

# 紫苏籽化学成分及生物活性研究进展

张运晖, 赵 瑛, 欧巧明

(甘肃省农业科学院生物技术研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 对紫苏籽化学成分及生物活性的最新研究进展进行了概述, 并探究了紫苏籽开发利用中存在的问题及今后发展方向。

**关键词:** 紫苏籽; 化学成分; 生物活性; 研究进展

**中图分类号:** S567.129 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)09-0063-09

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.09.017

## Research Progress on Chemical Constituents and Biological Activities of *Fructus Perillae*

ZHANG Yunhui, ZHAO Ying, OU Qiaoming

(Institute of Biotechnology, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** In this paper, the latest research progress of chemical composition and biological activity of *Fructus Perillae* was summarized. The existing problems in the development of *Fructus Perillae* and the future development direction were explored, in order to provide reference for further research and development of *Fructus Perillae*.

**Key words:** *Fructus Perillae*; Chemical compositions; Biological activities; Research progress

紫苏(*Perilla frutescens* L. Britt.)又名荏、红苏、香苏等,系唇形科一年生草本植物,原产于东亚地区,现主要分布于中国、韩国、日本及部分东南亚国家<sup>[1-7]</sup>。中国是紫苏栽种面积和年出口量最大的国家<sup>[8]</sup>,紫苏分布较为广泛,主要产地在四川、陕西、宁夏等省,其中北方以油用为主,兼以药用;南方以药用为主,兼做香料和食用<sup>[9]</sup>。

紫苏籽(*Fructus Perillae*)系药用植物紫苏的干燥成熟果实,一般呈灰棕色或灰褐色的类球型,表面有花纹,压碎有香味。《本草纲目》中记载“九月半枯时收子,子细如芥子而色黄赤,亦可取油如荏油”,并载“苏子与

叶同功,发散风气宜用叶,清利下气宜用子也”。综观古今,紫苏籽皆运用其降气消痰、平喘、润肠之功效<sup>[10]</sup>。紫苏籽是我国传统的药食两用药材,主要成分为油脂、蛋白质、黄酮、多酚、甾醇等。紫苏籽富含油脂,紫苏籽油是目前已知 $\alpha$ -亚麻酸含量最高的植物油,一般不低于60%<sup>[11]</sup>。紫苏籽含油量为30%~45%,其中不饱和脂肪酸含量达90%以上。除此之外,紫苏籽中存在大量黄酮类和酚酸类等多种生物活性成分,有很大的开发潜力,目前已在保健食品、医药等领域应用。近年来关于紫苏籽生物活性的研究主要有降血脂、抗衰老、提高记忆力、

**收稿日期:** 2020-07-17

**基金项目:** 国家自然科学基金(31660391); 甘肃省科协学会助力精准扶贫项目(20190002-5)。

**作者简介:** 张运晖(1984—),男,甘肃庆阳人,助理研究员,硕士,主要从事农业生物技术与天然产物研究工作。联系电话:(0)13919845332。Email: 714132000@qq.com。

**通信作者:** 赵 瑛(1964—),女,湖南益阳人,副研究员,博士,主要从事微生物开发利用及循环农业研究工作。联系电话:(0)13919108796。Email: zy8080@163.com。

抑菌消炎、抗氧化、抗癌、免疫调节等。我们从紫苏籽化学成分及药用机理的研究两方面进行了综述, 以期为紫苏籽进一步研究开发利用提供支持。

## 1 紫苏籽化学成分

目前的研究重点是油脂。高含量的  $\alpha$ -亚麻酸是紫苏籽的特征优势, 是其应用保健品开发领域的基础, 也是紫苏籽化学成分的研究热点。此外, 紫苏籽中还有丰富的蛋白质、黄酮类、多酚、甾醇、萜类物质、维生素 E 等生物活性物质, 近年来有不少学者做了相关成分的分析检测及药理方面的研究。

### 1.1 油脂

紫苏籽中富含油脂, 含油率可达 30% ~ 51%, 其中大部分为不饱和脂肪酸, 含量达 90% 以上。紫苏籽油的大致组成为 58.48% ~ 76.18% 的亚麻酸、8.53% ~ 13.02% 的亚油酸、11.42% ~ 23.06% 的油酸以及少许棕榈酸、硬脂酸等<sup>[12]</sup>。其中  $\alpha$ -亚麻酸的含量高达 60% 以上, 是目前已知植物油脂中含量最高的。作为一种人体不能合成的  $\omega$ -3 长链多不饱和脂肪酸的前体物质,  $\alpha$ -亚麻酸在神经系统视网膜的发育、脑功能和学习记忆力、延缓机体衰老、抗癌等方面有着重要作用<sup>[13-14]</sup>。许春芳等<sup>[15]</sup>收集了 19 个产地的紫苏籽, 分析了紫苏籽油的主要活性成分并对其中的脂肪酸、植物甾醇、维生素 E 含量进行主成分分析, 结果发现  $\alpha$ -亚麻酸、 $\gamma$ -生育酚、菜籽甾醇是紫苏籽油的特征活性成分。通过分层聚类热图分析将 19 个产地的紫苏籽油分成 6 组, 其中黑龙江海伦、江苏南京、安徽亳州产地的紫苏籽油  $\alpha$ -亚麻酸、 $\beta$ -谷甾醇、 $\gamma$ -生育酚含量最高, 具有较高的营养价值。周晓晶等<sup>[16]</sup>对 5 个变种 11 个种源地 17 个种质的紫苏种子样品开展了种子油含量及其脂肪酸组成和相对含量的比较和分析, 结果表明, 5 个变种中白苏变种的含油率和  $\alpha$ -亚麻酸含量较高, 是一种

较好的油用种质, 并且首次报道了 3 种低含量脂肪酸 (14-甲基-十六烷酸、十八碳二烯酸、二十三碳酸)。

此外, 紫苏籽中还含有一定含量的挥发油。刘阳等<sup>[17]</sup>用水蒸气蒸馏法提取了紫苏籽和紫苏茎叶中的挥发油并用 GC-MS 分析其化学成分, 表明紫苏籽挥发油的主要成分为侧柏酮 (64.78%) 和邻苯二甲酸二丁酯 (16.26%), 占总含量的 81.04%, 与紫苏叶挥发油中的主要成分及含量均有很大差异, 推测其药效也有很大差异, 临床使用须注意区分。

### 1.2 蛋白质

植物蛋白具有资源丰富、生产周期短的优势, 目前越来越多的学者将寻找新的植物蛋白来源与提高蛋白利用率和附加值作为研究重点<sup>[18]</sup>。脱脂后紫苏籽蛋白质含量可达 39%, 富含人体必需的 8 种氨基酸且比例合理, 是一种优质的植物蛋白<sup>[19]</sup>。刘宁等<sup>[20]</sup>采用 Osborne 分级法提取紫苏籽清蛋白和球蛋白, 并研究了其与分离蛋白的氨基酸组成与持水性、溶解性、乳化性等功能特性<sup>[21]</sup>, 结果发现 3 种蛋白氨基酸组成相近, 其中谷氨酸含量最高; 分离蛋白热变性温度最高, 清蛋白持水、持油性最好; 球蛋白溶解性最好, 在不同 pH 下乳化性与乳化稳定性均高于其他两种蛋白。贾青慧等<sup>[22]</sup>测定了紫苏籽的蛋白质与氨基酸含量, 评价其营养价值, 并与其他高蛋白食品进行比较, 结果表明, 紫苏籽蛋白质含量和花生、核桃相当, 高于鸡蛋和牛乳; 紫苏籽中天门冬氨酸含量最高, 对保护心脏、肝脏作用最大; 酪氨酸、赖氨酸含量丰富, 对促进脑细胞发育、增强记忆力有较好作用。谢超等<sup>[23]</sup>研究了等电点法提取紫苏籽蛋白的最佳工艺条件, 获得了 88.81% 纯度的紫苏籽蛋白。盛彩虹等<sup>[24]</sup>对比了紫苏分离蛋白与大豆分离蛋白的功能性, 结果表明紫苏分离蛋白乳化稳定

性与大豆分离蛋白类似。

紫苏籽榨油后的副产品紫苏籽粕中含有大量优质紫苏蛋白，但目前紫苏籽粕主要用于动物饲料，其自身价值没有得到充分开发。

### 1.3 黄酮类

黄酮类化合物是一类天然有机化合物，存在于多种植物中，具有抗氧化、抗炎、抗癌、降血糖、抗衰老等多种生物活性，是目前植物化学研究热点之一<sup>[25-28]</sup>。紫苏籽内含有丰富的黄酮类物质，含量约为 12.18 mg/g，有很好的保健作用<sup>[29]</sup>。Nariynki 等<sup>[30]</sup>从紫苏叶片和种子中分离出 16 种黄酮类物质，包括 5 种花青素、2 种黄酮和 9 种黄酮苷，紫苏籽中的主要黄酮类成分为芹黄素和木犀草素，比例约为 1:1。张丽等<sup>[31]</sup>收集了贵州毕节市 26 份不同产地的紫苏籽并采用三氯化铝法对其黄酮含量进行了研究，结果表明紫苏籽黄酮含量 0.100 0% ~ 0.662 5%，平均为 0.339 7%。张艳等<sup>[32]</sup>研究了乙醇提取法、超声波法、微波辅助法等 3 种方法对紫苏籽粕中黄酮的提取率，结果表明在最佳工艺条件下，乙醇提取法提取率为 1.97%，超声波法提取率为 2.90%，微波辅助法提取率为 3.04%。

### 1.4 多酚类及其他

多酚类化合物是一种常见的植物代谢物，具有抗氧化、抑菌、抗癌、治疗心脑血管疾病等多种生物活性<sup>[33]</sup>，在医药、化妆领域有着广泛的应用<sup>[34-35]</sup>，主要存在于植物的核、皮、种子中<sup>[36]</sup>。紫苏籽壳中含有丰富的多酚类物质。Nakajima 等<sup>[37-39]</sup>研究发现紫苏籽中的多酚类物质主要为迷迭香酸、迷迭香酸甲酯、迷迭香酸乙酯、3'-乙氧基迷迭香酸等。迷迭香酸及其衍生物具有护肝、抗过敏、抗抑郁、抗肿瘤和抗血小板凝集的作用，被认为是紫苏籽中的主要活性成分<sup>[40]</sup>。谭永兰<sup>[41]</sup>采用响应面法对超声辅助提取紫苏籽壳多酚工艺进行了优化，在最

优条件下得到迷迭香酸含量为 10.56 mg/g、原花青素含量为 5.08 mg/g；筛选出 XDA-8 树脂为纯化紫苏籽壳多酚的最佳树脂，在最优吸附条件下紫苏籽壳多酚纯度由 13.93% 提升到 30.34%，提高了 2.18 倍。对纯化前后样品进行液质联用分析，鉴定出 4 种主要的多酚物质，分别为木犀草素 7-O-葡萄糖、芹菜素 7-O-二葡萄糖苷、黄芩素 7-O-葡萄糖苷和迷迭香酸。

花青素是一种由儿茶素、表儿茶素单体和不同数量的儿茶素或表儿茶素聚合体组成的一类化合物<sup>[42]</sup>，具有清除自由基、抗氧化的活性<sup>[43]</sup>，已在多个领域有所应用。李会珍等<sup>[44]</sup>研究了大孔树脂吸附法纯化紫苏籽壳原花青素的工艺，发现 XDA-8 是纯化紫苏籽壳原花青素的最优树脂，吸附率为 63.41%，解吸率为 78.98%。在最佳条件下原花青素纯度可由 5.25% 提高到 12.10%。

除油脂、蛋白、黄酮、多酚类物质外，紫苏籽还含有丰富的甾醇、萜类物质、维生素 E 等多种化学成分，李会珍等<sup>[45]</sup>研究了紫苏甾醇超声波辅助提取工艺，得到的最佳工艺条件为液料质量比 4:1，超声时间 50 min，超声温度 50 ℃。在最佳工艺条件下，紫苏甾醇得率可达 2.604 mg/g。邹盛勤等<sup>[46]</sup>用 RP-HPLC 法测定紫苏籽中萜类化合物熊果酸和齐墩果酸的含量，结果表明使用不同的色谱分析条件后，紫苏籽中熊果酸含量为 0.47 mg/g，齐墩果酸含量为 0.22 mg/g。

## 2 紫苏籽生物活性

### 2.1 紫苏籽油

紫苏籽油富含  $\alpha$ -亚麻酸、酚酸、植物甾醇、挥发油、维生素 E 等多种活性成分<sup>[47]</sup>，其中  $\alpha$ -亚麻酸含量超过 60%，相比常见的以亚油酸为主的植物油有很多特有的生理活性。

2.1.1 降血脂 近年来随着人们生活的改善，饮食结构的变化带来了血脂偏高的问

题。研究表明紫苏籽油中的  $\alpha$ - 亚麻酸及其代谢产物二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳六烯酸(DHA)对人体饱和脂肪酸的代谢有着积极作用<sup>[48-50]</sup>。郭艳等<sup>[51]</sup>研究了紫苏籽油软胶囊的辅助降血脂功效,通过建立 SD 大鼠混合型高脂血症模型,使用人体推荐量的 5 倍、10 倍、15 倍紫苏籽油灌胃,结果显示紫苏油软胶囊能在显著降低大鼠总胆固醇、甘油三酯的同时保持高密度脂蛋白胆固醇不显著低于对照组。申思洋等<sup>[52]</sup>研究了红花籽油与紫苏籽油不同配比的降血脂作用,结果表明,两种油不同配比对动物血脂四项(总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇)有不同程度的影响,其中红花籽油与紫苏籽油质量比 2.59 : 1 组降血脂作用最明显。

**2.1.2 抗衰老、提高记忆力** 人体积累过多的自由基是加速衰老的原因之一,紫苏籽油可通过增加超氧化物歧化酶(SOD)活性的方式来增强歧化作用来消除体内自由基,从而降低过氧化脂质丙二醛(MDA)的浓度以达到抗衰老的作用<sup>[53]</sup>。王丽梅等<sup>[54]</sup>建立了 D-半乳糖急性衰老大鼠模型,通过检测其体能、学习记忆能力、抗氧化与脂质过氧化等指标,研究了紫苏籽油的抗衰老能力。结果显示,紫苏籽油可提高大鼠超氧化物歧化酶活力,降低丙二醛含量,结论为紫苏籽油可能通过减少血液中自由基的途径对衰老大鼠的体能和学习记忆能力起到增强作用。岳崑<sup>[55]</sup>研究了在饮食中添加紫苏籽油对发育期大鼠的空间学习记忆能力的影响及其分子机制,结果显示,在饮食中适量添加紫苏籽油可提高大鼠空间学习记忆能力,途径为增加大脑细胞膜中 n-3PUFA 的含量与 n-3PUFA/n-6PUFA 的比值与调控大鼠海马组织中 cfos、CREB、NR1 的 mRNA 表达与 CREB、c-Fos 蛋白的合成,促进长时程增强的产生来实现来提高大鼠空间学习记忆功能。

**2.1.3 抑菌消炎** 紫苏籽油中的  $\alpha$ - 亚麻酸有助于维持免疫细胞正常的结构与功能,并能抑制炎症因子的产生<sup>[8]</sup>,紫苏籽挥发油中的黄酮类与酚酸类成分也有抗炎活性<sup>[56-57]</sup>,紫苏籽中  $\omega$ -3 脂肪酸能抑制血小板活化因子、白三烯和炎症介质的活性而发挥抗炎作用<sup>[58]</sup>。Dipasquale 等<sup>[59]</sup>的研究表明, $\alpha$ - 亚麻酸可通过上调过氧化物酶增殖激活受体  $\gamma$  (PPAR $\gamma$ ) 表达来抑制促炎细胞因子的转录,从而产生抗炎作用。王素君等<sup>[60]</sup>研究了紫苏籽油经过皂化提取后抑制大肠杆菌与枯草芽孢杆菌的能力,发现紫苏籽油对这两种菌的抑制效果要优于大豆油,且对枯草芽孢杆菌的抑制效果要优于大肠杆菌。

**2.1.4 抗癌** 紫苏籽油中有多种抗癌活性物质。Teruszkin 等<sup>[61]</sup>通过一系列动物实验研究了紫苏籽油中的单萜紫苏醇在抗肿瘤方面的影响,结果表明,在体外实验中,单萜紫苏醇对小鼠胶质 C6 细胞有抑制作用,限制了 C6 胶质细胞系的增殖;以鸡胚为体内模型,证明单萜紫苏醇对肿瘤细胞有一定抗转移活性,紫苏籽油在乳腺、肝、肺肿瘤模型中具有一定的化学预防作用,对肿瘤坏死因子有抑制作用。Mason 等<sup>[62]</sup>通过台盼蓝染色和 Western blot 检测发现, $\alpha$ - 亚麻酸可以抑制 HER2 过表达的人乳腺癌细胞 BT-474 的增殖并提高蛋白激酶 B 和丝裂原活化蛋白激酶的磷酸化水平。Li 等<sup>[63]</sup>用特定的低  $\alpha$ - 亚麻酸(L-ALA, 2.5%)和高  $\alpha$ - 亚麻酸(H-ALA, 7.5%)饮食对前列腺特异性 *pten* 基因敲除小鼠进行了研究,发现在小鼠生长期,饮食中的  $\alpha$ - 亚麻酸会引起二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳五烯酸(DPA)和二十二碳六烯酸(DHA)水平的显著升高及花生四烯酸水平的显著降低,2 个月后发现小鼠前列腺瘤的重量分别减轻了 20.1% 和 21.3%,说明  $\alpha$ - 亚麻酸能够治疗小鼠前列腺癌。

## 2.2 紫苏籽蛋白

植物蛋白相比动物蛋白有着低脂肪、不含胆固醇的优势,对植物蛋白的开发利用是近年来的热门研究领域。紫苏蛋白属于完全蛋白质,含有人体必需的 8 种氨基酸且比例均衡,还有其他多种非必需氨基酸<sup>[64]</sup>。紫苏籽是紫苏蛋白含量最高的部位,脱脂含量超过 39%<sup>[16]</sup>。很多学者对紫苏籽蛋白做了生物活性方面的研究。

**2.2.1 抗氧化性** Yang 等<sup>[65]</sup>采用大小排阻色谱法和反相高效液相色谱法从用碱性蛋白酶水解紫苏籽粕后的水解液中分离纯化出 2 种抗氧化活性较强的多肽,分子量分别为 294.33 Da 和 328.33 Da,经鉴定后分别为 Tyr Leu(YL)和 Phe Tyr(FY)。这 2 种多肽可以有效抑制 DPPH、ABTS 与羟基自由基,有较高的氧自由基吸收能力;大鼠实验发现这 2 种肽也可以抑制大鼠肝脏的脂质过氧化,且对过氧化氢诱导的 HepG-2 细胞氧化损伤具有保护作用,无细胞毒性。胡磊<sup>[64]</sup>采用碱提酸沉法从紫苏籽粕中提取蛋白,经碱性蛋白酶水解后以 DPPH 自由基清除率为指标对酶解产物进行分离纯化,得到 4 个具有较高活性的抗氧化肽,分别为 Ser-Gly-Pro-Val-Gly-Leu-Trp、Tyr-Leu、Phe-Tyr、Phe-Asp-Ala-Asp-Ser。经体外抗氧化模型检测 4 个抗氧化肽均有不同程度抗氧化活性,可以有效清除自由基。

**2.2.2 免疫调节及抗肿瘤活性** 朱艳等<sup>[66]</sup>采用腹腔注射环磷酰胺建立了免疫低下小鼠模型,通过检测紫苏籽蛋白对小鼠脏器指数、T/B 淋巴细胞增殖、血清溶血素、NK 细胞杀伤力、吞噬指数、血清 IL-2 和 IgG 含量的影响,研究了紫苏籽蛋白对免疫低下小鼠免疫系统的调节作用。结果表明,连续 28 d 的灌胃紫苏籽蛋白后,小鼠的脾脏指数和胸腺指数均增加,有效遏制了环磷酰胺引起的免疫低下;紫苏籽蛋白对免疫低下小鼠

免疫系统的调节效果随着紫苏籽蛋白浓度增加呈先增加后降低趋势;适量摄入紫苏籽蛋白可增强免疫力,过量则会起反作用。贺东亮<sup>[67]</sup>采用超滤法和凝胶过滤层析法对紫苏蛋白酶解产物进行分离纯化,通过抗氧化性分析筛选出一种高抗氧化的紫苏多肽,命名为 PSP3c (序列: Ala-Ser-Pro-Gly-Leu-Trp-Ser 分子量: 716.77 Da),并进行了抗肿瘤及免疫调节实验,结果表明, PSP3c 的存在能够激活肿瘤细胞中 *caspase-3* 基因的表达,从而使细胞进入凋亡途径,最终导致细胞凋亡; PSP3c 能够修复癌细胞导致的免疫器官损伤,从而抑制肿瘤细胞增殖; PSP3c 可通过提高小鼠抗氧化能力来抑制癌细胞增殖。

## 2.3 紫苏籽多糖、甾醇、多酚

紫苏籽中的多糖、黄酮类、多酚类物质对紫苏籽生理活性也有一定影响。李冲伟等<sup>[68]</sup>研究发现紫苏籽多糖对小鼠急性肝损伤有保肝降酶的作用,经紫苏多糖处理的小鼠急性损伤肝脏外观表面斑点坏死灶明显减少,且血清中 ALT 及 AST 两种转氨酶活性显著降低。李会珍等<sup>[45]</sup>优化了超声波辅助提取紫苏籽粕中甾醇的工艺,并对其抗氧化性做了研究,结果表明紫苏籽甾醇对 DPPH·、·OH 与 O<sub>2</sub><sup>-</sup>·均有较强清除能力。谭永兰<sup>[41]</sup>采用大孔树脂分离纯化了紫苏壳多酚后经液质联用分析,鉴定出了 4 种主要的多酚类物质,分别为木樨草素 7-O-葡萄糖、芹菜素 7-O-二葡萄糖苷、黄芩素 7-O-葡萄糖苷和迷迭香酸。抗氧化能力测试表明紫苏壳多酚具有较强的清除 ABTS 自由基、羟基自由基、DPPH 自由基能力,是良好的天然抗氧化剂;对紫苏籽壳多酚的抑菌能力进行研究表明,紫苏籽壳多酚对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌有抑制作用。

## 3 结束语

紫苏籽富含油脂、蛋白、多酚、维生素 E 及多种矿物元素,是一种营养丰富且均衡

的药食两用食品。最新油脂营养学研究表明,人体脂肪酸的摄取须平衡, $\omega-3$ 与 $\omega-6$ 系列脂肪酸应有合适的摄入比例,而现在我国居民的饮食状况是 $\omega-6$ 系列的亚油酸过剩,而 $\omega-3$ 系列的 $\alpha-$ 亚麻酸缺少。作为人体不能合成的一类脂肪酸, $\alpha-$ 亚麻酸对人体神经系统发育、抑制血小板凝集、减少血栓形成、降血脂血压等方面都有非常重要的影响。亚麻籽油作为目前已知 $\alpha-$ 亚麻酸含量最高的植物油脂有非常好的保健产品开发潜力。紫苏籽蛋白也是一种优质蛋白,含所有人体必需氨基酸及多种营养成分。我国现已研发出了紫苏籽油胶囊、紫苏籽饼干等一系列保健食品,开发前景广阔。

国内外学者近年来对紫苏做了很多药理方面的研究,但多集中在紫苏叶的药用机理方面,对紫苏籽的关注度不高,相比于已开发出的含紫苏叶成分的藿香正气系列、儿童清肺系列、感冒清热颗粒、参苏系列等中药制剂,紫苏籽的药用产品开发有待加强。紫苏籽作为紫苏的重要药用部位很早就有入药记载,但近年来的研究内容主要集中在紫苏籽油的提取工艺技术方面,对紫苏籽的化学成分及生物活性研究相对较少,产品方面也只是将紫苏籽作为高 $\alpha-$ 亚麻酸保健食品,因此需要学者们对紫苏籽的生物活性开展更多的研究,为紫苏籽进一步开发利用打好基础。

#### 参考文献:

- [1] KNOG Z, LIU C, ZHANG J. Discovery of plant remains in the Neolithic site at the Bancun site, Mianchi county, Henan province and their significance in human environment[J]. *Acta Anthropologica Sinica*, 1999, 18(4): 291-295.
- [2] MAKINO T. Makino's new illustrated Flora of Japan[M]. Tokyo: Hokuryu-kan, 1961.
- [3] 张占军. 陇东黄土高原区紫苏“3414”肥效试验研究[J]. *甘肃农业科技*, 2014(5): 27-30.
- [4] 李峰, 耿智广, 张文伟. 庆阳市紫苏育苗技术[J]. *甘肃农业科技*, 2016(1): 92-93.
- [5] 王方, 欧巧明. 紫苏新品系 2012-8-1 选育报告[J]. *甘肃农业科技*, 2017(11): 5-7.
- [6] 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.
- [7] NITTA M. Origin of perilla crops and their weedy type[M]. Kyoto: Kyoto University, 2001.
- [8] 谭美莲, 严明芳, 汪磊, 等. 国内外紫苏研究进展概述[J]. *中国油料作物学报*, 2012, 34(2): 225-231.
- [9] 李丹, 陆俊杏, 鲁庚, 等. 紫苏 PLECI 基因的克隆及表达研究[J]. *西北植物学报*, 2019, 39(12): 2154-2160.
- [10] 胡彦. 中国紫苏属植物种源评价及紫苏多倍体育种的初步研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [11] 姚玲珑, 官宇, 陈清华, 等. 紫苏籽活性成分的抗炎作用及其在畜牧生产中的应用研究进展[J]. *中国畜牧兽医*, 2019, 46(1): 123-129.
- [12] YANG L P, ZHOU Y, GENG S S. Extraction of perilla seed oil using supercritical carbon dioxide and GC-MS analysis[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2017, 18(8): 1509-1512.
- [13] ZHAO Y P, XIAO J N, SUN L D, et al. Study on extraction and quality analysis of perilla seed oil[J]. *Food Research and Development*, 2019, 40(6): 75-80.
- [14] 谢慧, 覃茂范, 白欣莹, 等. 紫苏籽油提取及其脂肪酸组成分析[J]. *怀化学院学报*, 2017, 36(11): 68-70.
- [15] 许春芳, 董喆, 郑明明, 等. 不同产地的紫苏籽油活性成分检测与主成分分析[J]. *中国油料作物学报*, 2019, 41(2): 275-282.
- [16] 周晓晶, 李可, 范航, 等. 不同变种及种源紫苏种子油脂脂肪酸组成及含量比较[J]. *北京林业大学学报*, 2015, 37(1): 98-106.
- [17] 刘阳, 王驰, 陈伟梅, 等. 紫苏籽与紫苏茎叶挥发油的提取及其成分分析[J]. *中国医院药学杂志*, 2014, 34(22): 1897-

- 1902.
- [18] 刘岩, 赵冠里, 赵谋明, 等. 多糖接枝对花生球蛋白功能特性的影响[J]. 现代食品科技, 2014, 30(7): 87-91.
- [19] 张晓彬, 姜文鑫, 张琳, 等. 紫苏的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(7): 140-143.
- [20] 刘宁, 赵佳, 武选民, 等. 紫苏籽中不同蛋白组分的功能性质研究[J]. 中国油脂, 2019, 44(6): 45-49.
- [21] SZE-TAO K W C, SATHE S K. Walnuts (*Juglans regia* L.): proximate composition, protein solubility, protein amino acid composition and protein in vitro digestibility[J]. J. Sci. Food Agr., 2000, 80(9): 1393-1401.
- [22] 贾青慧, 沈奇, 陈莉. 紫苏籽蛋白质与氨基酸的含量测定及营养评价[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(10): 6-9.
- [23] 谢超, 朱国君, 赵国华. 紫苏饼粕浓缩蛋白的制备及理化性质研究[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(11): 83-86; 126.
- [24] 盛彩虹, 刘晔, 刘大川, 等. 紫苏分离蛋白功能性研究[J]. 食品科学, 2011, 32(17): 137-140.
- [25] 刘一杰, 薛永常. 植物黄酮类化合物的研究进展[J]. 中国生物工程杂志, 2016, 36(9): 81-86.
- [26] 邹丽秋, 王彩霞, 匡雪君, 等. 黄酮类化合物合成途径及合成生物学研究进展[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(22): 4124-4128.
- [27] 闫超, 郭军, 张美莉, 等. 内蒙古荞麦总黄酮含量测定[J]. 粮食与油脂, 2015, 28(2): 52-54.
- [28] 魏明. 麦冬提取物中总黄酮的含量测定[J]. 中国医药科学, 2015, 9(5): 58-59; 66.
- [29] 时艺霖, 顾宪红, 毛薇, 等. 紫苏籽化学成分提取工艺条件及应用研究进展[J]. 家畜生态学报, 2015, 36(8): 80-85.
- [30] NARIYUKI I. Anthocyanins and flavones in leaves and seeds of perilla plant[J]. Agricultural and Biological Chemistry, 1981, 45(8): 1855-1860.
- [31] 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.
- [32] 张艳, 张传智, 徐森, 等. 不同紫苏油粕黄酮提取方法的比较研究[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(10): 97-100.
- [33] DÍAZ-DE-CERIO E, ARRÁEZ-ROMÁN D, SEGURA-CARRETERO A, et al. Establishment of pressurized-liquid extraction by response surface methodology approach coupled to HPLC-DAD-TOF-MS for the determination of phenolic compounds of myrtle leaves[J]. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2018, 410(15): 3547-3557.
- [34] LUO X, CUI J, ZHANG H, et al. Subcritical water extraction of polyphenolic compounds from sorghum (*Sorghum bicolor* L.) bran and their biological activities[J]. Food Chemistry, 2018, 262: 14-20.
- [35] KHALILI F, DINANI S T. Extraction of phenolic compounds from olive-waste cake using ultrasonic process[J]. Journal of Food Measurement and Characterization, 2018, 12: 974-981.
- [36] 於洪建. 我国健康植物多酚产业发展研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2016.
- [37] NAKAJIMA A, YAMAMOTO Y, YOSHINAKA N, et al. A new flavanone and other flavonoids from green perilla leaf extract inhibit nitric oxide production in interleukin 1 $\beta$ -treated hepatocytes[J]. Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan, 2015, 79(1): 138-146.
- [38] YUE J S, YING W, HUI Z Z, et al. Characterization of constituents in *Perilla frutescens* decoction by liquid chromatography coupled with mass spectrometry[J]. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis, 2015, 35(8): 1417-1423.
- [39] LEE J J, PARK K H, LEE M H, et al. Identification, characterization, and quantification of phenolic compounds in the antioxidant activity-containing fraction from the seeds

- of Korean Perilla (*Perilla frutescens*) cultivars [J]. Food Chemistry, 2013, 136(2): 843–852.
- [40] 梅喜刚, 张琦, 李曼娜, 等. 紫苏粕中迷迭香酸的提取与富集工艺研究[J]. 食品工业科技, 2017, 39(6): 250–255.
- [41] 谭永兰. 紫苏籽壳多酚的提取及应用研究[D]. 太原: 中北大学, 2019.
- [42] 朱学伸, 赵文, 林淑鑫, 等. 黑豆种皮中原花青素的提取和纯化研究[J]. 现代食品科技, 2018, 34(1): 154–160.
- [43] ZHAO G, GAO H, QIU J, et al. The molecular mechanism of protective effects of grape seed proanthocyanidin extract on reperfusion arrhythmias in rats in vivo[J]. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 2010, 33(5): 759–767.
- [44] 李会珍, 谭永兰, 夏瑶瑶, 等. 紫苏籽壳原花青素纯化及抗氧化性研究[J]. 中国农学通报, 2019, 35(14): 138–143.
- [45] 李会珍, 张红娇, 程翀, 等. 紫苏甾醇超声波辅助提取工艺及其抗氧化性研究[J]. 中国油脂, 2016, 41(8): 78–82.
- [46] 邹盛勤, 陈武. RP-HPLC 法测定紫苏子、白苏子中乌索酸和齐墩果酸含量[J]. 粮食与油脂, 2008, 45(3): 43–45.
- [47] 牟朝丽, 陈锦屏. 紫苏油的脂肪酸组成、维生素 E 含量及理化性质研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006, 34(12): 195–198.
- [48] SARAVANAN P, DAVIDSON N C. Cardiovascular effects of marine omega-3 fatty acids [J]. Lancet, 2010, 376(9740): 540–550.
- [49] CHUNG K H, HWANG H J, SHIN K O, et al. Effects of perilla oil on plasma concentrations of cardioprotective (n-3) fatty acids and lipid profiles in mice[J]. Nutrition Research and Practice, 2013, 7(4): 256–261.
- [50] 周大勇, 王君妍, 刘潇阳, 等. 南极磷虾油对小鼠免疫功能的调节作用[J]. 大连工业大学学报, 2015, 34(2): 97–100.
- [51] 郭艳, 敬明武, 徐薇, 等. 紫苏油软胶囊辅助降血脂功能研究[J]. 食品与发酵科技, 2018, 54(5): 46–48.
- [52] 申思洋, 栾建峰, 柴逸飞, 等. 红花籽油和紫苏籽油不同配比降血脂作用研究[J]. 中国油脂, 2020, 45(2): 106–110.
- [53] 杜艳, 殷丽君, 朱巧梅, 等. 紫苏油的药理活性及其缓释技术研究进展[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2016, 37(4): 114–123.
- [54] 王丽梅, 叶诚, 吴晨, 等. 紫苏油对衰老模型大鼠的抗衰老作用研究[J]. 食品科技, 2013, 38(1): 280–284.
- [55] 岳崧. 多不饱和脂肪酸提高发育期大鼠空间学习记忆的机制[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2015.
- [56] CHEN M L, WU C H, HUNG L S, et al. Ethanol extract of *Perilla frutescens* suppresses allergen-specific Th2 responses and alleviates airway inflammation and hyper reactivity in ovalbumin-sensitized murine model of asthma [J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2015, 4(1): 1–8.
- [57] XU L, LI Y, FU Q, et al. Perillaldehyde attenuates cerebral ischemia-reperfusion injury-triggered overexpression of inflammatory cytokines via modulation Akt/JNK pathway in the rat brain cortex [J]. Biochemical & Biophysical Research Communications, 2014, 454(1): 65–70.
- [58] WANG Y, WANG W, LIANG W, et al. Studies on anti-allergy and anti-inflammation of oil from *Perilla frutescens* [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2001, 32(1): 83–85.
- [59] DIPASQUALE D, BASIRIC L, MORERA P, et al. Anti-inflammatory effects of conjugated linoleic acid isomers and essential fatty acids in bovine mammary epithelial cells [J]. Animal, 2018, 2(10): 2108–2114.
- [60] 王素君, 张良晓, 李培武, 等. 苏籽油抗菌活性研究[J]. 中国食物与营养, 2017, 23(11): 38–41.
- [61] TERUSZKIN B I, DE PAULO S A, HENRIQUES S N, et al. Effects of perillyl alco-



# 民勤县发展酿酒葡萄产业优势及建议

杨中杰<sup>1</sup>, 王兴刚<sup>1</sup>, 李守强<sup>2</sup>

(1. 武威市石羊河林业总场小西沟分场, 甘肃 武威 733309; 2. 甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 对甘肃省民勤县酿酒葡萄产业优势进行了分析, 并指出存在的问题。提出了因地制宜发展不同品种、提升栽培管理水平、科学防控自然灾害、加强品牌建设、加大科技支撑力度、促进葡萄酒一二三产业融合发展等发展建议。

**关键词:** 酿酒葡萄; 生产优势; 存在问题; 发展建议; 民勤县

**中图分类号:** S663.1; F327 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)09-0071-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.09.018

20 世纪 90 年代中后期, 随着葡萄酒产业的高速发展, 我国酿酒葡萄种植面积从 1 万  $\text{hm}^2$  左右发展到 2015 年的 10 万  $\text{hm}^2$ , 葡

萄酒产量从 1.2 亿 t 增加到 11.5 亿 t, 增长了近 10 倍<sup>[1]</sup>。甘肃酿酒葡萄栽培历史悠久, 自然资源优越, 气候条件独特, 是我国优质

**收稿日期:** 2020-03-16

**基金项目:** 甘肃省农业科学院创新团队建设项目(2017GAAS31)。

**作者简介:** 杨中杰(1979—), 男, 甘肃民勤人, 林业助理工程师, 主要从事经济林繁育与推广工作。联系电话: (0)13830546085。

**通信作者:** 李守强(1979—), 男, 甘肃甘谷人, 副研究员, 主要从事农产品贮藏与加工研究工作。Email: nkylsq@163.com。

hol in glial C6 cell line in vitro and anti-metastatic activity in chorioallantoic membrane model[J]. International Journal of Molecular Medicine, 2002, 10(6): 785-788.

[62] MASON J K, KLAIRE S, KHAROTIA S, et al. Alpha-linolenic acid and docosahexaenoic acid, alone and combined with trastuzumab, reduce HER2-overexpressing breast cancer cell growth but differentially regulate HER2 signaling pathways[J]. Lipids in Health and Disease, 2015, 14(1): 91-100.

[63] LI J J, GU Z N, PAN Y, et al. Dietary supplementation of alpha-linolenic acid induced conversion of n-3 LCPUFAs and reduced prostatecancer growth in a mouse model[J]. Lipids in Health and Disease, 2017, 16(1): 136-144.

[64] 胡 磊. 紫苏籽抗氧化肽的分离纯化及结构

功能研究[D]. 福州: 福州大学, 2017.

[65] YANG J J, HU L, CAI T T, et al. Purification and identification of two novel antioxidant peptides from perilla(*Perilla frutescens* L. Britton) seed protein hydrolysates[J/OL]. Plos One, 2018, 13(7): <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200021>

[66] 朱 艳, 姜 盛, 李明亮, 等. 紫苏籽蛋白对免疫力低下小鼠免疫调节功能的研究[J/OL]. 食品工业科技: 1-12 [2020-05-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1759.ts.20200415.0913.002.html>.

[67] 贺东亮. 紫苏多肽分离纯化及其抗肿瘤活性研究[D]. 太原: 中北大学, 2019.

[68] 李冲伟, 宋 永, 孙庆申. 微波辅助提取紫苏多糖及保肝降酶活性的研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(9): 285-290.

(本文责编: 郑立龙)