

Application of Representative New Types of Vegetal Proteins

Lisha Yi¹, Yuzhen Li¹, Zhihua Wu¹, Jing Wang², Hairong Xiong¹, Qinghua Liu¹, Rui Qin¹, Hong Liu^{1*}

¹Key Laboratory for Protection and Application of Special Plant Germplasm in Wuling Area of Hubei Province, South-Central University for Nationalities, Wuhan Hubei

²Engineering Research Center of CAAS for Dual Protein, Institute of Food and Nutrition Development, Ministry of Agriculture, Beijing

Email:2018110278@mail.scuec.edu.cn, *3032307@mail.scuec.edu.cn

Received: Jan. 28th, 2019; accepted: Feb. 12th, 2019; published: Feb. 20th, 2019

Abstract

Due to the influence of history, geography and other objective factors, the food in most regions of China is dominated by vegetal proteins, which have formed their unique application characteristics in the long-term production and practice. With the establishment of the Dual Protein project in the "national nutrition program", how to make full use of the existing plant source protein in China has become one of the main research topics. This paper makes a preliminary summary and systematic overview of the characteristics and applications of several kinds of new plant source protein in China.

Keywords

New Types of Vegetal Proteins, Protein Extraction, Vegetable Protein Products

代表性新型植物源蛋白的应用概况

易丽莎¹, 李雨臻¹, 吴智华¹, 王靖², 熊海容¹, 刘庆华¹, 覃瑞¹, 刘虹^{1*}

¹中南民族大学, 武陵山区特色资源植物种质保护与利用湖北省重点实验室, 湖北 武汉

²农业部食物与营养发展研究所, 中国农业科学院双蛋白工程技术研究中心, 北京

Email:2018110278@mail.scuec.edu.cn, *3032307@mail.scuec.edu.cn

收稿日期: 2019年1月28日; 录用日期: 2019年2月12日; 发布日期: 2019年2月20日

摘要

由于历史、地理等客观因素影响, 我国绝大多数地区的食物以植物源蛋白为主, 在长期生产与实践过程

*通讯作者。

文章引用: 易丽莎, 李雨臻, 吴智华, 王靖, 熊海容, 刘庆华, 覃瑞, 刘虹. 代表性新型植物源蛋白的应用概况[J]. 植物学研究, 2019, 8(2): 151-157. DOI: 10.12677/br.2019.82020

中形成了自己独特的应用特色。随着双蛋白工程在“国民营养计划”中的确立，如何充分利用我国现有植物源蛋白成为主要研究课题之一，本文对我国几种新型的植物源蛋白特性及应用进行了初步归纳与系统概述。

关键词

新型植物源蛋白质，蛋白质提取，植物蛋白制品

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

蛋白质是人类最重要的营养物质之一，是维持生命活动的基础物质。据联合国粮农组织(FAO)研究表明，成年人每天摄取蛋白质应在 75 g 以上[1]，而我国目前人均水平还没达到此标准。近年来，我国人民生活质量提高，营养供给能力显著增强，国民营养健康状况明显改善。但仍然面临居民营养不足与过剩并存的问题，特别是不健康的生活方式导致的蛋白质摄入不足、氨基酸比例失调的问题[2]。为了解决上述问题，贯彻落实“国民营养计划”，提高国民营养健康水平，我国开始实施“中国特色双蛋白工程”，在全民中推广“以植物蛋白为主，动物蛋白为辅”的优质双蛋白食品，因此，对于优质植物源蛋白的发掘和应用将是一个紧迫而长远的主题。

植物源蛋白营养成分与动物蛋白相仿，但植物蛋白质外周有纤维薄膜包裹从而使得植物蛋白质较动物蛋白难以消化。但经过加工后的植物蛋白不仅更容易被人体所吸收，而且由于植物蛋白质几乎不含胆固醇和饱和脂肪酸，所以更加健康养生[3]。同时，植物蛋白质的加工成本相对动物蛋白质更低，周期也更短，因此植物蛋白质进行加工利用可以解决蛋白质供应不足的问题。目前对于很多植物源蛋白都有较为成熟的研究和应用，如大豆蛋白，小麦蛋白，花生蛋白等，但是单一的植物源蛋白不能完全满足人体对氨基酸的需求，因此对新型植物源蛋白的开发和利用很有必要。

2. 植物源蛋白概述

2.1. 植物源蛋白的营养功能

从营养学的角度来看，蛋白质可以分为完全蛋白质、半完全蛋白质和不完全蛋白质三类。完全蛋白质是指所含的必需氨基酸种类齐全，数量和比例都很合适的蛋白质，动物蛋白多为完全蛋白质，而植物中的完全蛋白质较少，代表性的有大豆蛋白。植物源蛋白多为半完全蛋白质和不完全蛋白质，如大米蛋白、小麦蛋白、土豆、干果中的蛋白质为半完全蛋白质，这类蛋白质中所含的必需氨基酸种类不够齐全，数量多少不均，比例不太合适，不能完全满足人体的营养需要。而不完全蛋白质是指那些所含有的必需氨基酸种类不全，既不能维持生命也不能促进生长发育的一类蛋白质，如玉米蛋白主要是色氨酸和赖氨酸不足，花生蛋白主要是缺乏蛋氨酸[4]。

植物源蛋白不仅作为重要的营养来源，还能起到一些保健药用的功效，如抗高血压、降胆固醇，抗肿瘤、抗微生物，预防慢性疾病[5]。如研究发现，许多植物蛋白的酶解产物都可显著降低血清胆固醇含量，饲料中添加大豆分离蛋白配合高钙饮食可显著降低大鼠的血脂和胆固醇水平[6]。其他蛋白的一些特性功效在表 1 中展示。

Table 1. Common plant protein
表 1. 常见植物蛋白质

植物蛋白质种类	蛋白含量	功能特性
谷类蛋白	小麦蛋白	12%左右 小麦的胚芽中还含有一些蛋白, 其蛋白质含量高达 30%左右, 小麦胚芽蛋白是一种完全蛋白, 含有人体必需 8 种氨基酸和 2 种半必需氨基酸, 占总氨基酸 34.7% [7], 且易于被人体吸收。
	大米蛋白	7%~8% 大米分离蛋白对遗传性高胆固醇小鼠模型动脉粥样硬化有一定抑制作用, 可降低动脉粥样硬化对动脉破坏的程度[8]。
	玉米蛋白	8.5%左右 玉米蛋白粉中玉米黄素具有抗白内障的作用, 并且具有抗癌、增强免疫等生物功能, 玉米黄素还可显著降低心血管疾病如冠心病和心肌梗塞的发病率[9]。
	燕麦蛋白	15%左右 燕麦富含优质蛋白质, 优质蛋白的含量在 11.3%~19.9%, 大都在 16%左右, 在粮食作物中居首位, 赖氨酸和精氨酸含量较高, 其中必需氨基酸组成与每日摄取量的标准基本相同, 是所有谷物中氨基酸最平衡的食品, 可有效地促进人体生长发育[10]。
豆类蛋白	大豆蛋白	40%左右 大豆肽是由大豆蛋白酶解制得, 具有低抗原性、能抑制膳食中胆固醇的吸收, 降低血清胆固醇浓度、促进脂质代谢、抗疲劳、抗氧化及抑制血小板聚集等功能[11]。
	芸豆蛋白	20%~30% 任海伟研究了超滤条件对芸豆蛋白酶解产物抗氧化活性的影响, 研究表明, 超滤后的酶解组分的 DPPH 自由基清除率在各浓度梯度下, 抗氧化活性均得到了提高[12]。
	蚕豆蛋白	30%左右 与大豆高蛋白、富脂肪的特点相比, 蚕豆则是一种富淀粉、低脂肪、高蛋白的作物。蚕豆蛋白中氨基酸种类齐全, 8 种必需氨基酸中, 除蛋氨酸和色氨酸含量稍低外, 其余 6 种含量均高, 尤以赖氨酸含量丰富, 是小麦的 3 倍[13]。
	黑豆蛋白	36%左右 黑豆蛋白质中的赖氨酸、蛋氨酸等含量均高于其他色泽大豆, 被认为是一种潜在的优质蛋白, 常食黑豆能软化血管、滋润皮肤、延缓衰老, 具有丰富的营养价值及药用价值。Patrick [14]等用层析法从黑豆中分离到一种具有明显的抗真菌活性的蛋白质, 称为 glysojanin, 该物质对尖孢镰刀菌和花生球腔菌等多种真菌都有抑制作用, 其活性高于常见的抗真菌物质如壳多糖酶、植物血凝素。
油料种子蛋白	花生蛋白	26%~29% 花生中的蛋白质与动物蛋白质差异不大, 胆固醇含量低, 比牛奶、猪肉、鸡蛋的蛋白质含量都高, 在植物蛋白质中仅次于大豆蛋白。与大豆蛋白质相比, 花生蛋白质有着较高的可消化率, 达到 90%, 极易被人体吸收, 所含的胰蛋白酶抑制因子的量仅为大豆的 20% [15]。
	核桃蛋白	15%左右 核桃仁粗蛋白含量一般在 15%左右, 主要由谷蛋白、球蛋白、清蛋白和醇溶谷蛋白 4 类蛋白质构成[16]。核桃蛋白质中含有 18 种氨基酸成分, 包含人体不能自身合成的 8 种必需氨基酸, 其中谷氨酸和精氨酸含量高, 大多数是疏水性氨基酸和酸性氨基酸[17]。
	油菜籽蛋白	25%左右 在植物蛋白质中, 油菜籽蛋白的营养价值最高, 没有限制性氨基酸, 特别是含有许多在大豆中含量不足的含硫氨基酸[3]。
瓜果类蛋白	南瓜叶蛋白	30%左右 南瓜叶蛋白的第一限制氨基酸为异亮氨酸, 其他氨基酸的含量均高于同种氨基酸的理想含量。其化学评分为 91, 低于鸡蛋蛋白, 但是都高于大米、马铃薯这些常见食用资源[18]。
	椰子蛋白	4%~8% Mepba 等[19]的研究表明, 椰子贮藏蛋白可有效降低小鼠血液中的胆固醇和血脂。Huang 等[20]研究了椰子贮藏蛋白对小鼠脂质代谢平衡的影响, 发现椰子蛋白具有降血脂的功能。
藻类蛋白	螺旋藻蛋白	22%左右 螺旋藻中主要的蛋白是藻蓝蛋白(phycoyanin, PC), 在螺旋藻中主要以藻胆蛋白体的形式存在, 其蛋白质含量高达 70%, 藻胆蛋白体由多种藻胆蛋白及连接蛋白或多肽组成[21], 含有人体所必需的苏氨酸、赖氨酸等, 同时螺旋藻蛋白极易被人体吸收利用, 具有很高的营养价值。

2.2. 植物源蛋白的提取方法

目前植物源蛋白质提取方法主要有酶解法、酸提法和碱提法、醇提法和水提法、等电点沉淀法、超声波提取法等。其中碱提法是国内外提取植物蛋白的主要方法。有学者提出响应面法可以优化超声波提取法[22]。蛋白质的浓缩方法有酸沉法、醇沉法及超滤法。在实际的生产应用中这些提取方法会混合使用以提高提取率。

在蚕豆蛋白的提取中,赵东海[23]等进行了酸提法和碱提法的实验,并作出了对比。他们发现,在相同的条件下,碱提取比酸提取好,且并不是碱性越强越好。王艳萍[24]等进行了超声波提取法的实验。发现在料液比为 1:12 (g/ml)、pH 6.0、超声提取功率 660 W、超声提取处理时间 20 min 时,蛋白的提取率最好,可达 89.17%。李雪琴[25]等利用优化后的缓冲溶液提取蚕豆蛋白,可得到纯度达 99%的蚕豆球蛋白和 75%的清蛋白。黄威[26]等对南瓜叶蛋白提取上,对水洗脱法、酸洗脱法、醇洗脱法、水-醇洗脱法、酸-醇洗脱法的蛋白质提取效率进行了比较。结果显示浓缩效果大小为:酸-醇洗脱法 > 水-醇洗脱法 > 醇洗脱法 > 酸洗脱法 > 水洗脱法,而利用酸-醇洗脱法在 4%浓度的乙酸 100℃ 浸提 3 min。再用 95%乙醇提 5 h 的条件下所得到的蛋白质得率综合效果最好。

3. 几种新型植物源蛋白

3.1. 谷物类——藜麦蛋白

藜麦,又称南美藜、印第安麦、奎藜及奎奴亚藜等,属苋科,原产于南美洲安第斯山区,是印加土著居民的传统植物[27]。联合国粮农组织认为藜麦是一种单体植物即可基本满足人体基本营养需求的食物,正式推荐藜麦为最适宜人类的全营养食品,它曾一度被誉为“超级谷物”[28]。

藜麦蛋白质的含量为 15%,高于大麦、水稻、玉米等一些常规作物,与小麦蛋白质含量相当[29],它的品质在一定程度上能与一些动物蛋白相比,如脱脂奶粉和肉类,是素食者的良好选择。藜麦蛋白主要是由清蛋白和球蛋白组成(占总蛋白质的 44%~77%),醇溶蛋白和谷蛋白含量较低[30],所以藜麦蛋白溶解性好,容易被人吸收利用[31]。而且藜麦蛋白的氨基酸含量比较均衡,它含有人体所需的 8 种氨基酸,并且好含有婴幼儿所需的组氨酸,可以说是一种全蛋白食品[32]。

3.2. 豆类——芸豆蛋白

芸豆籽粒富含蛋白质 20%~30% [33],含量比较高。芸豆蛋白含有 9 种人体必需氨基酸和组氨酸,属于全价蛋白质,常服可以降低心脏病、癌症和肥胖症的风险,在减肥方面有着很好的潜力[34] [35]。

不同品种的芸豆的蛋白氨基酸的比例相似,胱氨酸和蛋氨酸是限制性氨基酸,谷氨酸和天冬氨酸的含量最多。必需氨基酸占总氨基酸的比例大小为:白芸豆(62%)> 红芸豆(60%)> 黑芸豆 = 黄芸豆(57%)> 大豆蛋白(47%)> 饮食摄取量(35%)。并且芸豆的很多氨基酸含量都高于大豆[36]。

目前关于芸豆蛋白的研究主要集中在白芸豆和花芸豆上,如周大寨[37]等关于芸豆蛋白的提取及超滤分离研究,张丙云[38]等也研究了以碱溶酸沉法提取的白芸豆蛋白的分子组成、营养价值和功能特性,马文鹏[39]等的关于甘肃平凉的泾川白芸豆蛋白的提取及其营养价值评价,马雯[40]等的酰化对芸豆分离蛋白热学特性的影响。目前芸豆蛋白的应用主要是在减肥食品和保健食品上面。芸豆是一种高镁、高钾、低钠食品,果壳、籽、根都可入药。陈晓萌[42]等研究了红芸豆表明芸豆清蛋白具有降低血糖、血脂的作用,可以很好的预防富贵病。

3.3. 油料种子类——核桃蛋白

核桃中含有 70%的油脂和 15%的核桃蛋白质,可消化率达到 84% [43]。核桃蛋白含有 18 种氨基酸,

其中包括所有的必需氨基酸,谷氨酸和精氨酸的含量较为突出[16]。对核桃蛋白质进行组分分离得到了清蛋白、谷蛋白、醇溶蛋白和球蛋白,它们的含量分别为7.54%,72.06%,4.73%,15.67% [44]。但是核桃蛋白相比其他的植物蛋白,核桃蛋白的热稳定性不强。研究表明核桃谷蛋白在10 min内就能被胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶。和胃蛋白酶在体外水解成相对分子质量较小的多肽,因此易消化。因为其消化率高和净蛋白比值较高被人们评为优质的植物蛋白质[16]。

我国核桃种植产量居世界第一。除了少量进口和当做鲜果销售以外,我国的核桃大部分都被用来制作核桃油、核桃粉等产品。核桃油在生产时会产生大量的核桃脱脂粕,但由于加工的方式不同,这些脱脂粕加工质量不好,蛋白质功能性差,导致了核桃蛋白的严重浪费。核桃蛋白的加工利用是一个有待解决的问题[44]。

3.4. 瓜果类——椰子蛋白

椰子蛋白质是来源丰富、营养价值较高、保健功能较好的优质蛋白质,开发潜力巨大[45]。椰子蛋白含有18种氨基酸,必需氨基酸配比合理,L-精氨酸含量较高(14.8 g/100g 蛋白) [46],前期的研究表明椰子蛋白具有降血脂、降低胆固醇、抑制高血脂症等保健功能[19] [20] [47]。

椰子蛋白的理化特性使其在食品工业中可以得到很好的利用,刘磊等[48]的研究表明,椰子分离蛋白的氨基酸含量丰富、配比合理,营养价值较高,而且有良好的溶解性、乳化性、起泡性和吸油性,可作为食品工业中的营养强化剂、乳化剂、起泡剂,并可添加到肉汤、香肠、冰激凌等食品中改善其质构。

3.5. 瓜果类——南瓜叶蛋白

南瓜的具有良好的栽培性,对环境的适应能力很强,且抗旱耐酸碱,在沙漠的酸碱地也适宜种植,具有防风固沙、改良土壤的环境的作用。南瓜的分布地区很广,品种众多、抗病虫性强、产量高生产成本低使其在我国被广泛栽培[49]。

南瓜叶是一种高蛋白资源,其粗蛋白含量可占全叶干基的35.68%,比全牛奶、精面粉、蚕豆蛋白含量都高,并与大豆蛋白相近,高于现在广泛用于生产叶蛋白制品的紫花苜蓿叶[18]。南瓜叶蛋白的氨基酸组成,与鸡蛋相比亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、胱氨酸、色氨酸的含量较高;与大豆蛋白相比亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、胱氨酸、缬氨酸含量较高;与马铃薯蛋白相比赖氨酸、蛋氨酸、胱氨酸、色氨酸、缬氨酸含量较高。可以看出,南瓜叶蛋白具有某些优势氨基酸,这些氨基酸含量高于大多数农作物蛋白中的含量。

南瓜叶蛋白的开发利用具有很好的前景,其原料成本低廉,加工方法简单,产品不仅可作为饲料,还可作为优质蛋白质添加到人类的食品中,它的研究和开发对于扩大食用蛋白质资源研究,进而改善我国居民营养缺乏有重要的作用[18]。

4. 新型植物源蛋白的应用展望

植物蛋白来源广泛、廉价、营养价值高、供应稳定,它所具有的优良特点也已经被逐渐应用于食品医药领域的各个方面。上述的几种新型植物源蛋白,以及正在开发的其他植物源蛋白,因其特殊的理化特性和营养功效,可作为食用膜、生物活性肽、食品添加剂、营养补充剂等,具有广阔的发展前景,势必在以后的食品工业及营养保健方面得到很好的应用。如何将这植物源蛋白充分开发并利用起来是一个亟待解决的问题,一些植物源蛋白虽然有极高的价值,但因为提取工艺复杂且效率较低,且产量不如常见的经济作物,从而限制了其大规模的生产应用。其次,如何优化蛋白质提取工艺以达到更安全,提取产物对人体无害,以及如何利用新技术探索植物源蛋白制品的风味,这些都是现在发展需要解决的问题。

题。

植物源蛋白以其优良的特性, 弥补了动物蛋白的一些不足, 深入了解其营养价值和功能特性, 提高植物源蛋白的利用率, 对于人类健康发展有着重要的意义。随着我国“双蛋白工程”的推进, 将植物源蛋白和动物源蛋白结合起来发挥最好的营养功效将是以后的持久主题, 也是提高我国国民营养健康水平的关键所在。

基金项目

国家科学技术部科技基础性工作专项重点项目资助(2014FY110100), 湖北省科技条件平台建设专项(2017BEC014), 武陵山区特色资源植物种质保护与利用(2018BFC360)。

参考文献

- [1] 陈福北, 何飞龙, 黄巧燕. 微波消解 ICP-AES/ICP-MS 法同时测定卷柏中的 24 种无机元素[J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 102-103.
- [2] 国务院办公厅印发《国民营养计划(2017~2030 年)》[J]. 食品与机械, 2017, 33(9): 220.
- [3] 张霞, 王峰. 植物蛋白质的特性及应用价值分析[J]. 现代农业科技, 2014(1): 289-291.
- [4] 刘大川. 植物蛋白工艺学[M]. 北京: 中国商业出版社, 1993.
- [5] 胡苗苗, 杨海霞, 曹炜, 徐抗震, 邓建军. 植物蛋白质资源的开发利用[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(8): 137-140.
- [6] Yeon-Sook-Lee, E.J. (2003) Dietary Soy Protein and Calcium Reduce Serum Lipid and Cholesterol in Rats Fed Fat-enriched Diets. *Nutraceuticals and Food*, **7**, 367-372.
- [7] 桑乃华. 小麦胚芽的营养价值及开发应用[J]. 粮食与油脂, 1992(1): 1-7.
- [8] 章海燕, 王立, 张晖. 大米蛋白研究进展[J]. 粮食与油脂, 2010(4): 4-5.
- [9] 付丙勇. 玉米蛋白粉的综合开发研究[J]. 发酵科技通讯, 2011, 40(1): 18-20.
- [10] 陈海华, 董海洲. 大麦的营养价值及其在食品工业中的开发利用[J]. 山东食品发酵, 2002(1): 28-30.
- [11] 陈琛. 大豆多肽的生物功能研究进展[J]. 饲料研究, 2010(5): 28-31.
- [12] 任海伟, 李志忠, 王鸣刚, 王玉丽. 超滤对芸豆蛋白酶解物抗氧化活性的影响[J]. 食品科学, 2009, 30(18): 212-216.
- [13] 王春明, 刘洋. 蚕豆组成及加工利用进展[J]. 农业机械, 2011(17): 91-93.
- [14] Ngai, P.H.K. and Ng, T.B. (2003) Purification of Glysojanin, an Antifungal Protein, from the Black Soybean Glycine soja. *Biochemistry and Cell Biology*, **81**, 387-394. <https://doi.org/10.1139/o03-068>
- [15] 郭珍, 陈复生, 张丽芬, 布冠好, 李彦磊. 花生蛋白提取技术及其在食品中的应用[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(24): 262-264.
- [16] 李俊南, 习学良, 熊新武, 杨建华, 张雨思. 核桃的营养保健功能及功能成分研究进展[J]. 中国食物与营养, 2018, 24(5): 60-64.
- [17] 张庆祝, 丁晓雯, 陈宗道, 阚健全, 赵国华. 核桃蛋白质研究进展[J]. 粮食与油脂, 2003(5): 21-23.
- [18] 黄威, 吴文标. 南瓜叶蛋白营养价值的化学评价[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(1): 151-154.
- [19] Mepba, H.D. and Achinewhu, S.C. (2003) Effects of Processing on Protein Nutritive Quality of Coconut *Cocos nucifera* Products. *Plant Foods for Human Nutrition*, **58**, 15-25.
- [20] Huang, J.M., Liu, X.Q., Lan, Q.X., et al. (2016) Proteomic Profile of Coconuts. *European Journal of Food Research and Technology*, **242**, 449-455.
- [21] 胡一兵, 胡鸿钧, 李夜光, 耿亚红. 从一种富含藻胆蛋白的螺旋藻中大量提取和纯化藻蓝蛋白的研究[J]. 武汉植物学研究, 2002(4): 299-302.
- [22] 郝涤非, 李西腾, 曹献鑫. 响应面法优化超声波法提取曲麻菜蛋白的研究[J]. 食品工业, 2018, 39(1): 101-105.
- [23] 赵东海, 张洪, 黄建韶. 蚕豆蛋白提取工艺的研究[J]. 食品与机械, 2005(2): 32-33.
- [24] 王艳萍, 李双喜, 程巧玲. 超声提取蚕豆蛋白的研究[J]. 食品研究与开发, 2008(5): 70-72.

- [25] 李雪琴, 苗笑亮, 裘爱泳. 蚕豆分离蛋白的制备及其功能性质研究[J]. 粮食与饲料工业, 2003(5): 41-43.
- [26] 黄威. 南瓜叶蛋白加工方法及其制品的安全性评价研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆市: 西南大学, 2010.
- [27] Graf, B.L., Rojas-Silva, P., Rojo, L.E., *et al.* (2015) Innovations in Health Value and Functional Food Development of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **14**, 431-445.
- [28] 王黎明, 马宁, 李颂, 王春玲, 刘晶鑫. 藜麦的营养价值及其应用前景[J]. 食品工业科技, 2014, 35(1): 381-384 + 389.
- [29] Wright, K.H., Pike, O.A., Fairbanks, D.J., *et al.* (2002) Composition of *Atriplex hortensis*, Sweet and Bitter *Chenopodium quinoa* Seeds. *Journal of Food Science*, **67**, 1383-1385. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10294.x>
- [30] Lindeboom, N., Chang, P.R., Falk, K.C., *et al.* (2005) Characteristics of Starch from Eight Quinoa Lines. *Cereal Chemistry*, **82**, 216-222. <https://doi.org/10.1094/CC-82-0216>
- [31] 魏爱春, 杨修仕, 么杨, 刘浩, 秦培友, 赵德刚, 李怡, 任贵兴. 藜麦营养成分及生物活性研究进展[J]. 食品科学, 2015, 36(15): 272-276.
- [32] 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.
- [33] 冯佰利, 鱼欢, 高小丽, 高金峰, 柴岩. 中国芸豆品牌发展战略研究[J]. 中国农学通报, 2005(6): 454-457.
- [34] Anton, A.A., Ross, K.A., Beta, T., *et al.* (2008) Effect of Pre-Dehulling Treatments on Some Nutritional and Physical Properties of Navy and Pinto Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Science and Technology*, **41**, 771-778.
- [35] Thompson, S.V., Winham, D.M. and Hutchins, A.M. (2012) Bean and Rice Meals Reduce Postprandial Glycemic Response in Adults with Type 2 Diabetes: A Cross-Over Study. *Nutrition Journal*, **11**, 23. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-11-23>
- [36] 梁珊, 高小丽, 户月秀, 张东旗, 侯夏乐. 芸豆蛋白的理化功能特性研究[J]. 中国粮油学报, 2015, 30(12): 43-48.
- [37] 周大寨, 朱玉昌, 周毅锋, 黄伟. 芸豆蛋白质的提取及超滤分离研究[J]. 食品科学, 2008(8): 386-390.
- [38] 张丙云, 袁亚兰, 高瑜璟, 苏雪艳, 任海伟. 芸豆蛋白的营养价值和功能特性研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(11): 347-350.
- [39] 马文鹏, 任海伟. 芸豆蛋白的提取及其营养价值评价[J]. 食品科技, 2013, 38(1): 75-79.
- [40] 马雯, 尹寿伟, 唐传核, 杨晓泉. 酰化对芸豆分离蛋白热学特性的影响研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(7): 92-95.
- [41] 陈振家, 狄建兵, 李玉娥. 红芸豆淀粉性质的研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2009, 29(5): 440-443.
- [42] 陈晓萌. 红芸豆清蛋白的提取及功能性研究[D]: [硕士学位论文]. 太原市: 山西大学, 2015.
- [43] 陈婷, 岩蓉, 任娟. 核桃蛋白的发展现状及前景探讨[J]. 食品安全导刊, 2018(18): 125.
- [44] 毛晓英. 核桃蛋白质的结构表征及其制品的改性研究[D]: [博士学位论文]. 无锡市: 江南大学, 2012.
- [45] 郭帅, 李艳. 椰子活性蛋白与功能肽的研究进展[J]. 食品科技, 2018, 43(5): 67-71 + 76.
- [46] 郑亚军, 陈华. 椰子蛋白质的研究与利用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- [47] Angelia, M.R.N., Garcia, R.N., Caldo, K.M.P., *et al.* (2010) Physicochemical and Functional Characterization of Co-cosin, the Coconut 11S Globulin. *Food Science and Technology Research*, **16**, 225-232. <https://doi.org/10.3136/fstr.16.225>
- [48] 刘磊, 郑亚军, 李艳, 等. 椰子分离蛋白起泡性、黏度及其影响因素的研究[J]. 热带作物学报, 2011, 32(12): 1035-1038.
- [49] FAO (2002) FAO Production Yearbook. Rome, 56, 147.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2168-5665，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：br@hanspub.org