

# 一种新型油料作物——奇亚籽

张有鑫<sup>1</sup>, 高阳<sup>1</sup>, 闵学阳<sup>1</sup>, 严学兵<sup>1</sup>, 魏臻武<sup>1</sup>, 范毅<sup>2</sup>, 张海希<sup>3</sup>, 张传杰<sup>1</sup>

(1. 扬州大学 动物科学与技术学院, 江苏 扬州 225009; 2. 河南省生物技术开发中心, 郑州 450002;

3. 安阳市亚麻芥种植工程技术研究中心, 河南 安阳 455000)

**摘要:**为了更好地开发、利用奇亚籽资源, 主要从奇亚籽的生物学性状、物候学特性及生长习性、种植分布及育种情况、营养成分、奇亚籽油的脂肪酸组成及活性物质, 以及其在食品、保健品和化妆品行业中的应用研究进展进行综述。奇亚籽具有丰富的营养成分及富含不饱和脂肪酸的特性, 作为一种新型食品原料和新型油料作物, 其在食品、保健品等行业具有广阔的发展前景。

**关键词:**油料作物; 奇亚籽; 奇亚籽油; 营养成分; 不饱和脂肪酸; 应用

中图分类号: TS225.1; S56 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2022)10-0083-07

## A new oilseed crop: chia seed (*Salvia hispanica* L.)

ZHANG Youxin<sup>1</sup>, GAO Yang<sup>1</sup>, MIN Xueyang<sup>1</sup>, YAN Xuebing<sup>1</sup>, WEI Zhenwu<sup>1</sup>,  
FAN Yi<sup>2</sup>, ZHANG Haixi<sup>3</sup>, ZHANG Chuanjie<sup>1</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu, China;

2. Henan Napu Biotechnology Co., Ltd., Zhengzhou 450002, China; 3. Research Center for Camelina Sativa Planting and Engineering Technology, Anyang 455000, Henan, China)

**Abstract:** In order to better develop and utilize chia seed resources, the biology characteristic, phenological characteristics and growth habits, planting distribution and breeding, nutrient of chia seed, fatty acid composition and active substance of chia seed oil, as well as its application research progress in food, health products, and cosmetics industries were reviewed and summarized. Chia seed, as a new food ingredients and a new oilseed crop, has broad development prospects in food, health products and other industries due to its richness in nutrient and unsaturated fatty acids in chia seed oil.

**Key words:** oilseed crop; chia seed; chia seed oil; nutrient; unsaturated fatty acid; application

奇亚籽(chia seed)是唇形科鼠尾草属植物莢欧鼠尾草(*Salvia hispanica* L.)的种子<sup>[1]</sup>。在墨西哥和危地马拉最早发现了野生奇亚籽, 并被培育成当地主要的粮食作物<sup>[2]</sup>。2005年, 美国将奇亚籽认定为安全食品, 2009年欧盟批准奇亚籽作为辅料加入到传统面包中, 由于其营养成分丰富, 含有相对较高的蛋白质、膳食纤维、矿物质以及甾醇等活性成分<sup>[3-4]</sup>, 在2014年奇亚籽通过了我国卫生和计划生育委员会的相关审核, 成为了一种新型食品原

料<sup>[5]</sup>。另外, 奇亚籽还是一种新型的油料作物, 奇亚籽的含油率高达25%~50%<sup>[6]</sup>, 而且其油中富含多不饱和脂肪酸, 特别是亚麻酸(54%~67%)和亚油酸(12%~21%)<sup>[7]</sup>。已有研究证明, 高浓度的亚麻酸与降低冠状动脉疾病、高血压、2型糖尿病、类风湿性关节炎、自身免疫性疾病和癌症的风险有关<sup>[8-9]</sup>。因此, 对奇亚籽的研究具有重要的意义。本文对奇亚籽的主要生物学性状、物候学特性及生长习性、种植分布及育种情况、营养成分、奇亚籽油脂肪酸组成及其应用研究进展进行综述, 以期为进一步奇亚籽的研究和在我国的进一步推广提供参考。

### 1 奇亚籽的主要特性

#### 1.1 奇亚籽的生物学性状

莢欧鼠尾草是一年生的夏生草本植物, 其茎为四边形, 株高可达到1.5~1.8 m, 多分枝, 叶片对

收稿日期: 2022-02-22; 修回日期: 2022-03-10

基金项目: 国家自然科学基金(32171670)

作者简介: 张有鑫(1996), 男, 在读硕士, 研究方向为牧草育种与种质资源评价及油料作物开发、利用(E-mail) zhangyouxina@163.com。

通信作者: 张传杰, 副教授(E-mail) chuanjiezhang@snu.ac.kr。

生,椭圆形,前端渐尖,有特殊香气,轮生聚伞花序组成顶生和腋生总状花序,每个花序有80~140朵小花,雌雄花同株,花瓣是双瓣,呈蓝紫色,每朵小花成熟后可以收获约4粒奇亚籽<sup>[10-11]</sup>。奇亚籽较小,长 $(1.87 \pm 0.10)$  mm,宽 $(1.21 \pm 0.08)$  mm,厚 $(0.88 \pm 0.04)$  mm,呈椭圆形扁平状,表面较光滑。奇亚籽是杂色的,主要为黑色或者白色,并带有不规则深棕色轮廓的斑点<sup>[11-12]</sup>,据报道,白色种子比黑色种子略大一些。奇亚籽的千粒重为1.2~1.4 g,密度为1.065~1.100 g/cm<sup>3</sup><sup>[10,12]</sup>,产量可达450~1250 kg/hm<sup>2</sup><sup>[13-15]</sup>。

### 1.2 奇亚籽的物候学特性及生长习性

奇亚籽是严格的短日照植物,光照时间大于12 h时只进行营养生长,只有当暗周期超过12 h时才能够开花<sup>[16]</sup>。因此,纬度是决定奇亚籽能否正常生长和开花结果的重要因素。Hildebrand等<sup>[17]</sup>指出用于粮食生产的奇亚籽分布在22°55'N~25°05'S之间,但是Win等<sup>[14]</sup>在北纬30°的四川盆地种植芡欧鼠尾草也收获到了成熟的种子。除光周期以外,温度也是影响奇亚籽能否成熟的另一个重要因素。传统的奇亚籽生长在热带和亚热带<sup>[18]</sup>,生长适宜温度为11~36℃,最适温度为16~26℃,并且在任何生长阶段对低温或霜冻都极其敏感<sup>[19-21]</sup>。在高纬度地区芡欧鼠尾草会因为霜冻影响其生殖生长进程而死亡,进而无法获得成熟的奇亚籽<sup>[22]</sup>。

奇亚籽对土壤的要求并不高,可以生长在养分较低的沙质土壤中,适宜的土壤pH为6.0~8.5<sup>[23]</sup>。但Coates<sup>[24]</sup>指出奇亚籽对土壤中的氮含量有一定的要求,如果土壤中的氮含量过低可能会造成奇亚籽低产。通常情况下,奇亚籽适宜在北半球的7月和南半球的1月播种,并且能够分别在相应地区的10月和4月到达花期,花期可持续1个月,作物生长周期为140~180 d<sup>[25]</sup>。在北半球的春末夏初播种也能得到成熟的种子,但由于过长的营养生长期,容易出现植株生长过高,进而造成倒伏。

### 2 奇亚籽国内外的种植分布及育种情况

奇亚籽的原产地为墨西哥和危地马拉<sup>[2]</sup>。目前,奇亚籽主要种植区为南半球的厄瓜多尔、阿根廷、玻利维亚、秘鲁、巴拉圭、哥伦比亚和澳大利亚等低纬度、热带地区,此外在东南亚和加勒比海海域也有种植。国内关于奇亚籽的种植报道很少,仅在湖南和四川盆地有过相关种植记录<sup>[10,14]</sup>。奇亚籽在国内外种植分布特点与其物候学特性相关。纬度是影响其种子资源评价和种植分布的主要因素。目前,奇亚籽主要适合在南北回归线以内种植。尽管

如此,利用现代育种技术可以选育适合较高纬度的奇亚籽种质资源,从而使其具有更广泛的种植区域。Jamboonsri等<sup>[26]</sup>通过诱变技术得到了芡欧鼠尾草的一个突变植株,此突变植株在温室中能够在光照15 h时开花,在自然条件下也能在日照14.68 h时开花,这为奇亚籽从低纬度向高纬度种植区的扩展提供了新思路,遗憾的是其并没有成为一个商业品种。以上研究充分说明利用现代育种技术,如诱变育种、分子育种及新兴的基因编辑技术(CRISPR/Cas9)完全可以育成我们需要的奇亚籽种质。

### 3 奇亚籽的营养成分

奇亚籽营养成分丰富。相关研究指出,奇亚籽中脂质、蛋白质和碳水化合物含量较高,分别为30%~33%、15%~25%和26%~41%<sup>[27-29]</sup>。奇亚籽的蛋白质含量与扁豆(约23%)、豌豆(约25%)和鹰嘴豆(约21%)等一些常见的高蛋白豆类的含量相近<sup>[29]</sup>。脱脂奇亚籽粉是一种优质的植物蛋白来源,用脱脂奇亚籽粉作为饲料或者面粉制作的食品,能为家畜或人类补充优质的植物蛋白。文宁等<sup>[30]</sup>利用碱提酸沉的方法对奇亚籽中的蛋白质进行提取,所得奇亚籽蛋白的蛋白质含量高达73.06%,并且氨基酸种类齐全,其中含量最高的是谷氨酸(175.44 mg/g)和精氨酸(105.78 mg/g),必需氨基酸中含量最高的是亮氨酸(70.62 mg/g),必需氨基酸与非必需氨基酸含量的比值为0.55,与联合国粮农组织和世界卫生组织(FAO/WHO)推荐的标准(0.6)相近,说明奇亚籽蛋白中氨基酸组成均衡,在食品方面具有研究潜力和开发利用价值。

膳食纤维被认为是第七大重要营养成分,每天摄入一定量的膳食纤维有利于改善机体功能<sup>[29]</sup>。Marineli等<sup>[31]</sup>报道每100 g奇亚籽中的膳食纤维含量为 $(37.5 \pm 1.1)$  g。人体每天必需的膳食纤维摄入量为37 g,可见每天食用100 g奇亚籽即可以满足需求。奇亚籽的膳食纤维含量比常见的粮食作物高很多。Preedy等<sup>[32]</sup>报道奇亚籽的膳食纤维含量分别是小麦的2.3倍,燕麦的2.6倍,玉米的8.3倍和大米的9.8倍。奇亚籽中的膳食纤维不仅能够改善消化道功能,还可以降低冠心病和2型糖尿病的发病率。Ayerza等<sup>[33]</sup>研究表明:奇亚籽中膳食纤维的水结合能力、阳离子交换能力和吸水性均优于亚麻籽、香草、麦麸等;营养物质丰富;溶解度是全麦麸的12倍;氧自由基吸收能力为98 μmol/g,具有一定的抗氧化性。

奇亚籽含有丰富的酚类和黄酮类物质,如没食

子酸、咖啡酸、迷迭香酸等<sup>[34]</sup>。Nadeem等<sup>[35]</sup>发现咖啡酸具有预防胃癌、降低糖尿病发病率等作用。迷迭香酸具有良好的抗氧化作用,可以消除炎症、保护神经。因此,奇亚籽可以作为提取天然抗氧化剂的原料。相启森等<sup>[36]</sup>对奇亚籽醇提取物的抗氧化能力进行检测,发现奇亚籽醇提取物能够在一定的浓度条件下对 DPPH· 和 ABTS<sup>+</sup>· 起到良好的清除作用。

奇亚籽含有维生素 C、维生素 A、维生素 E、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、烟酸和叶酸<sup>[37]</sup>。Munoz等<sup>[38]</sup>研究指出:奇亚籽中 B 族维生素的含量与大米和玉米相近,是能够补充天然 B 族维生素的健康食品;奇亚籽中还含有丰富的矿物质元素,如 Ca、K、Mg、P、Fe、Zn 等,能够对人体的新陈代谢起到调节作用,其中含量最高的是 Ca(829.21 mg/100 g),另外,Fe 的含量(15.28 mg/100 g)也很高,能够达到藜麦、菠菜和猪肝中 Fe 含量的 1.9、6 倍和 2.4 倍。Na 摄入过多可引起血压升高,荣旭等<sup>[4]</sup>研究发现,Na 和 K 在人体内的作用相似,但二者之间的功能是相互拮抗的,因此预防以及治疗高血压的一种办法是用 K 盐替代一部分 Na 盐。根据奇亚籽 K 含量高于 Na 的特

性,奇亚籽适合高血压患者食用并且对高血压具有预防作用。奇亚籽中矿物质元素的含量并不是固定的,各类元素的组成差异受奇亚籽种植地区、栽培技术和加工方式的影响<sup>[38]</sup>。

除此之外,研究发现从奇亚籽种皮中提取的奇亚籽胶经过纯化后含有 93.8% 的碳水化合物,这些碳水化合物是由木糖、葡萄糖、阿拉伯糖、半乳糖、葡萄糖醛酸和半乳糖醛酸组成的<sup>[39]</sup>。奇亚籽凝胶有着良好的乳化作用,另外还有起泡、胶凝的作用,这一特性能够降低过敏人群发生饮食安全问题的概率<sup>[40]</sup>。研究表明,按 1:1 的比例将奇亚籽凝胶和海藻酸盐混合后对奇亚籽油进行包裹,能够有效防止奇亚籽油过快氧化<sup>[41]</sup>。除了包裹奇亚籽油以外,按照 1:3 的比例将奇亚籽凝胶与蛋白精料进行混合,可形成一种薄膜性良好的食品薄膜<sup>[40]</sup>。

#### 4 奇亚籽油脂肪酸组成及活性物质

奇亚籽油中含量较多的脂肪酸有亚麻酸、亚油酸、油酸、硬脂酸以及棕榈酸等,能够为人体提供  $\omega-3$  和  $\omega-6$  脂肪酸<sup>[42]</sup>,对人体健康有着重要意义。不同产地及方法提取的奇亚籽油的主要脂肪酸组成及含量见表 1<sup>[6]</sup>。

表 1 不同产地及方法提取的奇亚籽油中主要脂肪酸含量

产地	提取方法	含量/%					
		棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	PUFAs
阿根廷	溶剂浸出法	6.2 ± 0.4	3.0 ± 0.7	5.3 ± 1.1	19.7 ± 0.0	65.6 ± 0.8	85.4 ± 0.8
	压榨法	6.6 ± 0.3	3.1 ± 0.1	5.4 ± 0.4	20.3 ± 0.2	64.5 ± 0.2	84.9 ± 0.0
	超临界 CO <sub>2</sub> 萃取法	6.7 ± 0.4	3.0 ± 0.2	5.0 ± 0.1	20.3 ± 0.1	65.0 ± 0.4	85.3 ± 0.3
危地马拉	溶剂浸出法	5.5 ± 0.1	2.7 ± 0.2	5.8 ± 0.3	16.6 ± 1.2	69.3 ± 1.0	85.9 ± 0.2
	压榨法	5.9 ± 0.1	4.4 ± 0.9	5.5 ± 0.4	17.5 ± 0.2	66.7 ± 0.4	84.1 ± 0.6
澳大利亚	溶剂浸出法	6.2 ± 0.1	1.9 ± 0.0	5.7 ± 0.1	21.5 ± 1.2	64.4 ± 2.3	85.9
智利	溶剂浸出法	7.1	3.4	7.0	18.2	62.8	81.6
墨西哥	溶剂浸出法	7.3	3.6	7.8	19.7	60.1	79.8
秘鲁	溶剂浸出法	7.1	3.5	6.9	18.5	62.5	81.0
美国	溶剂浸出法	7.1	3.2	7.8	18.7	60.9	79.6

由表 1 可以看出,尽管产地和提取方法不同,但得到的奇亚籽油中都含有大量的不饱和脂肪酸,并以亚麻酸的含量最高,可达 60% 以上。近期,Calvo - Lerma 等<sup>[43]</sup>研究发现,利用平菇对奇亚籽进行固态发酵,可以进一步降低奇亚籽中饱和脂肪酸含量,增加不饱和脂肪酸含量,尤其是亚油酸含量可以增加 6.5%。

植物甾醇是一种重要的活性物质,能够起到抑制癌细胞生长、调节免疫力的作用,还能够降低血液中的胆固醇水平。由于产地的不同,奇亚籽油中甾醇的含量也有所不同。秘鲁和巴拉圭产奇亚籽油中植

物甾醇含量分别为 6 653 mg/kg 和 7 665 mg/kg<sup>[44]</sup>,墨西哥产奇亚籽油中植物甾醇含量最高,能够达到 12 600 mg/kg<sup>[45]</sup>,而巴西产奇亚籽油中植物甾醇含量仅在 3 300 ~ 4 132 mg/kg 之间<sup>[45-46]</sup>。

#### 5 奇亚籽的应用

20 世纪末,国外就兴起对奇亚籽研究的浪潮,不仅对奇亚籽的生理特性、组成成分以及奇亚籽油的成分和功能等进行了详细的研究,还对奇亚籽提取物的抗氧化活性等进行了动物实验<sup>[34-36]</sup>,并研究了奇亚籽特有的口感以及其吸水膨胀的特性,研发了独特的奇亚籽食品和饮料。国内对奇亚籽的研究

较少,直至2014年奇亚籽被批准成为新型食品原料后,国内才陆续出现奇亚籽的相关报道,且研究大多只是将奇亚籽作为一种添加性辅助食材,进行新食品的研发。目前,奇亚籽在国内外的应用涉及到食品、保健品、化妆品等行业。

### 5.1 在食品中的应用

奇亚籽因富含膳食纤维、蛋白质等,被广泛应用在食品行业中。据报道,将一定量的奇亚籽加入到酸奶中,不仅能够保留酸奶的营养和口感,而且能够使酸奶具有特殊的奇亚籽风味,并使酸奶具有一定的抗氧化性<sup>[47-48]</sup>。将奇亚籽研磨成粉,按照3:7的比例和面粉混合制作成的奇亚籽面条,比普通面条更具挥发性风味<sup>[49]</sup>。将奇亚籽作为辅料按一定比例添加到燕麦饼干中,可以增加燕麦饼干的膳食纤维,增强饱腹感<sup>[50]</sup>。以蔓越莓和奇亚籽为原料制作而成的复合保健饮料具有良好的稳定性和咀嚼口感<sup>[51]</sup>。

奇亚籽胶作为奇亚籽的副产物在食品中也有着广泛的应用。将奇亚籽直接添加或制成凝胶添加在博洛尼亚香肠中,以此来代替磷酸盐,不仅能够降低香肠一半的脂肪含量,还能够增强香肠的稳定性,改善香肠的质构<sup>[52]</sup>。刘婷婷等<sup>[53]</sup>报道了以奇亚籽胶作为乳化稳定剂直接添加到冰淇淋中,尽管在色泽上会产生一定影响,但提高了冰淇淋黏度和稳定性。在制作面包时,奇亚籽胶还可以代替油脂或一定量小麦粉,可以增强面团吸水率、缩短醒发时间、增强稳定性并减少脂肪含量<sup>[39,54]</sup>。此外,还有报道将奇亚籽胶做成可食用涂膜,用于抑制食品氧化和减少表面微生物的滋生,增加食品的保鲜期<sup>[55]</sup>。

### 5.2 在保健品中的应用

亚麻酸和亚油酸在人体健康中起到积极的作用,而奇亚籽油中亚麻酸和亚油酸的总含量高达80%以上<sup>[6]</sup>。周鸿等<sup>[56]</sup>报道,血管中的胆固醇如果和饱和脂肪酸结合,就会导致血管硬化,进而引发心脑血管疾病,但是胆固醇如果和亚油酸结合,就可以在血管中正常代谢和运输。所以,奇亚籽油可在预防心脑血管疾病方面起到一定的作用。此外,奇亚籽油还对糖尿病的预防具有一定的作用。Ghafooruniss等<sup>[57]</sup>研究发现,2型糖尿病的发生与日常饮食中摄入过多的饱和脂肪酸有关,而食用 $\alpha$ -亚麻酸能够抑制糖尿病的并发症。Decsi等<sup>[58]</sup>研究发现, $\alpha$ -亚麻酸能够增强胰岛素靶细胞的敏感性,降低胰岛素受体的抵抗作用,进而促进胰岛素分泌,使其始终处在一个适宜的水平,从而能够起到

预防2型糖尿病的作用。因此,奇亚籽可开发成为一种预防心脑血管疾病和糖尿病的保健品。

奇亚籽中含有多种酚酸。Ixtaina等<sup>[59]</sup>研究指出,酚类化合物可以抑制正常细胞向癌细胞的转化,抑制肿瘤的生长和转移,并且可以促进张力蛋白同源物(PTEN)、p21和p27在内的肿瘤抑制蛋白的表达,因而具有抗癌能力。除此之外,酚类化合物还被认为与抗阿尔茨海默病、抗过敏、抗神经衰弱等有关<sup>[60]</sup>。

Vuksan等<sup>[61]</sup>研究表明,与用正常饲料喂养相比,用奇亚籽喂养小鼠体质量明显下降,其原因是奇亚籽中含有丰富的 $\omega$ -3脂肪酸,其能够降低血浆中的胆固醇和甘油三酯的含量<sup>[3,62]</sup>。因此,奇亚籽可以被开发成为一种预防肥胖甚至减肥的保健品。

### 5.3 在化妆品中的应用

Diwakar等<sup>[63]</sup>研究指出,奇亚籽与石榴的组合提取物能够协同减少Melan-a细胞中的黑色素,起到美白的作用。Jeong等<sup>[64]</sup>研究指出,奇亚籽油能够对皮肤瘙痒起到一定的缓解作用,可能为治疗神经性皮肤瘙痒提供一条新的途径,并且奇亚籽油涂抹在皮肤上能够起到良好的锁水保湿作用。

## 6 展望

奇亚籽作为一种新型食品原料和一种新型的油料作物,在食品、保健品等行业具有广阔的发展前景。但是奇亚籽在国内的研究尚属初级阶段,对于奇亚籽在我国的进一步推广发展,提出以下几点展望:

(1)加强奇亚籽种质资源评价及在我国的种植推广。奇亚籽可在较为贫瘠的沙质土中生长,合理种植可以加强对贫瘠土地的利用。

(2)引进或培育光周期更长的奇亚籽品种。这样可以克服奇亚籽在我国较高纬度种植时,由于开花过晚而遭受霜冻危害,造成减产甚至颗粒无收的现象。

(3)奇亚籽油作为一种富含不饱和脂肪酸的健康植物油在国内的研究尚处于起步阶段,这需要国内学者进一步加强对奇亚籽的关注,并且加强对奇亚籽的系统研究,以加速奇亚籽的推广和奇亚籽油产业的发展。

(4)奇亚籽在预防癌症、心脑血管疾病、糖尿病等疾病上具有较好的效果。加强奇亚籽在这方面的相关研究,或许能为预防此类疾病开辟出新路径。

### 参考文献:

- [1] PARKER J, SCHELLENBERGER A, ROE A, et al. Therapeutic perspectives on chia seed and its oil: a review

- [J]. *Planta Med*, 2018, 84(9):606–612.
- [2] KINTZIOS S E. Sage: the genus *Salvia*[M]. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000.
- [3] 岳昊,徐志祥,刘翠平,等. 奇亚籽油的健康功效[J]. 中国油脂,2018,43(7):124–128.
- [4] ALI N M, YEAP S K, HO W Y, et al. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. [J/OL]. *J Biomed Biotechnol*, 2012, 2012:171956 [2022-02-01]. <https://doi.org/10.1155/2012/171956>.
- [5] 荣旭,陶宁萍,李玉琪,等. 奇亚籽营养成分分析与评价[J]. 中国油脂,2015,40(9):89–93.
- [6] 常馨月,陈程莉,龚娣,等. 奇亚籽油的研究进展[J]. 中国油脂,2020,45(2):111–116.
- [7] ULLAH R, NADEEM M, KHALIQUE A, et al. Nutritional and therapeutic perspectives of chia (*Salvia hispanica* L.): a review[J]. *J Food Sci Tech*, 2016, 53(4):1750–1758.
- [8] CONNOR W E. Importance of *n*-3 fatty acids in health and disease[J]. *Am J Clin Nutr*, 2000, 71:171S–175S.
- [9] SILVA B P, ANUNCIÇÃO P C, MATYELKA J C, et al. Chemical composition of Brazilian chia seeds grown in different places[J]. *Food Chem*, 2017, 221:1709–1716.
- [10] 宋荣,严蓓,周佳民,等. 芡欧鼠尾草引种栽培及保健价值的开发[J]. 农业科学与技术:英文版,2017,18(12):2263–2267,2285.
- [11] GOMEZ J, COLIN S M. Morphological characterization of chia (*Salvia hispanica*) [J]. *Rev Fitotec Mex*, 2008, 31(2):105–113.
- [12] MUNOZ L A, COBOS A, DIAZ O, et al. Chia seeds: microstructure, mucilage extraction and hydration[J]. *J Food Eng*, 2012, 108(1):216–224.
- [13] GRIMES S J, PHILLIPS T, CAPEZZONE F, et al. Impact of row spacing, sowing density and nitrogen fertilization on yield and quality traits of chia (*Salvia hispanica* L.) cultivated in southwestern Germany[J/OL]. *Agron*, 2019, 9(3):136 [2022-02-01]. <https://doi.org/10.3390/agronomy9030136>.
- [14] WIN A, XUE Y F, CHEN B J, et al. Chia (*Salvia hispanica*) experiment at a 30° N site in Sichuan Basin, China[J/OL]. *Cienc Rural*, 2018, 48(9):105 [2022-02-01]. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180105>.
- [15] COATES W, AYERZA R. Production potential of chia in northwestern Argentina[J]. *Ind Crop Prod*, 1996, 5(3):229–233.
- [16] BUSILACCHI H. Evaluación de *Salvia hispanica* L. cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina) [J]. *Cultivos Trop*, 2013, 34(4):55–59.
- [17] HILDEBRAND D, JAMBOONSRI W, PHILLIPS T. Early flowering mutant chia and uses thereof: US8586831B2 [P]. 2013-11-19.
- [18] CAHILL J P. Humen selection and domestication of chia (*Salvia hispanica* L.) [J]. *J Ethnobiol*, 2013, 25(2):155–174.
- [19] 王亚娟,贾维嘉,罗钰颖,等. 不同温度对芡欧鼠尾草种子发芽的影响[J]. 黑龙江农业科学,2018(9):105–107.
- [20] BOCHICCHIO R, ROSSI R, LABELLA R, et al. Effect of sowing density and nitrogen top-dress fertilisation on growth and yield of chia (*Salvia hispanica* L.) in a Mediterranean environment: first results [J]. *Ital J Agron*, 2015, 10(3):163–166.
- [21] AYERZA R, COATES W. Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and  $\alpha$ -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections [J]. *Ind Crop Prod*, 2009, 30(2):321–324.
- [22] AYERZA R, COATES W. Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat [J]. *Nutr Res*, 2005, 25(11):995–1003.
- [23] YEBOAH S, OWUSU D E, LAMPTEY J N L, et al. Influence of planting methods and density on performance of chia (*Salvia hispanica*) and its suitability as an oilseed plant [J]. *Agric Sci*, 2014, 2(4):14–26.
- [24] COATES W. Whole and ground chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, chia oil: effects on plasma lipids and fatty acids [M]// PREEDY V R, WATSON R R, PATEL V B, Nuts and seeds in health and disease prevention. Pittsburgh, USA: Academic Press, 2011:309–315.
- [25] ZANQUI A B, MORAIS D R, SILVA C M, et al. Subcritical extraction of *Salvia hispanica* L. oil with *n*-propane: composition, purity and oxidation stability as compared to the oils obtained by conventional solvent extraction methods [J]. *J Brazil Chem Soc*, 2015, 26(2):44–52.
- [26] JAMBOONSRI W, PHILLIPS T D, GENEVE R L, et al. Extending the range of an ancient crop, *Salvia hispanica* L.: a new  $\omega$ 3 source [J]. *Genet Resour Crop Ev*, 2012, 59(2):171–178.
- [27] IXTAINA V Y, NOLASCO S M, TOMÁS M C. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds [J]. *Ind Crop Prod*, 2008, 28(3):286–293.
- [28] PORRAS-LOAIZA P, JIMENEZ-MUNGUÍA M T, SOSA-MORALES M E, et al. Physical properties, chemical characterization and fatty acid composition of Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds [J]. *Int J Food Sci Tech*, 2014, 49(2):571–577.
- [29] OLIVOS-LUGO B L, VALDIVIA-LÓPEZ M A, TACANTE A. Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.) [J]. *Food Sci Tech Int*, 2010, 16(1):89–96.

- [30] 文宁, 宁伟伟, 陶宁萍. 奇亚籽蛋白的提取和营养评价[J]. 中国油脂, 2018, 43(9):44-48.
- [31] MARINELI R S, MORAESÉ A, LENQUISTE S A, et al. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.) [J]. LWT - Food Sci Tech, 2014, 59:1304-1310.
- [32] PREEDY V R, WATSON R R, PATEL V B. Nuts and seeds in health and disease prevention[M]. Pittsburgh, USA: Academic Press, 2011:1173-1185.
- [33] AYERZA R, COATES W. Chia: rediscovering a forgotten crop of the aztecs [M]. Arizona: University of Arizona Press, 2005.
- [34] MARTÍNEZ - CRUZ O, PAREDES - LÓPEZ O. Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra high performance liquid chromatography[J]. J Chromatogr A, 2014, 1346: 43-48.
- [35] NADEEM M, IMRAN M, TAJ I, et al. Omega-3 fatty acids, phenolic compounds and antioxidant characteristics of chia oil supplemented margarine[J/OL]. Lipids Health Dis, 2017, 16(1):490 [2022-02-10]. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0490-x>.
- [36] 相启森, 时国庆, 赵震宇, 等. 奇亚籽提取物体外抗氧化活性研究[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(6): 197-202.
- [37] WOJCIESZEK J, POPOWSKI D, RUZIK L. Ionic liquids as a key medium for efficient extraction of copper complexes from chia seeds (*Salvia hispanica* L.) [J]. Talanta, 2016, 152:482-488.
- [38] MUNOZ L A, COBOS A, DIAZ O, et al. Chia seed (*Salvia hispanica*): an ancient grain and a new functional food[J]. Food Rev Int, 2013, 29(4):394-408.
- [39] TIMILSENA Y P, ADHIKARI R, KASAPIS S, et al. Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds[J]. Carbohydr Polym, 2016, 136:128-136.
- [40] GALLO L R R, BOTELHO R B A, GINANI V C, et al. Chia (*Salvia hispanica* L.) gel as egg replacer in chocolate cakes: applicability and microbial and sensory qualities after storage[J]. J Culin Sci Technol, 2018, 18(9):29-39.
- [41] US - MEDINA U, RUIZ - RUIZ J C, QUINTANA - OWEN P, et al. *Salvia hispanica* mucilage - alginate properties and performance as an encapsulation matrix for chia seed oil[J/OL]. J Food Process Pres, 2017, 41(6): e13270 [2022-02-10]. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13270>.
- [42] 姚宏燕, 罗文涛, 杨成, 等. 奇亚籽油的品质特性及提取工艺研究进展[J]. 中国油脂, 2019, 4(4):46-49.
- [43] CALVO - LERMA J, ASENSIO - GRAU A, GARCÍA - HERNÁNDEZ J, et al. Exploring the impact of solid - state fermentation on macronutrient profile and digestibility in chia (*Salvia hispanica*) and sesame (*Sesamum indicum*) seeds[J/OL]. Foods, 2022, 11(3):410 [2022-02-10]. <https://doi.org/10.3390/foods11030410>.
- [44] DABROWSKI G, KONOPKA I, CZAPLICKI S. Variation in oil quality and content of low molecular lipophilic compounds in chia seed oils[J]. Int J Food Prop, 2018, 21(1):2016-2029.
- [45] ALVAREZ - CHAVEZ L M, VALDIVIA - LOPEZ M A, ABURTO - JUAREZ M L, et al. Chemical characterization of the lipid fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.) [J]. Int J Food Prop, 2008, 11(3):687-697.
- [46] CIFTCI O N, PRZYBYLSKI R, MAGDALENA R. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds[J]. Eur J Lipid Sci Tech, 2012, 114(7):794-800.
- [47] 梁鹏娟, 刘阳, 刘凤华, 等. 奇亚籽酸奶工艺优化研究[J]. 四川农业科技, 2021(8):46-50.
- [48] 马荣琨, 李望铭. 奇亚籽希腊式酸奶的工艺优化研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(2):388-394.
- [49] 于思文, 王玉超, 李丹, 等. 奇亚籽面条的质构和挥发性风味研究[J]. 粮食与油脂, 2022, 35(1):40-44.
- [50] 张晓华, 张晓雯, 郑晶晶, 等. 燕麦奇亚籽膳食纤维饼干的研制[J]. 粮食与油脂, 2021, 34(4):133-136, 140.
- [51] 陈哲, 陈旭明, 张玉婷, 等. 蔓越莓奇亚籽复合保健饮料的工艺研究及货架期预测[J]. 农产品加工, 2021(13):40-45.
- [52] CAMARA A K F I, VIDAL V, SANTOS M, et al. Reducing phosphate in emulsified meat products by adding chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage in powder or gel format: a clean label technological strategy[J/OL]. Meat Sci, 2020, 163:108085 [2022-02-01]. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108085>.
- [53] 刘婷婷, 张闪闪, 赵文婷, 等. 奇亚籽皮多糖对冰淇淋乳化稳定性及品质的影响[J]. 食品科学, 2021, 42(10):32-37.
- [54] GUTIERREZ - LUNA K, ANSORENA D, ASTIASARAN I. Flax and hempseed oil functional ingredient stabilized by inulin and chia mucilage as a butter replacer in muffin formulations [J]. J Food Sci, 2020, 85(10): 3072-3080.
- [55] OBAN Z E, NURAN E. Chia musilage coating: applications with gojiberry extract for shelf life extension of *Oncorhynchus mykiss* and its antibacterial and oxidative effects[J/OL]. J Food Process Pres, 2020, 45:e15114 [2022-02-01]. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15114>.

要求在包装或随行文件中标注加工工艺和产品等级,便于流通产品检验,维护我国消费者的知情权和选择权。

### 1.9 包装、储存、运输和销售

在包装、储存、运输和销售方面与其他植物油的要求一致。为了保证食用植物油的品质安全,要求“预包装的杏仁油在零售终端不应脱离原包装散装销售”,以防掺假的现象发生,更好地保护消费者利益。

## 2 结语

起草组通过对杏仁油脂脂肪酸组成、物理参数、质量指标的分析研究,科学合理地确定了杏仁油产品的各项指标,制定了《杏仁油》国家标准。GB/T 41386—2022《杏仁油》国家标准的实施,将产生积极的社会效益,对规范国内杏仁油商品市场,促进杏仁产业的质量提升和行业健康发展,促进国产木本油料油脂与国际同类商品的质量接轨和贸易,保护国家、消费者和生产经营厂商的利益具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1986,38:24-25.
- [2] 陈玉玲,黄振宇,夏乐哈,等. 助力脱贫攻坚,杏产业前景无限[J]. 果农之友,2019,10:1-2.
- [3] 武晓红,徐财旺,李建明,等. 河北省仁用杏生产现状与趋势分析[J]. 河北科技师范学院学报,2017,31(3):52-55.
- [4] 李素,王强,田金强,等. 杏仁深加工技术研究进展[J]. 粮油加工,2009(9):61-64.
- [5] 孟凡信,张鸿军. 苦杏仁油中氰化物限量指标的初探[J]. 食品研究与开发,2013,34(12):100-102.
- [6] 王丹,刘玉兰,张东东,等. 不同产地杏仁及其冷榨杏仁油的品质分析[J]. 中国粮油学报,2016,31(8):39-43.
- [7] 张清安,姚建莉. 苦杏仁资源加工与综合利用研究进展[J]. 中国农业科学,2019,52(19):3430-3447.
- [8] 张晓莉,朱诗萌,何余堂,等. 我国杏仁油的研究与开发进展[J]. 食品研究与开发,2013,34(16):133-136.
- [9] 朱琳,郭咪咪,薛雅琳,等. 长柄扁桃加工产品中苦杏仁苷及其降解产物野黑樱苷质谱定性和定量分析[J]. 中国油脂,2019,44(2):127-132.
- [10] 马玉花,赵忠,李科友,等. 杏仁油的理化性质及脂肪酸组成的试验研究[J]. 中国粮油学报,2008,23(1):99-102.
- [11] 薛菁,张海生,薛婉瑞. 精炼对苦杏仁油品质及其氧化稳定性的影响[J]. 中国油脂,2019,44(4):13-16.
- [12] 侯双瑞,周波,孙亚娟,等. 烘焙工艺及杏仁种皮对杏仁油品质的影响[J]. 食品工业科技,2019,40(6):62-67,75.
- [13] 张倩茹,尹蓉,李捷,等. 不同杏品种果仁油脂的脂肪酸组成分析[J]. 中国粮油学报,2018,33(5):37-42,48.
- [14] 马玉花,赵忠,李科友,等. 不同产地苦杏仁油的含量及成分分析[J]. 中国粮油学报,2009,24(11):70-73.
- [15] 师梓文,付其仲,陈邦杰,等. 杏仁油的物化性能及其脂肪酸组成的分析[J]. 色谱,1999,17(5):506-507.
- [56] 周鸿,山杉公男. 亚油酸对大白鼠血胆固醇浓度及磷脂分子组成的影响[J]. 江西科学,2002(4):207-212.
- [57] GHAFLOORUNISS A, IBRAHIM A, NATARAJAN S. Substituting dietary linoleic acid with  $\alpha$ -linolenic acid improves insulin sensitivity in sucrose fed rats[J]. BBA - Mol Cell Biol L, 2005, 1733(1):67-75.
- [58] DECSI T, MINDA H, HERMANN R, et al. Polyunsaturated fatty acids in plasma and erythrocyte membrane lipids of diabetic children[J]. Prostag Leukotr Ess, 2002, 67(4):203-210.
- [59] IXTAINA V Y, SUSANA M N, MABEL C T. Oxidative stability of chia (*Salvia hispanica* L.) seed oil: effect of antioxidants and storage conditions[J]. J Am Oil Chem Soc, 2012, 89:1077-1090.
- [60] FERREIDON S, JUDONG Y. Bioactivities of phenolics by focusing on suppression of chronic diseases: a review[J/OL]. Int J Mol Sci, 2018, 19(6):1573 [2022-02-01]. <https://doi.org/10.3390/ijms19061573>.
- [61] VUKSAN V, JENKINS A L, BRISSETTE C, et al. Salba-chia (*Salvia hispanica* L.) in the treatment of overweight and obese patients with type 2 diabetes: a double-blind randomized controlled trial[J]. Nutr Metab Cardiovas, 2017, 27(2):138-146.
- [62] YOKO T, TAKASHI I. Dietary  $n-3$  fatty acids affect mRNA level of brown adipose tissue uncoupling protein 1, and white adipose tissue leptin and glucose transporter 4 in the rat[J]. Brit J Nutr, 2000, 84(2):175-184.
- [63] DIWAKAR G, RANA J, SAITO L, et al. Inhibitory effect of a novel combination of *Salvia hispanica* (chia) seed and *Punica granatum* (pomegranate) fruit extracts on melanin production[J]. Fitoterapia, 2014,97:164-171.
- [64] JEONG S K, PARK H J, PARK B D, et al. Original article: effectiveness of topical chia seed oil on pruritus of end-stage renal disease (ESRD) patients and healthy volunteers[J]. Ann Dermatol,2010,22(2):143-148.

(上接第88页)