

徐宁宁, 吴田, 黄青. 奇亚籽活性成分、生理作用及其开发利用研究进展 [J]. 食品工业科技, 2023, 44(7): 448–454. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022050225

XU Ningning, WU Tian, HUANG Qing. Recent Advances on the Active Ingredient, Physiological Action and Development Utilization of Chia Seed[J]. Science and Technology of Food Industry, 2023, 44(7): 448–454. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022050225

· 专题综述 ·

奇亚籽活性成分、生理作用及其开发利用研究进展

徐宁宁^{1,2,3}, 吴 田², 黄 青^{1,3}

(1.湖北第二师范学院化学与生命科学学院, 湖北武汉 430205;

2.材料科学研究院, 湖北武汉 430205;

3.植物抗癌活性物质提纯与应用湖北省重点实验室, 湖北武汉 430205)

摘 要: 奇亚籽 (Chia Seed) 可食用历史悠久, 近年来开始被国内关注和利用。奇亚籽的活性成分主要包括脂肪酸类、酚酸黄酮类、蛋白质、膳食纤维、维生素和矿物质类, 具有抗氧化、调节血脂、调节血压、调节血糖、降低肌酸激酶活性、抗炎消毒等生理作用。随着人们保健意识的增强以及对营养食品的追求, 奇亚籽逐渐成为食品研究领域的热点。目前大多将奇亚籽作为添加剂直接添加到食品中, 而没有深入的开发新产品; 在防癌、调节三高等疾病上具有较好的效果, 但研发出的新产品不多, 相关研究还有待深入。本文对奇亚籽的活性成分、生理作用以及其在食品、保健品和化妆品行业中的应用研究进展进行综述, 以期对奇亚籽相关研究及开发利用提供参考。

关键词: 奇亚籽, 活性成分, 生理作用, 开发利用

中图分类号: R15

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2023)07-0448-07

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2022050225



本文网刊:

Recent Advances on the Active Ingredient, Physiological Action and Development Utilization of Chia Seed

XU Ningning^{1,2,3}, WU Tian², HUANG Qing^{1,3}

(1.College of Chemistry and Life Science, Hubei University of Education College, Wuhan 430205, China;

2.Institute of Materials Research and Engineering, Wuhan 430205, China;

3.Hubei Key Laboratory of Purification and Application of Plant Anti-cancer Active Ingredients, Wuhan 430205, China)

Abstract: Chia seed has a long edible history. In recent years, it has drew the attention of many researchers and has been applied in China. The active ingredients of Chia seed mainly include fatty acids, phenolic acids, flavonoids, protein, dietary fiber, vitamins and minerals, which have physiological activities of anti-oxidation, regulating blood lipids, regulating blood pressure, regulating blood sugar, reducing creatine kinase and anti inflammatory disinfection. With the enhancement of people's awareness of health care and the pursuit of nutritious food, Chia seed has gradually become a hot topic in the field of food research. At present, most of Chia seed are directly added to the food as additives, without in-depth development of new products. It has a good effect in preventing cancer and regulating blood lipids, regulating blood pressure, regulating blood sugar. Few new products have been developed, and the relevant research needs to be deepened. The present review summarizes active ingredients, physiological action and function of Chia seed as well as its application in food, health products, and cosmetics industries. This review aims to provide reference for the research and development of Chia seed.

Key words: Chia seed; active ingredient; physiological action; development utilization

收稿日期: 2022-05-19

基金项目: 湖北省教育厅指导性项目 (B2022210)。

作者简介: 徐宁宁 (1980-), 女, 硕士, 副教授, 研究方向: 天然产物活性成分研究, E-mail: 1412437274@qq.com。

奇亚籽(*Chia seed*)是植物莢欧鼠尾草(*Salvia hispanica* L.)的种子, 外形椭圆, 颜色有黑白两种, 类似芝麻^[1], 表面光滑呈现交织的纹理, 原产于墨西哥^[2]。奇亚籽可食用历史悠久, 早在公元前 3500 年, 就有证据证明奇亚籽是较常见的粮食作物之一, 美国、英国、澳大利亚等多个国家均有食用记载^[3]。2014 年奇亚籽正式作为新原料进入中国食品市场, 逐渐被人们接受^[4]。近年来随着人们保健意识的增强, 奇亚籽除了可以直接食用外, 作为食品添加剂和保健品被越来越广泛地进行开发利用, 人们对奇亚籽的关注度以及市场需求不断增强。目前国外奇亚籽相关的研究较多, 国内主要集中在奇亚籽油的提取方法、奇亚籽的成分、功效及应用开发等的研究, 因此本文对奇亚籽近五年的研究进展进行综述, 详细介绍奇亚籽的活性成分、生理作用及目前的应用等, 为奇亚籽产品的进一步开发提供参考依据。

1 奇亚籽的活性成分研究

奇亚籽含有大量的膳食纤维、粗蛋白质、微量元素以及矿物质等, 成分较为复杂, 目前国内外研究较多的主要有以下活性成分。

1.1 脂肪酸类

奇亚籽含有丰富的脂质, 每 100 g 奇亚籽约含有 30~40 g 脂肪, 油中富含多不饱和脂肪酸, 其中不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的含量比约为 8:1, 饱和脂肪酸为 10.72%~11.36%, 单不饱和脂肪酸占 2.31%~7.88%, 多不饱和脂肪酸占 80.50%~80.76%^[5]。在 多 不 饱 和 脂 肪 酸 中, ω -6 亚油酸(LA)和 ω -3 α -亚麻酸(ALA), 占比分别为 19.64%~24.67% 和 56.98%~75.33%^[6-7], α -亚麻酸的比例远远大于亚油酸, 这在自然界植物中非常少见, ω -3 和 ω -6 脂肪酸的比例被认为是影响脂质组分营养质量最重要的决定因素, 比脂肪酸总量更重要。因奇亚籽产地和种类不同, 奇亚籽所含有的脂肪酸种类和含量会有一定差异, 如表 1 所示。但 α -亚麻酸和亚油酸均无法在人体内合成,

表 1 奇亚籽中脂肪酸的含量
Table 1 Contents of fatty acids in Chia seeds

主要脂肪酸	含量范围(g/100 g)	参考文献
亚油酸(奇亚籽)	6.23	[7]
亚麻酸(奇亚籽)	17.35	[7]
亚油酸	19.64~24.67	[1, 6, 8~10]
亚麻酸	56.98~75.33	[1, 6, 8~11]
油酸	5.81~10.53	[1, 8~11]
棕榈酸	6.70~9.10	[1, 8~10]
硬脂酸	2.27~4.33	[1, 8~10]
花生四烯酸	0.30~0.50	[8, 10]
二十四碳烷酸	0.08~0.10	[8, 10]
十七碳烷酸	0.05~0.10	[8, 10]
山嵛酸	0.09~0.10	[8, 10]
十五碳酸	0.03	[7]

注: 标注(奇亚籽)的为奇亚籽中脂肪酸的含量, 其余为奇亚籽油中脂肪酸的含量。

只能从食物中获取, 奇亚籽作为为数不多的提取源无疑意义重大, 被称为脂肪酸的发电站。

1.2 多酚类、黄酮和有机酸类

奇亚籽中含有一些酚酸类, 具有一定的抗氧化活性^[12], 利用闪式提取^[13]、超声-液-液萃取法(USE)均可以提取奇亚籽多酚, 在粗提取物中检出 14 个酚酸衍生物, 水解物中检出 21 个酚酸衍生物, 分别为咖啡-迷迭香酸、槲皮素、绿原酸、杨梅素、丹参素等^[14], 通过 HPLC 法可测定儿茶素、表儿茶素、芦丁、根皮苷、杨梅素以及槲皮素的含量^[15], 如表 2 所示。在脱脂的奇亚籽粕中存在游离、酯化和不溶性结合的酚类化合物, 用 HPLC-DAD-MS/MS 分析鉴定出 27 种酚类物质, 分别属于苯酚酸、黄酮类和原花青素, 首次鉴定出原花青素二聚体(A、B1、B2、B3)^[16], 因含有多酚类成分奇亚籽具有一定的抗氧化活性, 可作为天然的抗氧化剂, 用于商业用途。

表 2 奇亚籽中酚酸类的含量
Table 2 Contents of phenolic acids in Chia seeds

主要酚酸类	含量范围(mg/100 g)	参考文献
总多酚	239.02~312.67(奇亚籽粕)	[8, 16]
总黄酮	171.38~193.24(奇亚籽粕)	[8, 16]
芦丁	83.38~98.56(奇亚籽粕)	[8, 16]
橙皮苷	54.26~58.32	[8]
单宁	29.49~31.81	[8]
儿茶素	0.74~0.8195	[10~11]
根皮苷	0.192	[10]
杨梅素	0.31~1.4845(奇亚籽粕)	[10, 16]
槲皮素	1.20~3.09(奇亚籽粕)	[10, 16]

注: 标注(奇亚籽粕)的为奇亚籽除油以后酚酸的含量, 其余为奇亚籽油中酚酸的含量。

1.3 蛋白质

奇亚籽含有丰富的蛋白质, 含量高达 20.70%~25.32%, 比传统的水稻(6.52%), 小麦(14.62%)、玉米(10.42%)等的含量要高^[17]。一个显著的特点是不含谷蛋白, 有助于制备无谷蛋白产品, 主要储存蛋白为球蛋白、醇溶蛋白、白蛋白, 球蛋白(7 S 和 11 S)分子量为 10~60 kDa, 占比 52%~55%, 含量最高^[18], 奇亚籽油提取后的奇亚籽粕中蛋白含量依然非常高^[19]。另有报道奇亚籽中的粗蛋白质含量在 16%~29% 之间, 含量的差异主要受品种、环境等的影响, 具体的含量如表 3 所示。与初级谷物相比, 奇亚籽蛋白质的组成中, 具有良好的氨基酸平衡, 包括 17 种游离的氨基酸, 人体所必需的占 7 种, 每 100 g 奇亚籽蛋白质中含有这种必需的氨基酸 548.27 μ g, 总氨基酸 19 种, 人体所必需的占 8 种^[8, 10]。

1.4 膳食纤维

膳食纤维是一种多糖, 是仅次于蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素、矿物质以及水之后的第七类营养成分。奇亚籽中膳食纤维含量丰富, 可达 30%~40%, 远高于小麦(12.6%)、芝麻(7.79%)、玉米

表 3 奇亚籽中氨基酸的含量

Table 3 Contents of amino acids in Chia seed

主要氨基酸	含量范围(mg/100 g)	参考文献
苏氨酸	0.79~0.91	[8-10]
缬氨酸	0.94~1.49	[8-10]
蛋氨酸	0.25~0.66	[8-10]
异亮氨酸	0.775~1.040	[8-10]
亮氨酸	1.514~1.690	[8-10]
苯丙氨酸	1.021~1.320	[8-10]
赖氨酸	1.183~1.270	[8-10]
组氨酸	0.59~0.73	[8-10]
精氨酸	2.38~3.34	[8-10]
冬氨酸	2.04~2.13	[8-10]
丝氨酸	1.05~1.24	[8-10]
谷氨酸	3.761~4.660	[8-10]
甘氨酸	1.182~1.250	[8-10]
丙氨酸	1.163~1.490	[8-10]
半胱氨酸	0.38~0.80	[8, 10]
络氨酸	0.74~0.90	[8-10]
脯氨酸	0.33~0.79	[8-10]

(13.4%)、亚麻籽(22.3%)等传统的粮食作物^[20]。膳食纤维分为可溶性和不可溶性两种,可溶性膳食纤维包括果胶、藻胶、葡甘聚糖等,能量很低,在水中能够溶解,吸水后形成胶状物使其体积增大,可溶性膳食纤维能有效抑制体内胆固醇的吸收,具有降血脂、降血糖、预防肿瘤及心脑血管疾病的作用;不可溶性膳食纤维具有刺激肠道蠕动利于粪便排出、产生饱腹感利于减肥的功效,另外不可溶性膳食纤维在大肠中能够吸收水分软化肠内容物,起到防止便秘的作用^[21]。奇亚籽膳食纤维中约 25%~30% 为可溶性膳食纤维,其余为不可溶性膳食纤维,奇亚籽吸水之后体积可增大至原来的 15 倍,食用后饱腹感强、肠道蠕动好、不易便秘,能满足成人的每日需要^[22]。奇亚籽膳食纤维被广泛研究开发食品,制成膳食纤维饼干、高纤低糖果冻等,具有高纤维、低热量等特点,是理想健康的休闲食品。

1.5 维生素、矿物质等

奇亚籽中含有多种维生素,富含烟酸、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C、维生素 E 等,维生素 E 主要包括生育酚和生育三烯醇, α 、 β 、 γ 、 δ 生育酚含量分别为 143.76、78.13、698.32、41.18 mg/100 g, γ 生育酚在奇亚籽中含量较高,其次是 δ 生育酚,与花生油中的含量相近,高于小麦、燕麦、大麦、黑麦和高粱等谷物^[23]。另外奇亚籽中富含磷、镁、锌、铁、钙、钠、锰、钴、镍等矿物质,含量见表 4。

2 奇亚籽的生理作用研究

2.1 抗氧化作用

奇亚籽中含有维生素 E、类胡萝卜素、大量来自酚类化合物和多酚脂肪酸的抗氧化剂,其中酚类化合物以游离形式或者通过糖苷键与多糖结合,分析其对自由基的清除活性,结果显示具有较强的抗氧化活

表 4 奇亚籽中维生素和矿物质的含量

Table 4 Contents of vitamins and minerals in Chia seeds

主要成分	含量范围(mg/100 g)	参考文献
烟酸	8.83	[11, 23]
维生素B1	0.62	[23]
维生素B2	0.17	[23]
维生素C	1.6	[23]
维生素E	0.5	[6, 10]
铁	7.72~15.28	[5-6, 10]
钠	10.35~16.00	[6, 10]
锌	4.58~12.61	[6, 10]
钾	133.58~407	[6, 10]
钙	631~859	[5-6, 10]
镁	325~571	[6, 10-11]
磷	751~860	[6, 10-11]

性。实验证明,在大鼠的饲料中添加奇亚籽油后,其血浆抗氧化能力达 35%,肝脏抗氧化能力高达 47%,由此可见奇亚籽能减少大鼠脂质过氧化,降低其体内氧化应激水平^[24]。相启森等^[25]用黑白两种奇亚籽提取物对比分析,验证了其体外抗氧化活性。黑白奇亚籽提取物均能够以浓度依赖的方式清除 DPPH· 和 ABTS⁺,且白奇亚籽提取物对 DPPH· 和 ABTS⁺ 的清除能力更高;两种奇亚籽提取物对亚油酸自由基造成的 β -胡萝卜素漂白以及自由基诱导的亚油酸过氧化和牛血清白蛋白氧化降解均能够有效抑制。除了以上方法,还可以通过其他方法测定奇亚籽的抗氧化活性,包括氢原子转移(HAT)、单电子转移(ET)、还原力和金属螯合等,采用抗氧化能力指数 ORAC 体外实验对奇亚籽乙醇提取物中酚酸类抗氧化活性进行了研究,得出在一定的分析条件下咖啡酸、迷迭香酸和阿魏酸具有电化学活性,这种电化学活性可以被提取物的抗氧化活性所取代,从而关联奇亚籽的抗氧化活性^[14]。因此,奇亚籽在人类日常饮食中被用作功能性食物,是膳食中天然抗氧化剂的重要来源,可预防氧化应激引起的疾病。

2.2 调节血脂

血脂高主要是由于血清总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白的增高,是心脑血管疾病的元凶。奇亚籽能够辅助降血脂、降血压、预防肿瘤的发生和进展。将奇亚籽添加到大鼠的饲料中,对照添加普通饲料组,对血清总胆固醇、两种脂蛋白、甘油三酯含量、以及脂肪酸的组成等测定发现,添加奇亚籽的组血清中总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白含量都显著降低^[26]。在家兔饲料中添加 10% 奇亚籽,可以抑制其甘油三酯升高^[27]。不同种类的脂肪酸降脂效果不一,有的能降低甘油三酯的含量,有的能降低血清总胆固醇的含量,最终全面降低血脂的含量。奇亚籽能诱导大鼠体内的脂质再分配,脂质从内脏脂肪和肝脏转移,远离内脏,减少了肝脏脂肪的变性和心脏、肝脏纤维化以及炎症,从而对内脏起到保护作用^[28]。研究表明,奇亚籽能够调节血脂的主要原因是 ω -3 系脂

肪酸和其在体内转变成的二十碳五烯酸 EPA 和不饱和脂肪酸 DHA 的调节作用。 ω -3 脂肪酸能够抑制羟甲基戊二酸单酰辅酶 A 还原酶(HMG-CoA 还原酶)减少内源性胆固醇合成,并且能促进胆固醇的代谢,从而降低胆固醇^[29];亚麻酸(ALA)优先 β -氧化,抑制三酰甘油合成酶从而降低甘油三酯; ω -3 脂肪酸抑制 HMG-CoA 还原酶的活性也减少了低密度脂蛋白的合成。

2.3 调节血压

高血压是较为常见的一种疾病,病因主要是摄取 Na 元素过多,Na 和 K 在人体内的作用相似但功能相互拮抗,奇亚籽的 K 元素高于 Na 元素,因此可通过 K 盐替代部分 Na 盐来防治高血压。奇亚籽中含有大量的膳食纤维以及 n-3 多不饱和脂肪酸能够辅助降血压,除此之外,奇亚籽蛋白质水解后,产生血管紧张素转化酶抑制剂(ACEI)也能降血压^[30]。Segura-Campos 等^[31]研究发现,将奇亚籽提取的蛋白,加入碱性蛋白酶以及复合风味酶进行反应,发现水解物具有一定的 ACEI 活性,Orona-Tamayo 等^[32]将奇亚籽提取的粗蛋白进行分离,分离出白蛋白、球蛋白以及醇溶蛋白,然后用胃蛋白酶和胰蛋白酶进行酶解,分析酶解产物显示均具有 ACEI 活性。

2.4 调节血糖

奇亚籽能调节大鼠糖代谢,改善肝细胞葡萄糖和胰岛素耐受性,恢复能量燃烧系统,改善糖酵解,奇亚籽提取物对胰岛素抵抗具有调节作用,加速肝脏葡萄糖的代谢^[33]。长时间喂食高蔗糖食物的大鼠服用奇亚籽 8 周后,与常规组比,添加奇亚籽组大鼠的胰岛素敏感性和耐糖性都有所提高。肥胖小鼠饲料中添加奇亚籽油能够通过提高胰岛素信号转导效率来改善代谢紊乱,促进皮下脂肪组织的褐变,降低体重,尤其是减少了脂肪,奇亚籽油中脂肪酸的含量对血糖的稳定非常关键^[34]。奇亚籽中含有大量膳食纤维,目前也被认为是降血糖的原因,膳食纤维在体内可以减缓碳水化合物的消化吸收;延长淀粉的酶解;吸水后形成凝胶阻碍葡萄糖的吸收利用。

2.5 降低肌酸激酶的活性

奇亚籽油具有一定的生理功能,对服用奇亚籽油乳饮料的运动员,研究其 5 周的力竭运动和代谢能力标志物,分析其产生的变化。发现运动员剧烈运动后不易受到损伤,肌酸激酶水平正常,血乳酸代谢正常,肌酸激酶的活性明显降低,耐力得到提升^[35-37]。主要是因为奇亚籽油含有大量不饱和脂肪酸和酚类物质,这些都有助于提高其抗氧化能力。

2.6 消炎、抗菌、抗病毒

奇亚籽提取物可以消炎止痒,对于皮肤瘙痒症病患能起到辅助治疗作用,减轻皮炎症状,增加皮肤的湿润度,促进皮肤的水合作用。还可用于过敏性疾病、具有抗血小板凝聚作用和抗病毒效果^[38]。奇亚籽具有抗菌作用,尤其是碾碎的种子,对乳酸乳杆

菌、嗜酸乳杆菌等抑制效果最强,高浓度多酚也表现出抗菌活性,使包括酶在内的蛋白质变性,扰乱细胞的新陈代谢,从而导致细菌死亡,对人类病原体革兰性阳性菌、阴性菌以及白色念珠菌都有较强的抑制作用^[39]。

3 奇亚籽的开发利用

3.1 在食品方面的利用

奇亚籽中含有大量的膳食纤维,吸水后膨胀形成凝胶,具有一定的乳化作用,可以应用到甜点和饼干中,起到稳定剂的作用^[40]。凝胶可以代替蛋糕中部分油或鸡蛋来增加黏性,制备出的蛋糕外形好看,营养丰富,低糖少油更加健康^[41]。将凝胶代替肉类的脂肪,加入到乳化肉产品中,来改善肉制品的质地减少乳化肉中的添加剂和饱和脂肪,使食品更加健康^[42]。奇亚籽粕制成韧性饼干,可不经小肠,直接在大肠中发酵形成凝胶,延迟了胃排空,有饱腹感,有利于餐后降糖,可作为糖尿病患者的保健食品^[43]。质量浓度 0.5 mg/mL 奇亚籽皮多糖能显著降低冰激凌的硬度,提高其抗融性及稳定性,外观更细腻光滑,为冰淇淋食品生产提供一定科学依据^[44]。

奇亚籽也被应用到肉制品的制作中,在二次加工肉制品中添加能改善质量性能和保质期^[45-46]。在肉类产品生产及加工中,王姿颐等^[47]在蛋鸡饲料中添加富含 ω -3 不饱和脂肪酸的奇亚籽,以期得到 DHA 营养强化鸡蛋,在添加奇亚籽不同配方比例下,分别研究了对蛋鸡的生产性能、蛋的品质、脂肪酸组成及 DHA 沉积效率的影响。结果显示,当奇亚籽添加比例为 6% 时,鸡蛋均符合标准中 DHA 营养强化鸡蛋的要求,能够达到行业 AAA 级。在肉鸡的饲料中添加 10% 和 20% 的奇亚籽,对肉鸡白肉和黑肉的棕榈脂肪酸、 ω -3 不饱和脂肪酸和 ω -6: ω -3 脂肪酸比例均有影响^[48]。许多不喜欢食用富含 ω -3 不饱和脂肪酸鱼类的人就可以替代食用更便宜的禽类,从而在不改变饮食习惯的情况下达到健康。奇亚籽粕饼富含膳食纤维、蛋白质、活性成分及未提取完全的油脂,也可以作为动物饲料用。将奇亚籽粉碎后与凝胶加入到香肠中,可以起到稳定的乳化作用^[49]。将奇亚籽胶和其他凝胶类复配后加入到猪肉肠中,可以提高肠的稳定性^[50]。将奇亚籽胶和藻酸盐按照一定比例配合后加入香肠中,脂肪滴在蛋白质网络中,分散的大小和密致程度都发生了改变^[51],奇亚籽作为肉加工产品乳化剂和粘合剂具有良好的效果。

3.2 在保健品方面的利用

奇亚籽具有非常显著的保健功效,可以降三高、抑制癌症、抗敏消炎、抗氧化、促进大脑发育等,降低心脏猝死的风险,也可以预防冠心病的发生及动脉粥样硬化的形成^[52]。Tenore 等^[53]提出一种新型营养制剂包括含有冷冻微粉化奇亚籽种子(500 mg/cps)和维生素 E(15 mg/cps)的胶囊,该新型营养制剂被视为一种安全的天然药物,有助于促进血脂水平的平

衡,并预防与临床相关的主要心血管疾病。与传统的谷物比,奇亚籽具有极好的氨基酸平衡,蛋白含量丰富,高达20%,主要组成部分为球蛋白,不含有毒成分和谷蛋白等麸质蛋白,有助于制备无谷蛋白产品,利于乳糜泻患者服用^[54]。

3.3 在化妆品制药行业方面的利用

奇亚籽中酚酸类活性成分,具有潜在的清除体内自由基或延缓自由基形成的作用,能保养皮肤。还含有一些能阻断黑色素形成具有美白效果的成分,比如多不饱和脂肪酸(PUFA) ω -3和 ω -6,奇亚籽和石榴果实提取物相结合能够降低黑色素 Melan-a 细胞中黑色素的生成,另外得出奇亚籽提取物能单独抑制 Melan-a 细胞中黑色素的合成,从而能够起到美白的效果^[55]。奇亚籽凝胶,能够储存23倍自身重量的水分,是一种优良的O/W乳化剂,可应用到化妆品的制备中,提高了O/W乳液在贮存过程中的物理稳定性^[56]。奇亚籽胶浆具有良好的生物活性、光稳定性、细胞相容性、粘着性能,保水保油性好,与应用部位的活组织和细胞高度兼容^[57-58],近年来,以奇亚籽为原料制成的洁面皂、面霜、面膜等化妆品,安全性和稳定性均较好,有毒物质和微生物检测符合要求。奇亚籽在制药行业也应用广泛,因其遇水可形成凝胶,可以添加到抑制胃肠蠕动的药物中,延长药物在肠道中的停留时间,增加药物的治疗效果。

3.4 在其他方面的利用

奇亚籽的其他功能成分比如胶浆、蛋白、奇亚籽油等也应用广泛。奇亚籽粉加入豆浆中,作为一种添加剂,可以促进豆腐的形成^[59]。奇亚籽可以用来作为食品成分微囊化包封剂,有报道可用于一些食用色素比如甜菜染料的微囊化成型^[60],用奇亚胶和麦芽糊精复合,对天然甜菜染料进行喷雾干燥微胶囊化,采用冷冻干燥法和50℃烘箱干燥法制备微胶囊,证实了以奇亚胶和麦芽糊精配制的微胶囊对甜菜青苷的保留率最高。用奇亚籽胶浆可以制成可食用的薄膜,这种可降解的薄膜可以代替合成的聚合物,避免对环境的影响^[61]。

4 总结与讨论

奇亚籽作为食品原料历史悠久,在西方国家应用广泛,研究较为深入,近年来,随着人们保健意识的增强以及对营养食品的追求,奇亚籽作为一种新兴的食品在我国也越来越受到青睐,逐渐成为食品研究领域的热点。

目前,国内外专家主要研究奇亚籽的活性成分、生理作用和开发利用等。研究表明,奇亚籽富含脂肪酸、膳食纤维、蛋白、酚酸类化合物、矿物质及维生素,具有抗氧化、降三高、消炎等生理作用。作为一种新食品,开发潜力巨大。将奇亚籽作为添加剂直接添加到食品中,制成面包、饼干、饮料等;含有多不饱和脂肪酸以及可溶性膳食纤维,可以开发成新型化妆品及减肥产品;添加到饲料中可以提高肉制品的品

质。但奇亚籽的药效学基础及作用机制还不是很明确,毒理研究相对较少,都需进一步进行系统深入的研究。

综上所述,奇亚籽具有良好的食品开发潜质,发展空间较大,除了应用于食品,还可以进行保健品、化妆品方面的研发,有着广阔的发展前景。目前我国大多将奇亚籽作为一种简单的添加剂直接添加到食品中,而没有深入的开发新的产品;奇亚籽在防癌、防三高等疾病上具有较好的效果,这方面的相关研究还有待深入,研发出新产品,充分发挥奇亚籽的保健作用。本文对奇亚籽进行活性成分、生理作用、开发利用等方面的综述研究,以期对奇亚籽在食品与保健方面的开发利用提供科学依据,顺应市场需求,不断开发出新产品。

参考文献

- [1] 王志强,罗锦霞,张方圆,等.奇亚籽含油量及其脂肪酸组成分析[J].广州化工,2018,46(6):71-72. [WANG Zhiqiang, LUO Jinxia, ZHANG Fangyuan, et al. Analysis of oil content and fatty acid composition of Chia seeds[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2018, 46(6): 71-72.]
- [2] ULLAH R, NADEEM M, KHALIQUE A, et al. Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (*Salvia hispanica* L.): A review[J]. Journal of Food Science and Technology, 2016, 53(4): 1750-1758.
- [3] CHIANG J H, MIN ONG D S, KAY NG F S, et al. Application of Chia (*Salvia hispanica*) mucilage as an ingredient replacer in foods[J]. Trends in Food Science & Technology, 2021, 115: 105-116.
- [4] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.关于批准塔格糖等6种新食品原料的公告[J].中国食品添加剂,2014(5):202-204. [State Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Announcement on approval of six new food raw materials such as tagatose[J]. Chinese Food Additives, 2014(5): 202-204.]
- [5] 张有鑫,高阳,闵学阳,等.一种新型油料作物——奇亚籽[J].中国油脂,2022,47(10):83-88. [ZHANG Youxin, GAO Yang, MIN Xueyang, et al. A new oil crop-Chia seed[J]. Chinese Oil, 2022, 47(10): 83-88.]
- [6] 康焯,王京法,彭彰智,等.奇亚籽保健功能研究进展[J].昆明学院学报,2016,38(3):117-121. [KANG Ye, WANG Jingfa, PENG Zhangzhi, et al. Research progress on health care function of Chia seed[J]. Journal of Kunming University, 2016, 38(3): 117-121.]
- [7] 龚雪,周长风,肖培根,等.艾欧鼠尾草的研究进展[J].食品研究与开发,2019,40(4):165-172. [GONG Xue, ZHOU Changfeng, XIAO Peigen, et al. Research progress of Salvia Euryale[J]. Food Research and Development, 2019, 40(4): 165-172.]
- [8] DING Yi, LIN Huiwen, LIN Yiling, et al. Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products[J]. Journal of Food and Drug Analysis, 2018, 26: 124-134.
- [9] 韩凯,李欣阳,赵相宇,等.奇亚籽营养成分分析及其饮料工艺优化[J].食品工业科技,2019,40(12):163-170,177. [HAN

- Kai, LI Xinyang, ZHAO Xiangyu, et al. Analysis of nutritional components of Chia seed and optimization of beverage technology[J]. *Food Industry Technology*, 2019, 40(12): 163–170, 177.]
- [10] 李晓娇. 奇亚籽化学成分分析及美白保湿护肤产品开发[D]. 长春: 吉林农业大学, 2017. [LI Xiaojiao. Chemical composition analysis of Chia seed and development of whitening, moisturizing and skin care products[D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2017.]
- [11] 马云芳, 相启森, 申瑞玲, 等. 奇亚籽的营养成分、健康功效和在食品工业中的应用[J]. *食品工业*, 2015, 36(5): 207–212. [MA Yunfang, XIANG Qisen, SHEN Ruiling, et al. Nutritional components, health-promoting effects of Chia seeds and their application in the food industry[J]. *Food Industry*, 2015, 36(5): 207–212.]
- [12] PORRAS-LOAIZA P, JIMENEZ-MUNGUIA M T. 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.
- [13] 文宁, 李晓朋, 陶宁萍. 奇亚籽油、多酚和芳香水的分级提取及理化性质分析[J]. *生产与科研应用*, 2019, 45(13): 141–147. [WEN Ning, LI Xiaopeng, TAN Ningping. Fractionation extraction and physicochemical properties analysis of Chia seed oil, polyphenols and aromatic perfume[J]. *Production and Scientific Research Application*, 2019, 45(13): 141–147.]
- [14] SHEILA C, OLIVEIRA-ALVES T. Characterization of phenolic compounds in Chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, fiber flour and oil[J]. *Food Chemistry*, 2017, 232: 295–305.
- [15] 李晓娇, 郜玉钢, 张连学, 等. 奇亚籽化学成分、药理作用及产品开发生研究进展[J]. *粮食与油脂*, 2018, 5: 8–10. [LI Xiaojiao, GAO Yugang, ZHANG Lianxue, et al. Research progress on chemical composition, pharmacological action and product development of Chia seed[J]. *Cereals and Oil*, 2018, 5: 8–10.]
- [16] RAHMAN M J, DE CAMARGO A C, SHAHIDI F. Phenolic and polyphenolic profiles of Chia seeds and their *in vitro* biological activities[J]. *Journal of Functional Foods*, 2017, 35: 622–634.
- [17] MARINELI R D S, MORAES E A, LENQUISTE S A, et al. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean Chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.)[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2014, 59(2): 1304–1310.
- [18] TIMILSENA Y P, ADHIKARI R, BARROW C J, et al. Physicochemical and functional properties of protein isolate produced from Australian Chia seeds[J]. *Food Chemistry*, 2016, 212: 648–656.
- [19] 宁伟伟. 奇亚籽蛋白的提取及其功能特性研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2017. [NING Weiwei. Study on extraction and functional characteristics of Chia seed protein[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2017.]
- [20] DA SILVA B P, ANUNCIACÃO P C, DA SILVA MATYELKA J C, et al. Chemical composition of Brazilian Chia seeds grown in different places[J]. *Food Chemistry*, 2017, 221: 1709–1716.
- [21] LAZARO H, PUENTE L, ZQIGAM C, et al. Assessment of rheological and microstructural changes of soluble fiber from chia seeds during an *in vitro* micro-digestion[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2018, 95: 58–64.
- [22] 刘博, 曾琳娜, 林亲录, 等. 可溶性膳食纤维生理功能研究进展[J]. *粮食与油脂*, 2013(9): 42–45. [LIU Bo, ZENG Linna, LIN Qinlu, et al. Research progress on physiological function of soluble dietary fiber[J]. *Cereals and Oil*, 2013(9): 42–45.]
- [23] LORETO A, MUÑOZ A C, DIAZ O, et al. Chia seed (*Salvia hispanica*): An ancient grain and a new functional food[J]. *Food Reviews International*, 2013, 29(4): 394–408.
- [24] MARINELI R D S. Antioxidant potential of dietary Chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats[J]. *Food Research International*, 2015, 76: 666–674.
- [25] 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, 4(6): 197–202. [XIANG Qisen, SHI Guoqing, ZHAO Zhenyu, et al. Study on antioxidant activity of Chia seed extract *in vitro*[J]. *Food and Fermentation Industry*, 2016, 4(6): 197–202.]
- [26] AYERZA R, COATES W. Ground Chia seed and Chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat[J]. *Nutrition Research*, 2005, 25(11): 995–1003.
- [27] SIERRA L, ROCO J, ALARCON G, et al. Dietary intervention with *Salvia hispanica* (Chia) oil improves vascular function in rabbits under hypercholesterolaemic conditions[J]. *Journal of Functional Foods*, 2015, 14: 641–649.
- [28] POUDYAL H, FERREIRA M R, CHICCO A, et al. Lipid redistribution by α -linolenic acid-rich chia seed inhibits stearoyl-CoA desaturase-1 and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats[J]. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 2012, 23: 153–162.
- [29] SAKAI K, SHIMOKAWA T, KOBAYASHI T, et al. Lipid lowering effects of high linoleate and high alpha-linolenate diets in rats and mice. Consequence of long-term feedings[J]. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 1992, 40(8): 2129–2132.
- [30] 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. [RONG Xu, TAO Ningping, LI Yuqi, et al. Analysis and evaluation on the nutritional components of Chia seed[J]. *Chinese Oil*, 2015, 40(9): 89–93.]
- [31] SEGURA-CAMPOS M R, PERALTA-GONZALEZ F, CHEL-GUERRERO L, et al. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides of Chia (*Salvia hispanica*) produced by enzymatic hydrolysis[J]. *International Journal of Food Science*, 2013, 2013: 158482.
- [32] ORONA-TAMAYO D, VALVERDE M E, NIETO-RENDON B, et al. Inhibitory activity of Chia (*Salvia hispanica* L.) protein fractions against angiotensin I-converting enzyme and antioxidant capacity[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2015, 64(1): 236–242.
- [33] MARINELI R S, FERREIRA M R, CHICCO A, et al. PGC-1 α expressions and improves glucose tolerance in diet-induced obese rats[J]. *Nutrition*, 2015, 31(5): 740–748.
- [34] SOUZA D, DA SILVA S V, FONTE-FARIA T, et al. Chia oil induces browning of white adipose tissue in high-fat diet-induced obese mice[J]. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 2020, 507: 110772–110778.
- [35] 王永志. 奇亚籽油对运动后人体代谢能力的影响[J]. *中国粮油学报*, 2021, 36(1): 112–116. [WANG Yongzhi. Effect of Chia seed oil on human metabolic ability after exercise[J]. *Journal of the*

Chinese Cereals and Oils Association, 2021, 36(1): 112–116.]

[36] 刘光辉, 何国建. 力竭运动对散打运动员运动性疲劳标志物的影响[J]. 心理月刊, 2018(3): 152–153. [LIU Guanghui, HE Guojian. Influence of exhaustive exercise on sports fatigue markers of Sanda athletes[J]. Psychological Monthly, 2018(3): 152–153.]

[37] 冉世宇, 房磊, 刘静雪. 奇亚籽油对力竭运动大鼠体内脂质过氧化物和抗氧化酶影响的研究[J]. 粮食与油脂, 2020, 33(10): 95–97. [RAN Shiyu, FANG Lei, LIU Jingxue. Study on effects of Chia seed oil on lipid peroxidation and antioxidant enzymes in exhausted exercise rats[J]. Food Reviews International, 2020, 33(10): 95–97.]

[38] JEONG S K, PARK H J, PARK B D, et al. Effectiveness of topical chia seed oil on pruritus of end-stage renal disease (ESRD) patients and healthy volunteers[J]. Annals of Dermatology, 2010, 22(2): 143–148.

[39] KOBUS-CISOWSKA J, DARIA S, PAULINA M, et al. In vitro screening for acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibition and antimicrobial activity of chia seeds (*Salvia hispanica*) [J]. Electronic Journal of Biotechnology, 2019, 37: 1–10.

[40] ALFREDO V O, GABRIEL R R, LUIS C G, et al. Physicochemical properties of a fibrous fraction from Chia (*Salvia hispanica* L.) [J]. LWT-Food Science and Technology, 2009, 42(1): 168–173.

[41] BORNEO R, AGUIRRE A, LEÓN A E. Chia (*Salvia hispanica* L.) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations[J]. Journal of the American Dietetic Association, 2010, 110(6): 946–949.

[42] CÂMARA A K. Chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage as a new fat substitute in emulsified meat products: Technological, physicochemical, and rheological characterization[J]. LWT-Food Science and Technology, 2020, 125: 109193–109203.

[43] 韩冉, 余倩倩, 孔宇, 等. 改性奇亚籽粕可溶性膳食纤维对韧性饼干品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2019, 156: 139–145. [HAN Ran, YU Qianqian, KONG Yu, et al. Effect of modified Chia seed meal soluble dietary fiber on the quality of tough biscuits[J]. Food Research and Development, 2019, 156: 139–145.]

[44] 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. [LIU Tingting, ZHANG Shanshan, ZHAO Wenting, et al. Effect of Chia seed peel polysaccharide on emulsifying stability and quality of ice cream[J]. Food Science, 2021, 42(10): 32–37.]

[45] FERNÁNDEZ-LÓPEZ J, LUCAS-GONZÁLEZ R, VIUDAMARTOS M, et al. Chia (*Salvia hispanica* L.) products as ingredients for reformulating frankfurters: Effects on quality properties and shelf-life[J]. Meat Science, 2019, 156: 139–145.

[46] 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. [ZHANG Xiaohua, ZHANG Xiaowen, ZHENG Jingjing, et al. Development of oat Chia seed dietary fiber biscuit[J]. Cereals and Oil, 2021, 34(4): 133–136, 140.]

[47] 王安颐, 张秋芳, 杨成, 等. 气象色谱法测定 ω -3 营养强化鸡蛋蛋黄中 ALA, EPA 和 DHA 的含量[J]. 中国油脂, 2021, 46(7): 148–152. [WANG Ziyi, ZHANG Qiufang, YANG Cheng, et al.

Meteorological chromatographic determination ω -3 contents of ala, EPA and DHA in egg yolk of nutrient fortified eggs[J]. Chinese Oil, 2021, 46(7): 148–152.]

[48] AYERZA R, COATES W. An omega-3 fatty acid enriched Chia diet: Influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content[J]. Canadian Journal of Animal Science, 1999, 79(1): 53–58.

[49] CMARA A, VIDAL V, SANTOS M, et al. Reducing phosphate in emulsified meat products by adding Chia mucilage in powder or gel format: A clean label technological strategy[J]. Meat Science, 2020, 163: 108085–108096.

[50] CMARA A, VIDAL V, SANTOS M, et al. Understanding the role of Chia mucilage on olive oil-based emulsion gels as a new fat substitute in emulsified meat products[J]. European Food Research and Technology, 2020, 35(8): 1–14.

[51] ANA K, FERREIRA D, IGNACIO C, et al. Satiety and in vitro digestibility of low saturated fat bologna sausages added of chia mucilage powder and Chia mucilage-based emulsion gel[J]. Journal of Functional Foods, 2020, 65: 103753–103762.

[52] ALBERT C M, OH K, WHANG W, et al. Dietary α -linolenic acid intake and risk of sudden cardiac death and coronary heart disease[J]. Circulation, 2005, 112(21): 3232–3238.

[53] TENORE G C, CARUSO D, BUONOMO G, et al. Plasma lipid lowering effect by a novel Chia seed based nutraceutical formulation[J]. Journal of Functional Foods, 2018, 42: 38–46.

[54] DIN Z, ALAM M, ULLAH H, et al. Nutritional, phytochemical and therapeutic potential of chia seed (*Salvia hispanica* L.) [J]. Food Hydrocolloids for Health, 2021, 1: 100010–100015.

[55] 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.

[56] JULIO L M, IXTAINA V Y, FERNÁNDEZ M A, et al. Chia seed oil-in-water emulsions as potential delivery systems of α -3 fatty acids[J]. Journal of Food Engineering, 2015, 162: 48–55.

[57] DA SILVEIRA RAMOS I F, MAGALHÃES L M, DO O PESSOA C, et al. New properties of chia seed mucilage (*Salvia hispanica* L.) and potential application in cosmetic and pharmaceutical products[J]. Industrial Crops & Products, 2021, 171: 113981–113991.

[58] SILVA L A, SINNECKER P, CAVALARI A A, et al. Extraction of chia seed mucilage: Effect of ultrasound application[J]. Food Chemistry Advances, 2022, 1: 100024–100033.

[59] KUANG-CHEN H, TZU-CHIEN L, MENG-I K. Effect of whole chia seed flour on gelling properties, microstructure and texture modification of tofu[J]. LWT-Food Science and Technology, 2022, 154: 112676–112685.

[60] JESSICA LD, ANA P S, DE CASSIA R, et al. Chia seed mucilage as a potential encapsulating agent of a natural food dye[J]. Journal of Food Engineering, 2020, 285: 110101–110110.

[61] DICK M, COSTA T M, GOMAA A, et al. Edible film production from chia seed mucilage: Effect of glycerol concentration on its physicochemical and mechanical properties[J]. Carbohydrate Polymers, 2015, 130: 198–205.