

紫苏

研究 与 产品开发

ZISU YANJIU YU CHANPIN KAIFA

张志军 著



化学工业出版社



紫苏研究 与 产品开发

全书内容共七章，分别从紫苏概述、耐盐品种筛选、营养成分测定、有效成分提取、再生体系建立、细胞悬浮培养和功能产品研究与开发等方面较系统和深入地介绍了紫苏研究与产品开发技术和研究方法。

本书可供农业、食品、化工、医疗等领域研究人员、教师和学生进行科研和教学参考，也可供紫苏生产及相关产业部门指导生产实践之用。



www.cip.com.cn
读科技图书 上化工社网

ISBN 978-7-122-12257-5



9 787122 122575 >

定价：38.00 元

紫苏

研究与产品开发

张志军 著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

紫苏研究与产品开发/张志军著. —北京: 化学工业出版社, 2011.10
ISBN 978-7-122-12257-5

I. 紫… II. 张… III. 紫苏-研究 IV. S636.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 182679 号

责任编辑: 赵玉清
责任校对: 蒋 宇

文字编辑: 刘 畅
装帧设计: 关 飞

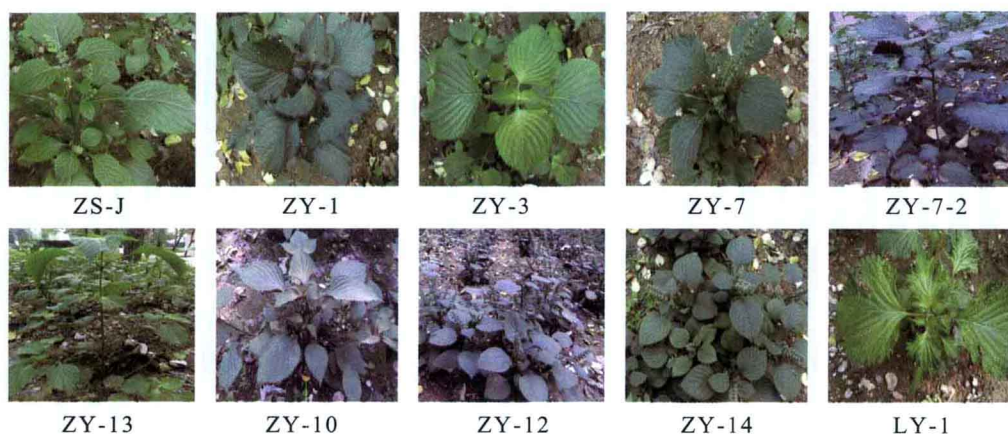
出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张 10¼ 字数 165 千字 彩插 1
2011 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

附图



附图 1 不同品种紫苏苗期生长情况



A 粗纤维分离滤液分层

B 紫苏粗纤维

附图 2 紫苏粗纤维分离



A 无菌苗

B 接种后的下胚轴

C 接种后的子叶

D 诱导出愈伤组织

E 下胚轴诱导不定芽

F 子叶诱导芽苗

G 生根再生苗

H 再生苗移栽后

附图 3 紫苏再生体系



A 下胚轴诱导愈伤



B 细胞悬浮液



压榨（左）与超临界（右）提取紫苏籽油

附图 4 紫苏细胞悬浮培养体系

附图 5 紫苏油



A 播种密度为 0.3、0.4、0.5、0.6、0.7 kg/m² 的紫苏芽苗菜



B 第 9、11、13、15、17 d 采收时的紫苏芽苗菜

附图 6 紫苏芽苗菜

前 言

紫苏 (*Perilla frutescens*) 系唇形科一年生草本植物, 具有特异芳香, 是卫生部首批颁布的既是食品又是药品的 60 种中药之一。紫苏为亚洲少数国家特有, 在我国已经有 2000 多年的栽培历史, 近 20 个省份均有紫苏资源分布。种子含油量 30%~50%, 油中 α -亚麻酸占 60% 以上。紫苏油具有抗癌、抗衰老、抗菌防腐、降血压血脂等功能, 是深海鱼油的最佳替代品。利用紫苏油还可开发出一系列具有降低胆固醇、调节血脂、减肥功效的食用和药用产品, 其价值是一般食用油、保健品、药品的数倍乃至几十倍。紫苏茎叶含有多种化学成分, 具有解毒 (鱼、蟹毒)、散寒、行气、和胃、疏郁、止痛、镇咳平喘、祛痰等功用, 可主治风寒感冒、咳嗽, 胸腹胀滞, 恶心呕吐等症, 并且对冠心病及高血脂有明显疗效。

随着人们对紫苏作用的逐渐认识和紫苏市场的不断扩大, 我国紫苏研究人员和队伍也在迅速扩大。但与亚洲其他国家如日本、韩国相比, 我国目前对紫苏研究仍有较大差距, 特别是在新技术、新产品开发方面差距更大。为方便科研工作者更加系统、科学、深入研究紫苏, 促进我国紫苏新技术研究和产品开发, 同时也为扩大紫苏宣传推广, 特著此书。

本课题组近年来一直从事紫苏资源评价、品种选育和产品研究与开发工作, 已在国内外学术刊物发表论文 20 多篇, 本书正是在此基础上进一步整理和总结而成。全书内容共七章。第一章为紫苏概述, 主要对紫苏生物学特征特性、营养与有效成分、产品开发与研究现状等内容进行综述; 第二章为紫苏耐盐品种资源筛选, 主要研究了盐胁迫对不同基因型紫苏种子萌发、幼苗生长和生理指标的影响; 第三章为紫苏主要营养成分分析, 主要对不同生育时期紫苏茎叶、籽粒及秸秆中蛋白质、脂肪、纤维素等主要营养成分进行测定, 并对其营养累积规律进行了分析; 第四章为紫苏茎叶有效成分提取, 主要研究了紫苏花青素、迷迭香酸和类黄酮等有效成分的提取及工艺优化; 第五章为紫苏再生体系建立及遗传转化初步研究, 主要研究了以下胚轴和子叶为外植体建立紫苏再生体系的培养条件优化, 并进行了遗传转化中抗生素筛选等初步研究; 第六章为紫苏细胞悬浮培养产生迷迭香酸, 主要介绍了细胞

悬浮体系中迷迭香酸的提取，以及培养条件和外源添加物对产物的影响；第七章为紫苏功能产品开发，主要研究了紫苏醋饮料、紫苏籽油和芽苗菜的加工和生产工艺优化。最后附加部分实验彩图作为附图，山西省紫苏品种区域试验报告及记载标准、几种传统紫苏食品的制作方法作为附录，以供相关研究人员及读者参阅。

本书作为学术著作，可供农业、食品、化工、医疗等领域研究人员、教师和学生进行科研和教学参考，也可供紫苏生产及相关产业部门指导生产实践之用。

本书的出版得到中北大学及化学工业出版社的大力支持，受山西省留学回国人员科研资助项目（2009065）、山西省人社厅留学人员科技活动择优资助项目（2011年度）、山西省农业与社会发展科技攻关项目（20110313003-3）的资助。在研究工作及本书编著过程中，课题组李会珍副教授以及张鑫、乔绍俊、刘西亮、刘培培、李小鹏、李梦雪、刘艳等硕士研究生进行了大量的工作；本书出版过程中，出版社有关人员给予大力帮助并付出辛勤的劳动，在此一并表示诚挚的谢意。

由于本著作涉及范围较广，加之作者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，敬请读者不吝赐教，批评指正。

著者 张志军

2011年8月于中北大学

目 录

第一章 紫苏概述 / 001

- 003 第一节 生物学特征特性
- 004 第二节 营养及有效成分
- 011 第三节 产品开发及利用现状
- 016 参考文献

第二章 紫苏耐盐品种资源筛选 / 021

- 023 第一节 NaCl 胁迫对不同基因型紫苏种子萌发的影响
- 025 第二节 NaCl 胁迫对不同基因型紫苏幼苗生长的影响
- 027 第三节 NaCl 胁迫对不同基因型紫苏幼苗生理指标的影响
- 031 参考文献

第三章 紫苏主要营养成分分析 / 033

- 035 第一节 主要营养成分测定方法
- 037 第二节 不同生育期叶片主要营养成分测定
- 040 第三节 种子性状及营养成分分析
- 047 第四节 发育种子中营养成分累积规律分析
- 051 第五节 种子脂肪酸组分累积的气相色谱分析
- 054 第六节 秸秆纤维素、半纤维素和木质素测定
- 058 参考文献

第四章 紫苏茎叶有效成分提取 / 061

- 063 第一节 花青素提取工艺优化及抗氧化能力测定
- 069 第二节 环境因素和添加物对紫苏花青素稳定性的影响
- 074 第三节 迷迭香酸的提取及含量测定
- 078 第四节 黄酮类物质的提取及工艺优化
- 085 第五节 挥发油提取方法研究进展
- 090 参考文献

第五章 紫苏再生体系建立及遗传转化初步研究 / 095

- 097 第一节 无菌苗及外植体培养
- 098 第二节 下胚轴培养再生体系影响因素
- 102 第三节 子叶培养植株再生体系影响因素
- 106 第四节 遗传转化初步研究
- 109 参考文献

第六章 紫苏细胞悬浮培养产生迷迭香酸 / 113

- 115 第一节 愈伤组织诱导
- 120 第二节 植物细胞悬浮培养生产迷迭香酸研究进展
- 123 第三节 细胞悬浮培养体系中迷迭香酸的提取
- 124 第四节 培养条件对悬浮细胞生长及迷迭香酸含量的影响
- 127 第五节 外源添加物对紫苏悬浮细胞生长及迷迭香酸含量的影响
- 129 参考文献

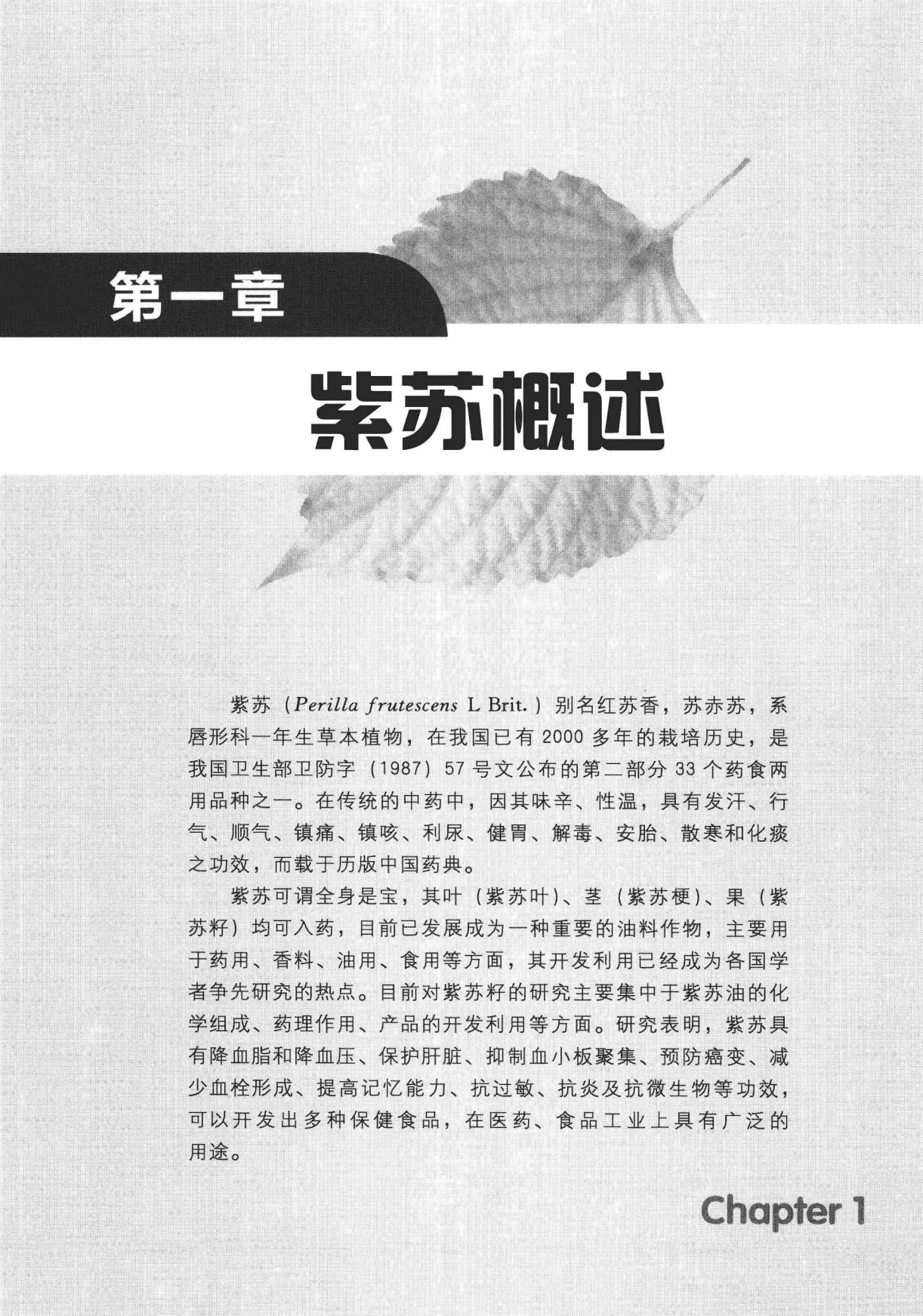
第七章 紫苏功能产品开发 / 133

- 135 第一节 紫苏醋饮料
- 139 第二节 紫苏汁及紫苏醋饮料抗氧化性研究
- 142 第三节 紫苏籽油超临界 CO₂ 萃取
- 146 第四节 紫苏芽苗菜培养
- 149 参考文献

附录 1 山西省紫苏品种区域试验报告 / 151

152 | 紫苏品种区域试验记载标准

附录 2 几种传统紫苏食品的制作方法 / 154



第一章

紫苏概述

紫苏 (*Perilla frutescens* L Brit.) 别名红苏香, 苏赤苏, 系唇形科一年生草本植物, 在我国已有 2000 多年的栽培历史, 是我国卫生部卫防字 (1987) 57 号文公布的第二部分 33 个药食两用品种之一。在传统的中药中, 因其味辛、性温, 具有发汗、行气、顺气、镇痛、镇咳、利尿、健胃、解毒、安胎、散寒和化痰之功效, 而载于历版中国药典。

紫苏可谓全身是宝, 其叶 (紫苏叶)、茎 (紫苏梗)、果 (紫苏籽) 均可入药, 目前已发展成为一种重要的油料作物, 主要用于药用、香料、油用、食用等方面, 其开发利用已经成为各国学者争先研究的热点。目前对紫苏籽的研究主要集中于紫苏油的化学组成、药理作用、产品的开发利用等方面。研究表明, 紫苏具有降血脂和降血压、保护肝脏、抑制血小板聚集、预防癌变、减少血栓形成、提高记忆能力、抗过敏、抗炎及抗微生物等功效, 可以开发出多种保健食品, 在医药、食品工业上具有广泛的用途。

第一节 生物学特征特性



1. 生物学性状

紫苏株高 60~100cm，主茎直立、发达，圆角四棱形，密被长柔毛，绿紫色或紫色，须根粗壮发达，叶对生，阔卵形或近圆形，叶两面绿色或紫色，或仅下面紫色，基部楔形或圆形，边缘具锯齿，先端短尖，轮伞花序 2 花，苞片大，宽卵形，组成顶生或腋生，花小具梗，花萼钟状，10 脉，雄蕊 4 枚而 2 强，子房 4 裂，花冠管状，紫色、白色或粉色，花柱出于子房基部，柱头 2 裂，果实灰褐色，近球形，种皮有网状纹，较尖的一端有柄痕，种皮较薄，种仁乳白色，花期 7~8 月，果期 9~10 月。

2. 植物学分类与资源分布

紫苏在全世界有 1 个种和 3 个变种，即紫苏（包括白苏和紫苏，栽培型）、耳齿变种、野生紫苏和回回苏（皱紫苏）。

紫苏适应性较强，资源分布较为广泛，原产中国，如今主要分布于中国、印度、缅甸、日本、朝鲜、韩国、印度尼西亚和俄罗斯等国家，加拿大和美国近年来也出现商业性栽培区。在我国已有 2000 多年的栽培历史，在各地均有栽培，主要产于宁夏、四川、黑龙江、陕西、甘肃、湖北、辽宁、安徽等省，长江以南各省均有野生紫苏，资源非常丰富。

3. 生态习性

紫苏属典型的短日照植物，适应性强，具有喜肥、耐阴、喜光的特性，房前屋后，树荫下、水沟边、地头地角、大株作物行间都可以种植。我国南北广大地区，无论荒坡、河滩、沟边、路旁均可种植。据有关资料报道，紫苏种子能耐 -17.4°C 的严寒，刚出土的幼苗能耐 $1\sim$

2℃的低温，结实灌浆期遇 15.2℃ 低温，也不影响正常成熟，少雨干旱季节，种子能正常出苗，移栽成活率达 95% 以上。由于紫苏的茎、叶、花含有挥发油，可有效地避免虫害。紫苏对土壤条件的要求不严格，适宜在各种类型土壤上种植，在排水性良好的疏松土壤中更能发挥其生长潜力，取得高产。紫苏在适宜的环境条件下，播种后 7~9d 出苗，30d 左右开始分枝。从根茎处发新芽至开花约需 60d 左右，从开花至成熟需 50~60d，全生育期 180d 左右。紫苏生育温度范围为 15~30℃，发芽适温为 22~23℃，生育适温为 20℃，栽培管理保持白天 20℃，夜间不低于 13℃ 为宜。由于紫苏为典型的短日植物，日长在 15h 以上明显抑制其花芽分化，因此 8 月底种植的紫苏，若需要采收叶片，必须用补光的方法来抑制其抽薹开花，才能达到较好的经济效益。

第二节 营养及有效成分



紫苏全株均有很高的营养价值，它具有低糖、高纤维、高胡萝卜素、高矿质元素等。紫苏茎叶具特异芳香，并含有丰富的营养物质成分。挥发油中含紫苏醛、紫苏醇、薄荷酮、薄荷醇、丁香油酚、白苏烯酮等。抗衰老素 SOD 在每毫克苏叶中含量高达 106.2μg。

1. 营养成分

(1) 蛋白质及氨基酸

紫苏茎叶中氨基酸含量丰富，含有 8 种人体必需氨基酸；紫苏叶片中粗蛋白含量较高，为 27.8%，远远超过一般蔬菜叶片中粗蛋白含量。紫苏种子中含蛋白质 20%~23%，其蛋白质的氨基酸组成有谷氨酸、丙氨酸、苏氨酸、酪氨酸、天冬氨酸等 18 种，总氨基酸含量可高达 18.67%，必需氨基酸的含量占 8.04%。

(2) 不饱和脂肪酸类

紫苏种子含油量高，一般为 30%~51%，高于一般油料植物。紫

苏油中主要包括硬脂酸、油酸、亚油酸、棕榈酸、亚麻酸 5 种脂肪酸 (表 1-1), 90% 以上为不饱和脂肪酸, 其中 α -亚麻酸含量可达 56.1%~64.8%, 亚油酸 15.43%、油酸 12.01%。

表 1-1 紫苏籽油中脂肪酸的含量

脂 肪 酸	紫苏油中的百分含量/%
C16:0 棕榈酸	4.99~8.22
C18:0 硬脂酸	1.34~2.68
C18:1 油酸	12.85~21.14
C18:2 亚油酸	10.43~16.65
C18:3 亚麻酸	56.14~64.82
总不饱和脂肪酸	88.16~92.30

辉国均等 (1996) 采用超临界 CO₂ 流体萃取法从紫苏籽中萃取出紫苏油, 经皂化和甲酯化后进行 GC-MS 分析, 从中分离鉴定出 12 种脂肪酸成分, 占总脂肪酸的 99.91%, 分别为棕榈酸、硬脂酸、 α -亚麻酸、棕榈油酸、油酸、十七烷酸、十九碳烯酸、十九烷酸、二十碳烯酸、二十碳三烯酸、花生酸 (二十烷酸)、二十一烷酸, 但没有检出亚油酸。

(3) 矿物质元素类

紫苏子中 Fe 的含量为 1250mg/kg、紫苏茎中 Zn 的含量达 82mg/kg, 均大大超过一般植物 (一般植物 Fe 的含量为 140mg/kg, Zn 的含量 0.1mg/kg)。紫苏叶中含有多种人体所需的微量矿质元素, 其中 Zn、Fe、Cu、Co、Mn 的含量分别为 38.25、230、18.59、1.08、30.3mg/kg, 这些元素在调节人体内环境、支持和参与人体化学反应、调节体温、构造硬组织等方面均有重要作用。

(4) 类胡萝卜素类

紫苏叶中含有较丰富的类胡萝卜素, 其中 β -胡萝卜素含量远远高于胡萝卜中的含量。兰州脱水胡萝卜 100g 中含 β -胡萝卜素为 17.25mg, 为全国之首, 但紫苏叶中 β -胡萝卜素是其含量的 5~7 倍。

人类摄入富含类胡萝卜素的食物可以减少患癌症、心血管病、眼病等疾病的概率。

(5) 维生素类

紫苏中含有丰富的维生素,如每 100g 鲜叶中维生素 C 平均含量范围在 5.62~21.54mg 间,维生素 D₂ 平均含量在 13.85~20.63mg 间,维生素 D₃ 平均含量在 1.75~2.46mg 间。紫苏叶中含有较丰富的 β -胡萝卜素,因为 1 分子 β -胡萝卜素可以分解为 2 分子维生素 A,所以紫苏中维生素 A 的含量也很高。

2. 茎叶中有效成分研究

(1) 挥发油类

日本学者根据紫苏挥发油的化学成分将紫苏分成 6 个化学型:主含紫苏酮的 PK 型,主含紫苏烯的 PL 型,主含紫苏醛的 PA 型,主含类苯丙醇的 PP 型,主含香薷酮的 EK 型和主含反柠檬醛的 C 型。解剖学研究表明,紫苏产生挥发油的分泌结构主要是存在于茎叶表面的两类腺毛,其中头状腺毛位于叶腺下表皮,数目较少,盾状腺毛遍布于脉间区,是挥发油主要产生场所。目前对紫苏茎叶中挥发油的成分提取大多采用水蒸气蒸馏法,由 GC 或 GC-MS 鉴定其化学组成。邹耀洪采用了同时蒸馏萃取法提取紫苏挥发性化学成分,报道了 12 种尚未见报道的紫苏成分。曾虹燕探讨了超临界 CO₂ 萃取的压力、温度、流量、时间等条件对萃取紫苏叶挥发油的影响,确定其最佳萃取条件。第四军医大学程司堃等采用毛细管气相色谱法测定紫苏提取液中紫苏醇含量。紫苏茎叶中黄酮类和多酚类化合物如花青素、迷迭香酸等可采用热水提取法、碱性水溶液法、乙醇浸提法、丙酮提取法和甲醇提取法等多种方法进行提取。紫苏籽油脂中主要成分为亚麻酸、亚油酸、油酸、棕榈酸、硬脂酸、花生酸,花生烯酸等,提取方法主要有索氏萃取法、超临界 CO₂ 萃取法等,其组分分析主要采用 GC-MS 法。

孟青等应用气相色谱-质谱联用技术对紫苏茎叶中挥发油成分进行分析,结果从紫苏挥发油中分离并鉴定出 29 种化合物。秦晓霜采用水蒸气蒸馏法提取紫苏挥发油,用 GC-MS 联用仪分析挥发油,结果鉴定出紫苏挥发油的主要化学成分为紫苏醛 (92.13%)、柠檬烯 (2.86%)、1,6,10-十二碳三烯 (2.24%)、1,6-辛二烯-3-醇