积累 [J]. *食品工业科技*, 2015, 36(14): 143-146, 151.
- [23] 温贺, 王仙萍, 杨森, 等. 紫苏 SSR 标记筛选及遗传关系分析 [J]. *分子植物育种*, 2019, 17(7): 2285-2290.
- [24] 张天缘, 宋莉, 沈奇. 紫苏 EST-SSR 分布特征及标记开发 [J]. *贵州农业科学*, 2017, 45(9): 114-118.
- [25] 王仙萍, 温贺, 商志伟, 等. 基于 SSR 标记 13 个紫苏品种 (系) 的亲缘关系及遗传多样性 [J]. *贵州农业科学*, 2017, 45(9): 103-106.
- [26] 王仕玉, 郭凤根. 基于 ISSR 标记的云南紫苏资源的遗传多样性研究 [J]. *中国油料作物学报*, 2012, 34(4): 372-376.
- [27] 陈俊银, 王力军, 沈奇, 等. 基于 ISSR 标记的 10 份紫苏种质资源的遗传多样性评价 [J]. *贵州农业科学*, 2016, 44(12): 10-14.
- [28] 罗玉明, 张卫明, 丁小余, 等. 紫苏属药用植物的 rDNA ITS 区 SNP 分子标记与位点特异性 PCR 鉴别 [J]. *药学报*, 2006, 41(9): 840-845.
- [29] 蔡顺顺, 张兴翠. 四川、重庆不同紫苏遗传多样性的 SRAP 研究 [J]. *西南师范大学学报 (自然科学版)*, 2013, 38(3): 101-106.