

藜麦的营养价值、功能特性及其制品研究进展

刘月瑶, 路飞, 高雨晴, 陈鹤, 戴增辉, 肖志刚
(沈阳师范大学, 沈阳 110034)

摘要: **目的** 对藜麦的营养价值、功能特性及其制品的研究进展进行综述, 以期为藜麦产业未来发展提供理论参考。**方法** 首先从淀粉、蛋白质及氨基酸、酚类化合物、皂甙等营养成分的角度对藜麦的营养价值进行介绍; 其次, 对藜麦的防治乳糜泻、抗癌、抗氧化等功能特性进行综述; 最后, 对蒸煮类、烘烤类、发酵类等藜麦制品的研究进展进行综述。**结论** 藜麦在全营养制品和无麸质食品上具有很大发展潜力, 不仅可以提供丰富高质量的营养成分, 还可以在抗癌、抗氧化、防治“三高”症状、减肥胖和助消化等方面起重要作用。

关键词: 藜麦; 营养价值; 功能特性; 制品

中图分类号: TS210.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)05-0056-10

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.05.008

Research Progress of Nutritive Value, Functional Characteristics and Products of Quinoa

LIU Yue-yao, LU Fei, GAO Yu-qing, CHEN He, DAI Zeng-hui, XIAO Zhi-gang
(Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China)

ABSTRACT: The work aims to review the research progress of nutritive value, functional characteristics and products of quinoa, in order to provide theoretical reference for the future development of quinoa industry. Firstly, the nutritive value of quinoa was introduced from the perspective of such nutritional ingredients as starch, protein, amino acid, phenolic compounds and saponin. Secondly, the functional characteristics of quinoa including prevention and treatment of celiac disease, cancer prevention, oxidation resistance, etc. were reviewed. Finally, the research progress of cooked, baked and fermented quinoa products was reviewed. Quinoa has great potential for development in whole nutritious products and gluten-free foods. It not only provides rich and high-quality nutrients, but also plays an important role in cancer prevention, oxidation resistance, prevention and treatment of "three-high" symptoms (high blood pressure, hyperglycemia and hyperlipidemia), reducing obesity and helping digestion.

KEY WORDS: quinoa; nutritive value; functional characteristics; products

藜麦, 源于 5000 年前安第斯地区土著居民种植和消费的一种假谷物^[1-2]。藜麦形状小、圆、平, 其颜色有白色、灰色、黑色、黄色和红色^[3]。藜麦是一种营养全面、比例均衡的食物。这一特点使藜麦有别

于其他传统谷物, 近年来它在全世界引起了越来越多的关注^[4]。根据联合国粮食及农业组织发布的统计数据: 2009—2014 年, 全球藜麦产量持续增长。截至 2018 年, 中国的藜麦种植面积已经达到 13.5 万亩(1

收稿日期: 2019-10-24

基金项目: 辽宁省高等学校基本科研项目(服务地方项目)(LFW201904)

作者简介: 刘月瑶(1994—), 女, 沈阳师范大学硕士生, 主攻食品加工与贮藏。

通信作者: 路飞(1978—), 男, 博士, 沈阳师范大学副教授, 主要研究方向为粮食深加工及食品流通与包装工学。

亩 $\approx 666.67\text{ m}^2$)。随着藜麦产量的提升,藜麦及其制品渐渐出现在餐桌上,国内外对其生产、开发与利用的研究也不断深入,并取得了一定进展。文中综述国内外关于藜麦的营养价值、功能特性及其制品的研究进展,以期对藜麦的营养、加工、贮藏等的相关研究和应用提供参考依据。

1 藜麦的营养价值

据研究发现,藜麦不仅富含优质蛋白质、多糖和不饱和脂肪酸等宏量营养素,还含有维生素、矿物质等微量营养素;另外,核黄素、叶酸和钙、镁、铁、锌等含量也高于其他谷物^[1,5-6]。同时,还含有多种植物化学物质,包括皂苷、多酚类、黄酮类、甜菜碱、植物甾醇等,被誉为“全营养食品”^[2,5]。

藜麦的非生物胁迫抵抗力很高,具有很大的遗传变异性,耐寒、耐盐、耐旱,并可在高海拔等不利生长环境下种植,因此,藜麦成为应对气候变化提供营养和粮食安全的战略性作物^[7]。据徐天才等^[8]研究发现,藜麦营养成分的含量会受到种植区地理条件的影响,藜麦营养成分含量与环境因子有很好的相关性,见表 1。

1.1 淀粉

淀粉是藜麦的主要成分,其含量占干物质总量的 50%以上,所以藜麦粉的性质在很大程度上取决于藜麦淀粉的组成和性质^[17]。藜麦淀粉粒度小,为 0.4~3 μm ,直链淀粉与支链淀粉的比例为 1:3,支链淀粉具有大量的短链和超长链,这些特征使藜麦淀粉在食品工业和其他行业得到了很广泛的应用,例如制作皮克林乳液^[7,18-19]。Varli S N 等^[2]研究发现,藜麦具有作为调味料、汤和面粉的增稠剂的潜力,因为它具有冻融稳定性、低胶凝点和低温耐受性好的特点。

Mufari J R 等^[19]研究发现,藜麦淀粉可改善无麸质面包的品质、制备可降解的生物薄膜、固定香气,因为其具有保水作用和凝胶稳定性。Jasim A 等^[18]研究表明,在未来的研究中,高压处理后的藜麦淀粉可以与其他成分结合在一起,可用于开发具有功能特性的复合食品和乳糜。此外,藜麦淀粉的抗老化性能延伸其应用,产生一种类似于脂肪的,奶油状、质地光滑的产品^[20]。藜麦淀粉与其他谷物淀粉相比直链淀粉含量极低,藜麦淀粉也可应用于许多工业用途,如增稠、稳定、凝胶、膨胀、持水和黏着^[21]。

1.2 蛋白及氨基酸

藜麦蛋白主要由 11S 型球蛋白组成,约占总蛋白的 37%,2S 白蛋白占种子蛋白质的 35%,还含有较低浓度的醇溶蛋白(约占总蛋白的 0.5%~7%),与谷物蛋白质相似^[22-23]。藜麦富含其他谷物无法比拟的高品质全蛋白,在很多地方可以代替肉制品和奶制品为人体提供蛋白质^[24]。与此同时,藜麦不仅不含任何限制性氨基酸,还富含日常谷物缺乏的赖氨酸和孕产妇、婴幼儿所需的组氨酸^[24]。Abugoch L E 等^[25]研究表明藜麦球蛋白和白蛋白在二硫键的作用下都具有较好的稳定性,但藜麦中含有皂甙,食用前需除去。虽可通过去皮来去除,但脱皂化会降低氮溶解度、藜麦蛋白质摄入以及藜麦蛋白的乳化和发泡。为了提高在人类食品中的利用率,Aluko R E 和 Monu E 研究了酶水解对藜麦蛋白功能性质的修饰作用,结果表明,与浓缩蛋白相比,水解产物不太适合加入食品乳剂中;相反,泡沫食品的质量会得到更好的提高^[26]。López D N 等^[27]研究发现,从藜麦中分离出的蛋白质,在食品配方中的使用在很大程度上取决于蛋白质的功能特性与结构特征,藜麦蛋白具有良好溶解度、吸水性、脂肪吸收性、凝胶和乳化能力,以及成膜和泡

表 1 不同产地藜麦营养成分含量
Tab.1 Nutritional content of quinoa in different producing areas mg/g

国家或地区	年份	水分	灰分	蛋白质	氨基酸	淀粉	脂肪	纤维	参考文献
中国青海	2018	—	8.3	138.4	—	510.8	65.3	47.3	赵亚东 ^[9]
中国西藏	2017	75.5	27.0	128.0	102.0	503.0	63.7	26.0	邓俊琳等 ^[10]
中国云南	2017	106.6	—	134.4	103.3	612.5	56.2	—	张婷婷等 ^[11]
中国内蒙古	2017	109.0	22.0	131.0	111.6	490.0	77.0	20.0	卢宇等 ^[12]
中国浙江	2017	140.0	—	71.3	77.0	—	68.0	—	陆红法等 ^[13]
秘鲁	2017	64.9	26.3	136.6	—	—	53.0	—	Pellegrini M, et al ^[14]
玻利维亚	2017	—	22.1	135.7	—	587.4	64.9	24.3	石振兴等 ^[15]
西班牙	2017	84.0	20.7	116.2	—	—	51.1	—	Pellegrini M, et al ^[14]
韩国	2017	99.0	34.0	158.3	—	661.4	47.3	—	Jin H P, et al ^[16]
美国	2017	95.7	30.7	106.5	—	707.0	60.1	—	Jin H P, et al ^[16]

沫形成能力。在植物食品保鲜中,食用膜具有降低呼吸、减少水分损失和延缓成熟过程的作用,所以生产一种疏水的可食用蛋白膜,可以大大提高蔬菜食品的保质期^[28]。Valenzuela C 等^[28]通过在 pH 值在 8~12 对藜麦蛋白进行碱化处理,确定 pH 值 10 以上的极端碱性处理会产生蛋白质变性、聚集、解离的显著结构变化,而这种变化能使蛋白形成以水为增塑剂的薄膜。Robledo N 等^[29]调查发现,藜麦蛋白-壳聚糖共混物能形成可食用膜,便将百里香酚纳米乳液掺入可食用藜麦蛋白-壳聚糖膜中,研究其对樱桃番茄的抗真菌作用,结果显示真菌生长明显下降。藜麦蛋白还广泛应用于日化业,何海芬等^[30]系统研究了水解藜麦蛋白在日用化学品应用中的功效,发现水解藜麦蛋白是理想的皮肤和头发调理剂,具有很好的成膜性,对皮肤有一定的亲合力,并提高了皮肤的保湿性,对头发有一定的定型效果。因水解藜麦蛋白安全性高,市场上已有水解藜麦蛋白的婴儿产品。

1.3 酚类化合物

藜麦富含植物化合物,这其中至少有 23 种酚类化合物以游离或共轭形式存在^[31]。据 Carciochi R A 等^[32]研究发现,藜麦富含酚类化合物,特别是黄酮类化合物,是提取酚类化合物的优质原料。Abderrahim F 等^[33]研究发现,来自秘鲁的彩色藜麦是一种营养丰富的天然食品,因其富含游离酚类化合物、结合酚类化合物和甜菜碱,与谷物相比具有很高的抗氧化能力。Rocchetti G 等^[34]研究发现,藜麦粉中酚类含量高于多数谷物和豆类,而且酚类含量与 FRAP、ORAC 活性均呈高度相关性。虽然酚类物质多种多样,但它们都是促进健康物质的宝贵来源,主要表现为黄酮类化合物、酚酸类化合物和木质素类化合物。Zhang H 等^[35]对流行病学研究表明,定期食用含多酚类物质的膳食可有助于预防癌症、心血管疾病、糖尿病、骨质疏松症和神经退行性疾病的发生。

1.4 皂甙

藜麦的外壳中存在一种被称为皂甙的糖苷化合物,皂甙味苦,食用前需要除去^[36]。这类化合物具有镇痛、抗炎、抗菌、抗癌、抗氧化等药理学特性,若应用于工业、制药业具有较好的前景^[36-37]。传统的皂甙去除方法是把藜麦浸泡在自来水中互相擦洗,这种方法耗水量大;经济的方法是先抛光去除皂甙,再用水冲洗^[38]。何海芬等^[30]研究表明,藜麦皂甙是天然表面活性剂,并且已被成功开发应用在个护用品中,可完全替代十二烷基硫酸盐和十二烷基硫酸钠等类型的表面活性剂,同时具有很好的稳泡、富泡作用。而且研究表明,藜麦中的皂苷物质可用于保护作物免受微生物感染,有利于作物的有机生产和贮藏^[39]。

2 藜麦的功能特性

2.1 防治乳糜泻功能

乳糜泻患者经常因无麸质饮食限制,不能摄入足够的蛋白质、膳食纤维、维生素和矿物质,导致营养缺乏^[40]。藜麦不仅不含有麸质蛋白,还具有高营养成分,可避免腹腔疾病患者因长期摄入无麸质食品引起的临床并发症,如骨质疏松症、贫血或恶性肿瘤等^[14]。Zevallos V F 等^[41]每天给乳糜泻患者提供 50 g 藜麦作为无麸质食物,持续 6 周,测得患者胃肠参数是正常的,不会使病情恶化,且对藜麦的耐受性很好。研究还表明,藜麦中的醇溶谷蛋白不仅避免了麸质导致的胃肠道过敏,还可以激活肠道疾病患者的免疫反应^[4],因此藜麦可成为乳糜泻患者的优质营养来源,近年来藜麦无麸质食品的研发也备受关注^[5]。

2.2 抗癌、抗氧化作用

随着人类平均寿命的延长,癌症对人类的威胁日益突出。科学研究表明,癌症、衰老或其他疾病大都与过量自由基的产生有关联。然而植物中存在的抗氧化剂酚类物质可能作为自由基清除剂和还原剂,有助于减少氧化应激^[42]。研究表明,多酚类化合物有助于多种生理特性,包括抗菌、氧化、抗炎、抗肿瘤和抗癌等作用^[16]。据调查,癌症的发生与环境因素、生活方式及营养因素密切相关^[43]。Marmouzi I 等^[44]研究显示,藜麦长期以来被认为是富含生物活性酚类化合物的潜在膳食补充剂。Pasko P 等^[45]通过分析饮食中添加藜麦种子对血浆和氧化应激的影响,发现藜麦可以通过降低血浆中丙二醛和提高抗氧化酶的活性,提高抗氧化能力,因此,藜麦可作为天然抗氧化剂的一个重要来源。

2.3 防治高血脂、高血压、高血糖

随着人们生活水平的日益提高,“三高症”(高血压、高血脂和高血糖症)的发病率呈现上升的趋势。“三高症”与膳食结构不合理之间存在着紧密的联系,如摄入过多的盐和大量的糖、低钾饮食、摄入多余人体所需的饱和脂肪酸等,都会导致“三高症”。研究显示,藜麦蛋白质氨基酸比例均衡,可调节机体的脂肪代谢,进而起到降低血脂的作用。超过 1.5 万份研究报告表明, ω -3 脂肪酸具降低血脂、舒张血管的特性。Marmouzi I 等^[44]研究发现,现代饮食缺乏 ω -3 脂肪酸,而藜麦的脂肪酸组成显示 ω -3 脂肪酸在藜麦油脂中占比很大,而且藜麦富含钾、镁等矿物质,能改善膳食结构,有效降低血压。在对藜麦植物甾醇的研究中发现其含有较高的谷甾醇、菜油甾醇、豆甾醇。国内外多位专家认为

在膳食中加入植物甾醇可控制血清胆固醇水平,是降低心血管疾病发病风险的有效干预方式^[46]。藜麦也是一种低果糖葡萄糖指数食物,食用藜麦后血糖不会明显升高,藜麦能在人体糖脂代谢过程中发挥有益功效,因此可作为糖尿病人的主食^[47]。

2.4 减肥、助消化功能

日常饮食中,谷物是膳食纤维的主要来源之一。作为“超级谷物”的藜麦是摄入膳食纤维的良好食材。Lamothe L M 等^[17]在研究中发现藜麦中总膳食纤维百分比为 10%,藜麦中的膳食纤维由木聚糖和果胶多糖组成,是具有较多亲水基团的生物大分子,吸水性能好。第一,膳食纤维能在胃肠道中膨胀,形成高粘度的溶胶或凝胶,增加小肠内容物的体积、容量和粘度,降低人体对淀粉、蛋白质和脂肪的吸收,最终达到降低营养素吸收率的目的;第二,膳食纤维热量低,易饱腹,可减少进食量,促进体内脂肪消耗而起减肥作用;第三,膳食纤维既能够吸附肠道中的有害物质并加速其排出,还可以有效增殖肠道中的有益菌,改善肠道菌群结构,促进消化,对肥胖和结肠癌等慢性疾病具有预防作用^[48]。石振兴^[49]在藜麦中定性定量地提取了 lunasin,并将提取出的 lunasin 加入脂肪细胞培养液中。Lunasin 是具有 43 个氨基酸的多肽,在预防和治疗癌症以及预防心血管疾病和炎症性疾病方面具有潜在价值^[50]。研究还发现, lunasin 可下调 PPAR γ 和 C/EBP α 的 mRNA 的表达,通过抑制以上 2 种调控因子的合成,从而达到减少脂肪细胞生成脂肪的作用。

2.5 全营养保健功能

藜麦被联合国粮食和农业组织 (FAO) 推荐为最适宜人类的完美“全营养食品”,是因其其在人类营养和

健康方面与其他谷物相比具有显著的优势,国际营养学家们称之为“营养黄金”。由于谷物食品中的赖氨酸含量甚低,故赖氨酸被称为第一限制性氨基酸,但赖氨酸能促进人体发育、增强免疫功能,对成长期的儿童来说是必不可少的营养素,而藜麦恰恰能满足这一需求^[4]。与此同时,研究者在藜麦中还发现了丰富的钙元素,而赖氨酸又能促进人体对钙的吸收和转运,因此长期食用藜麦不仅可以有效改善中国膳食结构中的“赖氨酸缺乏症”,还能够维护骨骼和预防骨质疏松。谷类对素食者来说,一直是蛋白质的良好来源。据 Marmouzi I 等^[44]研究显示,不同品种的藜麦中蛋白质所占质量百分比为 13.81%~21.9%。藜麦蛋白的含量和质量在一定程度上可与脱脂牛奶和肉类媲美,所以它更适合作为素食者摄入蛋白质的选择。

3 藜麦制品的研究进展

我国作为粮食生产和消费大国,一直大力发展粮食加工产业,并以不断提高成品粮及主食品的健康营养品质、发展特色粮食制品为目标^[51]。被 FAO 列为人类最有前途的作物之一的藜麦,可为 21 世纪的粮食安全与营养做出贡献。近年来,研究者对藜麦营养价值研究越来越深入的同时,也在藜麦制品的开发上进行了大量的研究。藜麦食品经加工后,质构、营养特性、消化特性均会发生变化,因此,不同加工方式对藜麦制品的营养品质。加工品质及健康都有很大的影响。

3.1 蒸煮类藜麦制品

蒸煮是我国居民常用的、较低温度的烹调谷物方法,保留食材中原有营养成分的同时令其极容易被人

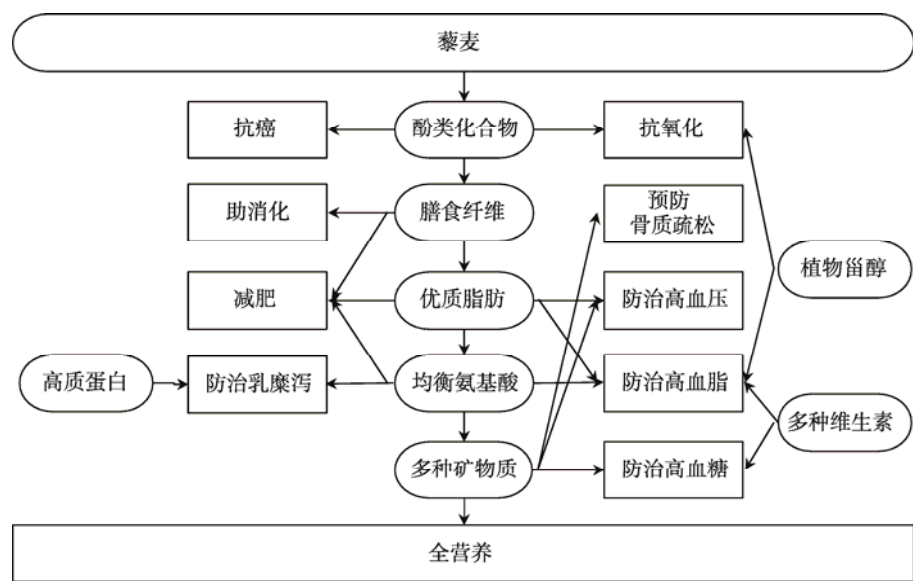


图 1 藜麦中的营养成分与功能特性
Fig.1 Nutritional ingredients and functional characteristics of quinoa

表 2 部分国内外藜麦食品的研制事例
Tab.2 Some researches on quinoa food at home and abroad

加工类别	制品名称	制品产地	参考文献
蒸煮类食品	方便藜麦饭	中国	谭月园 ^[18]
	藜麦即食发酵粥	中国	董艳辉等 ^[52]
	藜麦意面	巴西	Lorusso A, et al ^[53]
	藜麦面条	中国	罗旭 ^[54]
	藜麦大豆方便面	中国	刘继明 ^[55]
焙烤类食品	藜麦蛋糕	美国	Rothschild, et al ^[56]
	藜麦面包	巴西	Flach GM, et al ^[57]
	藜麦曲奇饼干	中国	李美凤等 ^[58]
	藜麦苏打饼干	中国	任贵兴等 ^[59]
	无麸质藜麦饼干	印度	Jan K N, et al ^[60]
	藜麦巧克力	巴西	Schumacher A B, et al ^[61]
发酵类食品	藜麦啤酒	波兰	Kordialik Bogacka E, et al ^[62]
	藜麦白酒	中国	曹敬华等 ^[63]
	藜麦黄酒	中国	刘浩等 ^[64]
	藜麦味噌	中国	刘晓艳等 ^[65]
	藜麦酱	中国	中村和夫等 ^[66]
	藜麦酸奶	爱尔兰	Zannini E 等 ^[67]
其他类食品	代餐藜麦乳品	中国	吕莹等 ^[68]
	藜麦南瓜复合粉	中国	何兴芬等 ^[69]
	藜麦奶茶	中国	苏育攀 ^[70]
	藜麦冰淇淋	中国	万燕等 ^[71]

体所吸收。延莎等^[72]分别对比了常压蒸煮、高压蒸煮、微波蒸煮 3 种不同加工方式对藜麦营养特性的影响, 得出了常压蒸煮是一种较适用于藜麦的蒸煮方式的结论。常见藜麦米的蒸煮制品有粥、汤、炖菜、杂粮麦片等, 谭月园等^[18]还研发出方便藜麦饭并优化了工艺参数。除了市面上以藜麦米制品为主的加工产品, 还可将藜麦研磨成粉制成面条或意大利面。Paula K 等^[73]用藜麦粉制作无麸质手工意面, 以便乳糜泻患者食用, 但其可接受性略差。

3.2 焙烤类藜麦制品

焙烤食品泛指经烘烤加工的谷类食品, 其营养非常丰富, 具有其他食品难以比拟的加工优势。Brady K 等^[74]研究发现, 焙烤过程会减少藜麦中皂苷的含量。目前国内外已用藜麦粉制作藜麦饼干、藜麦面包和藜麦蛋糕等焙烤食品, 还开发了藜麦与杂粮、薯类混合的焙烤制品, 如玉米藜麦饼干^[75]、紫薯藜麦饼干^[76]、青稞藜麦饼干、人参藜麦饼干^[77]、藜麦杂粮面包^[78]等。在印度, 斋戒期间藜麦可用作谷物的替代品。Rizzello C G 等^[79]以含有质量分数 20% 藜麦粉的酸面团为原料制成小麦面包, 并与不含藜麦粉的面包进行比较, 发现藜麦的使用改进了面包的营养成分、质地

和感官特征, 表现出更好的性能。张园园等^[80]对于菌落总数、大肠杆菌、霉菌均超标并结合感官指标等测定发现, 藜麦面包的保质期要长于小麦面包, 分析得出可能是因为藜麦中皂苷、多酚类物质含量较高, 具有抑菌的作用。Schumacher A B^[61]等研制了一种添加藜麦的黑巧克力, 焙烤藜麦的加入提高了巧克力中蛋白质和必需氨基酸的含量, 而且 92% 的感官评定员喜欢添加有藜麦的巧克力。

3.3 发酵类藜麦制品

发酵是利用谷物的一种传统工艺, 最早应用于啤酒、面包的生产和制作。研究显示, 藜麦既可以发酵制作啤酒, 也可以制成一种来自南美洲的名叫“chicha”的传统酒精饮料^[81]。此外, 卞猛等^[82]研究选用总黄酮含量较高的大麦芽为原料、藜麦为辅料酿造啤酒, 并对藜麦啤酒糖化工艺进行优化, 酿造出风味独特, 集营养与保健于一体的藜麦啤酒。藜麦不仅能酿造啤酒, 还能作为白酒和黄酒的原料。藜麦也可以用来制作味噌^[65]、藜麦酱^[66]等多种美味的发酵食品。Rizzello C G 等^[79]研制了添加质量分数为 20% 发酵藜麦粉的意大利面, 数据显示, 添加乳酸菌发酵的藜麦粉使意大利面具有更高的营养成分, 还可改善蛋白质

的消化率。时政等^[83]对藜麦酸奶的制备工艺进行了研究,采用星点设计、响应面模拟试验优化,以藜麦膨化粉和纯牛奶为主要原料制备藜麦酸奶,得到最佳制备工艺为:接种量为3%,发酵时间为3.7 h,发酵温度为40℃,生产出的酸奶色微黄偏白,具有藜麦的清香味,组织状态等俱佳。

3.4 其他藜麦制品

研究者发现,藜麦的营养保留和藜麦产品的性能取决于加工方法以及品种间的差异^[84—85]。近几年,以藜麦为原料制成的相关饮品也流行起来了,它们是适合乳糜泻和乳糖不耐受人群的绝佳饮品。国内外研发出的产品有藜麦苹果汁、藜麦红豆复合软饮料^[86]、小米藜麦复合谷物饮品^[87]、藜麦红枣复合饮料^[88]、藜麦金针菇蛋白饮料^[89]、儿童高蛋白饮料^[90]等。2016年,Ludena F U等^[84]研制成功了一种发酵型藜麦饮料,由于是发酵食品,拥有“合理的”储存期,在28天里没有相分离,十分稳定。除此之外,藜麦发芽后可以用于制作沙拉,其叶酸含量可满足人体每日膳食所需^[85]。Abderrahim F等^[33]认为藜麦可用作香肠中潜在的脂肪替代品,对比实验显示,藜麦香肠尽管与猪肉香肠存在一些口味差异,但确实达到了减少脂肪的作用,而且并没有减少消费者对香肠的总体接受度。

4 结语

藜麦是一种营养成分全面且高质的假谷物,与此同时其具有多种功能特性,因此藜麦的接受度和消费量也逐渐提升。然而,与其他谷物相比,国内外市场上藜麦制品的种类较少,没有形成生产规模。因各地区饮食习惯不同,藜麦的食用方法不尽相同,对其营养成分的摄入和吸收也会产生一定的影响,所以不能单单只停留在对其单一营养成分和功能特性的研究,或营养成分提取工艺的优化,而是要开发藜麦整体的利用率。首先,应寻找并培育优良的藜麦品种,并探寻其适宜的生长地区和条件,获得优质的藜麦原料;其次,虽然藜麦制品在皂苷等生物活性物质作用下有较长的保鲜期,但贮藏条件较复杂,致使藜麦制品大多处在待开发阶段,因此应对其制品的加工与贮藏进行深入研究,突破技术难点,寻求适合产业化生产的加工模式;此外,随着高新技术不断应用于食品工业,应结合我国饮食特点和健康合理的膳食结构,开发适合中国人口味的藜麦产品,改良传统的加工工艺,加强深加工和综合利用,以期生产出高品质、高附加值的藜麦产品,因此,应将“原料—加工—制品”3个环节充分结合,可通过添加藜麦特定营养成分提取物,实现藜麦食品的靶向定位和高效生产,开发前景广阔的功能性食品市场,尽快实现产业化生产,以满足人们对营养健康的需求。综上,藜麦及其制品的生产加

工尚存在一定的问题,对这些问题进行更深入的研究,可为我国藜麦产业未来发展提供更好的方向。

参考文献:

- [1] VEGA-GÁLVEZ A, MIRANDA M, VERGARA J, et al. Nutrition Facts and Functional Potential of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd), an Ancient Andean Grain: a Review[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2010, 90(15): 2541—2547.
- [2] VARLI S N, SANLIER N. Nutritional and Health Benefits of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd)[J]. Journal of Cereal Science, 2016, 1(69): 371—376.
- [3] JACOBSEN, SVEN-ERIK. The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd)[J]. Food Reviews International, 2003, 19(1/2): 167—177.
- [4] NOWAK V, DU J, CHARRONDIÈRE U R. Assessment of the Nutritional Composition of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd)[J]. Food Chemistry, 2016, 1(193): 47—54.
- [5] WANG S, ZHU F. Formulation and Quality Attributes of Quinoa Food Products[J]. Springer US, 2016, 9(1): 49—68.
- [6] PIHLAVA J M. Flavonoids and other Phenolic Compounds in Andean Indigenous Grains: Quinoa (*Chenopodium Quinoa*), Kañiwa (*Chenopodium Pallidicaule*) and Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*)[J]. Food Chemistry, 2010, 120(1): 128—133.
- [7] LI G, ZHU F. Quinoa Starch: Structure, Properties, and Applications[J]. Carbohydrate Polymers, 2018, 1(181): 851—861.
- [8] 徐天才, 和桂青, 李兆光, 等. 不同海拔藜麦的营养成分差异性研究[J]. 中国农学通报, 2017, 33(17): 129—133.
XU Tian-cai, HE Gui-qing, LI Zhao-guang, et al. Nutritional Components in *Chenopodium Quinoa* at Different Elevations[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2017, 33(17): 129—133.
- [9] 赵亚东. 青海藜麦资源营养品质评价及功能成分与抗氧化活性研究[D]. 西宁: 青海大学, 2018: 1—76.
ZHAO Ya-dong. Nutritional Quality Evaluation and Study of the Functional Compositions and Antioxidant Activities in Quinoa from Qinghai[D]. Xining: Qinghai University, 2018: 1—76.
- [10] 邓俊琳, 夏陈, 张盈娇, 等. 拉萨藜麦的营养成分分析与比较[J]. 中国食物与营养, 2017, 23(9): 55—58.
DENG Jun-lin, XIA Chen, ZHANG Ying-jiao, et al. Nutrition Composition Analysis on Quinoa Cultivated in Lasa[J]. Food and Nutrition in China, 2017, 23(9): 55—58.
- [11] 张婷婷, 吴恩凯, 龚加顺. 香格里拉藜麦品质成分分析[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(24): 147—151.
ZHANG Ting-ting, WU En-kai, GONG Jia-shun. Analysis of Quality Components of Quinoa in Shan-

- gri-La[J]. Food Research and Development, 2017, 38(24): 147—151.
- [12] 卢宇, 张美莉, 王欣, 等. 内蒙古藜麦的营养成分分析及评价[J]. 中国食物与营养, 2017, 23(9): 50—54.
LU Yu, ZHANG Mei-li, WANG Xin, et al. Nutritional Components Analysis and Quality Evaluation on Quinoa Cultivated in Inner Mongolia[J]. Food and Nutrition in China, 2017, 23(9): 50—54.
- [13] 陆红法, 张永正, 方美娟. 浙江庆元高山藜麦营养成分分析[J]. 浙江师范大学学报(自然科学版), 2017, 40(4): 441—445.
LU Hong-fa, ZHANG Yong-zheng, FANG Mei-juan. Analysis on Nutritional Components of *Chenopodium Quinoa* from Qingyuan County Zhejiang Province[J]. Journal of Zhejiang Normal University (Natural Sciences), 2017, 40(4): 441—445.
- [14] PELLEGRINI M, LUCAS-GONZALES R, RICCI A, et al. Chemical, Fatty Acid, Polyphenolic Profile, Techno-functional and Antioxidant Properties of Flours Obtained from Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) Seeds[J]. Industrial Crops & Products, 2018, 111(1): 38—46.
- [15] 石振兴, 杨修仕, 么杨, 等. 60 份国内外藜麦材料子粒的品质性状分析[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 18(1): 88—93.
SHI Zhen-xing, YANG Xiu-shi, YAO Yang, et al. Quality Characters Analysis of the Seed of 60 Domestic and Overseas Quinoa Accessions[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2017, 18(1): 88—93.
- [16] PARK J H, LEE Y J, KIM Y H, et al. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) Seeds Cultivated in Korea[J]. Preventive Nutrition and Food Science, 2017, 22(3): 195—202.
- [17] LAMOTHE L M, SRICHUWONG S, REUHS B L, et al. Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) and Amaranth (*Amaranthus Caudatus* L) Provide Dietary Fibres High in Pectic Substances and Xyloglucans[J]. Food Chemistry, 2015, 167: 490—496.
- [18] JASIM A, LINU T, ALI A Y, et al. Rheological, Structural and Functional Properties of High-pressure Treated Quinoa Starch in Dispersions[J]. Carbohydrate Polymers, 2018, 1(197): 649—657.
- [19] MUFARI J R, MIRANDA-VILLA P P, CALANDRI E L. Quinoa Germ and Starch Separation by Wet Milling, Performance and Characterization of the Fractions[J]. LWT-food Science and Technology, 2018, 1(96): 527—534.
- [20] ABUGOCH J L E. Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd): Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties[J]. Advances in Food & Nutrition Research, 2009, 58(9): 1—31.
- [21] ALTUNA L, MARÍA L H, MARÍA L F. Synthesis and Characterization of Octenyl Succinic Anhydride Modified Starches for Food Applications. a Review of Recent Literature[J]. Food Hydrocolloids, 2018, 80: 97—110.
- [22] DAKHILI S, ABDOLALIZADEH L, HOSSEINI M S, et al. Quinoa Protein: Composition, Structure and Functional Properties[J]. Food Chemistry, 2019, 299: 125—161.
- [23] 王龙飞, 王新伟, 赵仁勇. 藜麦蛋白的特点、性质及提取的研究进展[J]. 食品工业, 2017, 38(7): 255—258.
WANG Long-fei, WANG Xin-wei, ZHAO Ren-yong. A Review of Characteristic, Properties and Extraction of Quinoa Protein[J]. The Food Industry, 2017, 38(7): 255—258.
- [24] REPO-CARRASCO R, ESPINOZA C, JACOBSEN S E. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium Pallidicaule*)[J]. Food Reviews International, 2003, 19(1): 179—189.
- [25] ABUGOCH L E, ROMERO N, CRISTIÁN A T, et al. Study of Some Physicochemical and Functional Properties of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) Protein Isolates[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(12): 4745—4750.
- [26] ALUKO R E, MONU E. Functional and Bioactive Properties of Quinoa Seed Protein Hydrolysates[J]. Journal of Food Science, 2006, 68(4): 1254—1258.
- [27] LÓPEZ D N, GALANTE M, RAIMUNDO G, et al. Functional Properties of Amaranth, Quinoa and Chia Proteins and the Biological Activities of Their Hydrolysates[J]. Food Research International, 2018, 56(1): 1—11.
- [28] VALENZUELA C, ABUGOCH L, TAPIA C, et al. Effect of Alkaline Extraction on the Structure of the Protein of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) and its Influence on Film Formation[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2013, 48(4): 843—849.
- [29] ROBLEDÓ N, VERA P, LÓPEZ L, et al. Thymol Nanoemulsions Incorporated in Quinoa Protein/Chitosan Edible Films; Antifungal Effect in Cherry Tomatoes[J]. Food Chemistry, 2018, 246: 211—219.
- [30] 何海芬, 朱统臣, 林飞武. 藜麦在化妆品中的应用前景[J]. 广东化工, 2018, 45(2): 120—122.
HE Hai-fen, ZHU Tong-chen, LIN Fei-wu. Application Prospect of Quinoa in Cosmetics[J]. Guangdong Chemical Industry, 2018, 45(2): 120—122.
- [31] TANG Y, LI X, ZHANG B, et al. Characterisation of Phenolics, Betanins and Antioxidant Activities in Seeds of Three *Chenopodium Quinoa* Willd Genotypes[J]. Food Chemistry, 2015, 166: 380—388.
- [32] CARCIOCHI R A, MANRIQUE G D, DIMITROV K. Optimization of Antioxidant Phenolic Compounds Extraction from Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) Seeds[J].

- Journal of Food Science and Technology, 2015, 52(7): 4396—4404.
- [33] ABDERRAHIM F, HUANATICO E, SEGURA R, et al. Physical Features, Phenolic Compounds, Betalains and Total Antioxidant Capacity of Coloured Quinoa Seeds (*Chenopodium Quinoa* Willd) from Peruvian Altiplano [J]. Food Chemistry, 2015, 183: 83—90.
- [34] ROCCHETTI G, CHIODELLI G, GIUBERTI G, et al. Evaluation of Phenolic Profile and Antioxidant Capacity in Gluten-free Flours[J]. Food Chemistry, 2017, 228: 367—373.
- [35] ZHANG H, TSAO R. Dietary Polyphenols, Oxidative Stress and Antioxidant and Anti-inflammatory Effects[J]. Current Opinion in Food Science, 2016, 1(8): 33—42.
- [36] NICKEL J, SPANIER L P, BOTELHO F T, et al. Effect of Different Types of Processing on the Total Phenolic Compound Content, Antioxidant Capacity, and Saponin Content of Willd Grains[J]. Food Chemistry, 2016, 209: 139—143.
- [37] 梁霞, 周柏玲, 刘森, 等. 响应面法优化藜麦总皂苷提取工艺研究[J]. 中国粮油学报, 2017, 32(11): 40—46.
- LIANG Xia, ZHOU Bai-ling, LIU Sen, et al. Extraction of Total Saponins of Quinoa by Response Surface Methodology[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2017, 32(11): 40—46.
- [38] RIDOUT C L, PRICE K R, DUPONT M S, et al. Quinoa Saponins-analysis and Preliminary Investigations into the Effects of Reduction by Processing[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1991, 54(2): 165—176.
- [39] 杜静婷. 藜麦种皮皂苷的提取、纯化、抗氧化、抑菌及皂苷元成分鉴定[D]. 太原: 山西大学, 2017: 1—59.
- DU Jing-ting. Extraction, Purification, Antioxidant and Antimicrobial of Saponin in *Chenopodium Quinoa* Willd. Seed Coat and Component Identification of Aglycone[D]. Taiyuan: Shanxi University, 2017: 1—59.
- [40] NESLIHAN B, SEHER K, SEBNEM T. Investigation of the Effects of Using Quinoa Flour on Gluten-free Cake Batters and Cake Properties[J]. Journal of Food Science and Technology, 2019, 56(2): 683—694.
- [41] ZEVALLOS V F, HERENCIA L I, CHANG F, et al. Gastrointestinal Effects of Eating Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) in Celiac Patients[J]. The American Journal of Gastroenterology, 2014, 109(2): 270—278.
- [42] MADHUJITH T, SHAHIDI F. Optimization of the Extraction of Antioxidative Constituents of Six Barley Cultivars and Their Antioxidant Properties[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(21): 8048—8057.
- [43] 董志伟, 乔友林, 李连弟, 等. 中国癌症控制策略研究报告[J]. 中国肿瘤, 2002, 11(5): 4—14.
- DONG Zhi-wei, QIAO You-lin, LI Lian-di, et al. China Cancer Control Strategy Research Report [J]. Acta Academiae Medicinae Sinicae, 2002, 11(5): 4—14.
- [44] MARMOUZI I, MADANI N E, CHARROUF Z, et al. Proximate Analysis, Fatty Acids and Mineral Composition of Processed Moroccan *Chenopodium Quinoa* Willd and Antioxidant Properties According to the Polarity[J]. Phytothérapie, 2015, 13(2): 110—117.
- [45] PASKO P, BARTON H, ZAGRODZKI P, et al. Effect of Diet Supplemented with Quinoa Seeds on Oxidative Status in Plasma and Selected Tissues of High Fructose-fed Rats[J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2010, 65(2): 146—151.
- [46] 应捷, 于康. 植物甾醇降脂机制和效果的系统综述及 Meta 分析[J]. 中华临床营养杂志, 2017, 25(6): 335—348.
- YING Jie, YU Kang. Low Density Lipoprotein-cholesterol Lowering Mechanism and Blood Lipid Profile Managing Effect of Phytosterol in Healthy Normal and Hypercholesterolemia: a Meta-analysis of Randomly Controlled Trials[J]. Chinese Journal of Clinical Nutrition, 2017, 25(6): 335—348.
- [47] 陈光, 孙旸, 王刚, 等. 藜麦全植株的综合利用及开发前景[J]. 吉林农业大学学报, 2018, 40(1): 1—6.
- CHEN Guang, SUN Yang, WANG Gang, et al. Comprehensive Utilization and Development Prospect of Whole-plant *Chenopodium Quinoa*[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2018, 40(1): 1—6.
- [48] RUALES J, NAIR B M. Effect of Processing on in Vitro Digestibility of Protein and Starch in Quinoa Seeds[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2007, 29(4): 449—456.
- [49] 石振兴. 国内外藜麦品质分析及其减肥活性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016: 1—63.
- SHI Zhen-xing. Quality Analysis of Domestic and Foreign Quinoa Assessments and the Anti-obesity Activity Research[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences Dissertation, 2016: 1—63.
- [50] WAN X, LIU H, SUN Y, et al. Lunasin: A Promising Polypeptide for the Prevention and Treatment of Cancer[J]. Oncology Letters, 2017, 1(13): 3997—4001.
- [51] 姚惠源. 国内外粮食加工产业的现况和发展趋势[J]. 粮食加工, 2017, 42(3): 1—4.
- YAO Hui-yuan. Current Status and Development Trend of Grain Processing Industry at Home and Abroad[J]. Grain Processing, 2017, 42(3): 1—4.
- [52] 董艳辉, 秦永军, 吴慎杰, 等. 一种藜麦即食发酵粥及其制备方法: 中国, 109007583A[P]. 2018-12-18.
- DONG Yan-hui, QIN Yong-jun, WU Shen-jie, et al. A Kind of Quinoa Instant Fermented Porridge and its Preparation Method: China, 109007583A[P]. 2018-12-18.
- [53] LORUSSO A, VERNI M, MONTEMURRO M, et al.

- Use of Fermented Quinoa Flour for Pasta Making and Evaluation of the Technological and Nutritional Features[J]. LWT-food Science and Technology, 2017, 78: 215—221.
- [54] 罗旭. 一种藜麦营养保健面条的制备方法: 中国, 107874099A[P]. 2018-04-06.
LUO Xu. A Method for Preparing Quinoa Nutritional Health Noodles: China, 107874099A[P]. 2018-04-06.
- [55] 刘继明. 一种藜麦大豆方便面及其制备方法: 中国, 108522989A[P]. 2018-09-14.
LIU Ji-ming. A Kind of Instant Noodles with Quinoa Soybean and its Preparation Method: China, 108522989A[P]. 2018-09-14.
- [56] ROTHSCCHILD J, ROSENTRATER K A, ONWULATA C, et al. Influence of Quinoa Roasting on Sensory and Physicochemical Properties of Allergen-free, Gluten-free Cakes[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2015, 50(8): 1873—1881.
- [57] FLACH GM, DANELLI D, MARCHI D M L, et al. Nutritional and Technological Evaluation of Bread Made with Quinoa Flakes (*Chenopodium Quinoa* Willd)[J]. Journal of Food Processing & Preservation, 2015, 41(2): 1—8.
- [58] 李美凤, 刘娟汝, 杜蓉蓉, 等. 藜麦曲奇饼干的研发[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(5): 171—173.
LI Mei-feng, LIU Juan-ru, DU Rong-rong, et al. Study on the Technology of Quinoa Cookies[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2019, 47(5): 171—173.
- [59] 任贵兴, 刘羽桐, 赵增伟, 等. 一种藜麦苏打饼干及其制作方法: 中国, 109090185A[P]. 2018-12-28.
RENGui-xing, LIU Yu-tong, ZHAO Zeng-wei, et al. A Quinoa Soda Cracker and its Making Method: China, 109090185A[P]. 2018-12-28.
- [60] JAN K N, PANESAR P S, SINGH S. Optimization of Antioxidant Activity, Textural and Sensory Characteristics of Gluten-free Cookies Made from Whole Indian Quinoa Flour[J]. LWT-food Science and Technology, 2018, 93: 573—582.
- [61] SCHUMACHER A B, BRANDELLI A, MACEDO F C, et al. Chemical and Sensory Evaluation of Dark Chocolate with Addition of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd)[J]. Journal of Food Science and Technology, 2010, 47(2): 202—206.
- [62] KORDIALIKBOGACKA E, BOGDAN P, PIELECHPRZYBYLSKA K, et al. Suitability of Unmalted Quinoa for Beer Production[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2018, 98(13): 5027—5036.
- [63] 曹敬华, 朱正军, 陈茂彬, 等. 一种藜麦清香型白酒及其酿造方法: 中国, 108441373A[P]. 2018-08-24.
CAO Jing-hua, ZHU Zheng-jun, CHEN Mao-bin, et al. A Quinoa Fragrance-type Liquor and its Brewing Method: China, 108441373A[P]. 2018-08-24.
- [64] 刘浩, 胡一波, 任贵兴. 杂粮黄酒的氨基酸组成评价及抗氧化研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(19): 343—346.
LIU Hao, HU Yi-bo, REN Gui-xing. Amino Acid Composition Analysis and Antioxidant Research of Chinese Coarse Cereal Wine[J]. Science and Technology of Food Industry, 2015, 36(19): 343—346.
- [65] 刘晓艳, 杨国力. 藜麦味噌酿造工艺及其酱粉的研制[J]. 中国调味品, 2017, 42(2): 93—96.
LIU Xiao-yan, YANG Guo-li. The Technology of Quinoa Miso Sauce and Powder[J]. China Condiment, 2017, 42(2): 93—96.
- [66] 中村和夫, 宋钢. 在藜麦上接种蘑菇菌丝的藜麦酱酿造[J]. 中国酿造, 2016, 35(3): 169.
NAKAMURA K, SONG Gang. Quinoa Sauce Inoculated with Mushroom Hyphae on Buckwheat[J]. China Brewing, 2016, 35(3): 169.
- [67] ZANNINI E, JESKE S, LYNCH K, et al. Development of Novel Quinoa-based Yoghurt Fermented with Dextran Producer, Weissellacibaria, MG1[J]. International Journal of Food Microbiology, 2018, 268: 19—26.
- [68] 吕莹, 樊欣月, 孙潇雨. 一种代餐藜麦乳饮品及其制备方法: 中国, 108770932A[P]. 2018-11-09.
LYU Ying, FAN Xin-yue, SUN Xiao-yu. Meal Replacement Quinoa Milk Drink and Preparation Method Thereof: China, 108770932A[P]. 2018-11-09.
- [69] 何兴芬, 杨富民, 张明霞, 等. 藜麦南瓜复合粉配方的优化[J]. 现代食品科技, 2019, 35(4): 215—222.
HE Xing-fen, YANG Fu-min, ZHANG Ming-xia, et al. Optimization of Quinoa and Pumpkin Compound Powder Formula[J]. Modern Food Science & Technology, 2019, 35(4): 215—222.
- [70] 苏育攀. 一种藜麦奶茶及其制备方法: 中国, 108497115A[P]. 2018-09-07.
SU Yu-pan. A Kind of Quinoa Milk Tea and its Preparation Method: China, 108497115A[P]. 2018-09-07.
- [71] 万燕, 赵钢, 向达兵, 等. 一种藜麦冰淇淋及其制备方法: 中国, 108634086A[P]. 2018-10-12.
WAN Yan, ZHAO Gang, XIANG Da-bing, et al. A Quinoa Ice Cream and its Preparation Method: China, 108634086A[P]. 2018-10-12.
- [72] 延莎, 毛晓慧, 杨莉榕, 等. 不同蒸煮方式对藜麦营养特性及风味的影响[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(4): 20—26.
YAN Sha, MAO Xiao-hui, YANG Li-rong, et al. Effects of Different Cooking Methods on Nutritional Properties and Flavor of Quinoa[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2018, 33(4): 20—26.
- [73] KIRINUS P, COPETTI C, OLIVEIRA V R. Using of Soy Bean (*Glycine max*) and Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) Flour to Make Homemade Pasta Without Gluten/Utilizacao de Farinha de Soja (*Glycine max*) e de Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) no Preparo de Macarrao Caseiro Sem Gluten[J]. Alimentos E Nu-

- trição, 2010, 21(4): 555—561.
- [74] BRADY K, HO C T, ROSEN R T, et al. Effects of Processing on the Nutraceutical Profile of Quinoa[J]. Food Chemistry, 2007, 100(3): 1209—1216.
- [75] 李慧, 马薇, 张美莉. 玉米藜麦饼干配方的优化[J]. 食品工业, 2018, 39(9): 122—126.
- LI Hui, MA Wei, ZHANG Mei-li. Formula Optimization of Corn and Quinoa Biscuit[J]. The Food Industry, 2018, 39(9): 122—126.
- [76] 付丽红, 唐琳清. 紫薯藜麦饼干配方的研制[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(9): 57—61.
- FU Li-hong, TANG Lin-qing. Study on the Formulation of Purple Potato-Quinoa Biscuits[J]. Food Research and Development, 2018, 39(9): 57—61.
- [77] 张铁华, 周欣慧, 陈玲. 一种人参藜麦饼干: 中国, 105660799A[P]. 2016-06-15.
- ZHANG Tie-hua, ZHOU Xin-hui, CHEN Ling. A Ginseng Quinoa Biscuit: China, 105660799A[P]. 2016-06-15.
- [78] 郝亭亭, 唐琳清, 刘瑶, 等. 新型藜麦杂粮面包工艺研究[J]. 农产品加工, 2017(2): 24—28.
- HAO Ting-ting, TANG Lin-qing, LIU Yao, et al. Study on a New Type of Quinoa Grain Bread[J]. 农产品加工, 2017(2): 24—28.
- [79] RIZZELLO C G, LORUSSO A, RUSSO V, et al. Improving the Antioxidant Properties of Quinoa Flour Through Fermentation with Selected Autochthonous Lactic Acid Bacteria[J]. International Journal of Food Microbiology, 2017, 241: 252—261.
- [80] 张园园. 藜麦—小麦混粉面团流变学特性及藜麦面包工艺优化[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2017: 1—55.
- ZHANG Yuan-yuan. Quinoa-Wheat Mixed Flour Dough Rheological Properties and the Process Optimization of Quinoa Bread[D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2017: 1—55.
- [81] VILCACUNDOR, HERNÁNDEZ-LEDESMAB. Nutritional and Biological Value of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd)[J]. Current Opinion in Food Science, 2017, 14: 1—6.
- [82] 卞猛, 周广田. 藜麦啤酒糖化工艺研究[J]. 中国酿造, 2017, 36(11): 180—184.
- BIAN Meng, ZHOU Guang-tian. Optimization of Saccharification Process of Quinoa Beer[J]. China Brewing, 2017, 36(11): 180—184.
- [83] 时政, 高丙德, 郭晓恒, 等. 藜麦酸奶的制备工艺研究[J]. 食品工业, 2017, 38(4): 125—128.
- SHI Zheng, GAO Bing-de, GUO Xiao-heng, et al. Study on Preparation of Quinoa Yogurt[J]. The Food Industry, 2017, 38(4): 125—128.
- [84] LUDENAF U, GARCÍAS T, TOLONEN T, et al. Development of a Fermented Quinoa-based Beverage[J]. Food Science & Nutrition, 2017, 5: 602—608.
- [85] MOTTA C, DELGADO I, MATOS A S, et al. Foliates in Quinoa (*Chenopodium Quinoa*), Amaranth (*Amaranthus* spp) and Buckwheat (*Fagopyrum Esculentum*): Influence of Cooking and Malting[J]. Journal of Food Composition & Analysis, 2017, 64: 181—187.
- [86] 张雪春, 廖靖怡, 谢颖欣, 等. 藜麦提取物的抗氧化活性及藜麦红豆复合饮料的研制[J]. 生物加工过程, 2018, 16(3): 91—101.
- ZHANG Xue-chun, LIAO Jing-yi, XIE Ying-xin, et al. Determination of in Vitro Antioxidant Capacity of Quinoa Extracts and Preparation of Azuki Bean-quinoa Beverage[J]. Chinese Journal of Bioprocess Engineering, 2018, 16(3): 91—101.
- [87] 陈树俊, 庞震鹏, 刘晓娟, 等. 小米-藜麦饮品液化糖化及稳定剂配方研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(15): 249—255.
- CHEN Shu-jun, PANG Zhen-peng, LIU Xiao-juan, et al. Study on the Conditions of Liquefaction, Saccharification and Stabilizer Formula in Millet-quinoa Beverage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(15): 249—255.
- [88] 李兴, 赵江林, 唐晓慧, 等. 藜麦红枣复合饮料的研制[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(18): 82—87.
- LI Xing, ZHAO Jiang-lin, TANG Xiao-hui, et al. Development on Compound Beverage of Quinoa and Red Jujube[J]. Food Research and Development, 2018, 39(18): 82—87.
- [89] 董惠钧, 王素珍, 李荣荣. 一种藜麦金针菇蛋白饮料及其制备工艺: 中国, 105054186A[P]. 2015-11-18.
- DONG Hui-jun, WANG Su-zhen, LI Rong-rong. Quinoa Flammulina Velutipes Protein Beverage and its Preparation Process: China, 105054186A[P]. 2015-11-18.
- [90] CEREZAL M P, ACOSTA B E, ROJAS V G, et al. Development of a High Content Protein Beverage from Chilean Mesquite, Lupine and Quinoa for the Diet of Pre-schoolers[J]. Nutricion Hospitalaria, 2012, 27(1): 232—243.