

南瓜子加工利用研究进展

刘战霞, 贾文婷, 杨 慧, 吴洪斌, 金新文, 邓丹丹, 吴 宏*

(新疆农垦科学院 农产品加工研究所, 新疆 石河子 832000)

摘要: 南瓜子仁是一种优质的植物蛋白资源和重要的油料作物,也具有药食两用的价值。作者综述了几种南瓜子深加工产品及其综合利用现状,包括南瓜子休闲食品、南瓜子蛋白质及肽产品、南瓜子油、南瓜子粉等。旨在为开发南瓜子系列新产品提供理论基础。

关键词: 南瓜子;深加工;蛋白质

中图分类号: S 565.9 文章编号: 1673-1689(2022)03-0001-07 DOI: 10.3969/j.issn. 1673-1689.2022.03.001

Research Progress of Pumpkin Seed Processing and Utilization

LIU Zhanxia, JIA Wenting, YANG Hui, WU Hongbin,

JIN Xinwen, DENG Dandan, WU Hong*

(Institute of Agro-Products Processing Science and Technology, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi 832000, China)

Abstract: Pumpkin seed is a high-quality plant protein resource and an important oil crop with dual-purpose of medicine and food. This article reviews several deep-processed products of pumpkin seeds and their comprehensive utilization, including pumpkin seed snack food, pumpkin seed protein and peptide products, pumpkin seed oil, pumpkin seed powder, etc., aiming to provide a theoretical basis for the development of new pumpkin seed series products.

Keywords: pumpkin seeds, deep processing, protein

现代医学研究发现南瓜具有多种药用价值^[1],是控制和辅助治疗糖尿病、高血压、胆固醇等疾病的食疗佳品^[2-3]。南瓜子是南瓜成熟的种子^[4-5],通过腌制和烘烤可作为零食食用,也可用于制造糖果和烘焙食品^[6]。南瓜子主要成分是蛋白质和油^[7],此外,还含有矿物质(特别是钾、磷和镁)、植物甾醇、类胡萝卜素和生育酚等,提高了南瓜子的营养价值^[8]。南瓜子含油 400~540 g/kg,但由于南瓜子的颜色、浓郁的香味和起泡性,用作烹调油较为局限^[9],通常用作

色拉油。近年来,南瓜子和南瓜子油因其具有降血脂、治疗良性前列腺增生症、降血压、抗高胆固醇血症、抗肠道寄生虫、抗炎、镇痛等功能而引起人们的关注^[10]。

南瓜子仁作为一种药食两用的植物资源,近年来其系列产品的开发较多,主要集中于南瓜子炒货、蛋白质产品、南瓜子榨油及南瓜子粕的利用等。作者综述了几种南瓜子系列产品的加工及利用现状,以期后续开发新型南瓜子食品及保健品提供

收稿日期: 2020-12-07

基金项目: 新疆生产建设兵团重点领域科技攻关计划项目(2019AB027)。

作者简介: 刘战霞(1992—),女,硕士,助理研究员,主要从事果蔬加工与副产物利用研究。E-mail: 806796383@qq.com

* 通信作者: 吴 宏(1966—),女,研究员,主要从事果蔬加工与副产物利用研究。E-mail: spwh624@sina.com

理论基础,为促进南瓜加工产业健康可持续发展提供理论依据和技术支撑,对进一步提高南瓜种植业及深加工产业的经济效益具有重要意义。

1 南瓜子休闲食品

南瓜自清朝后期传入中国,至今已有两百多年的历史,而南瓜子从古至今多以炒食为主,炒制加工技术是南瓜子经过干燥后进入炒制设备中进行翻炒,使其受热均匀,温度控制在 135 ℃左右^[11],炒制后的南瓜子风味独特。

作为休闲食品,多元化的产品深受消费者的喜爱,目前南瓜子类休闲食品主要有炒货及糖果类等多种产品。张珍林等生产了一种独特的茶味南瓜子产品,得出可食南瓜子最佳配方为:以 100 g 南瓜子仁为总质量标准,原料的添加质量分数分别为绿茶粉 1.75%、南瓜子粉 0.35%、魔芋粉 28%、辅料复合粉 7.35%,此产品为南瓜子的深加工开辟了新的途径^[12]。在炒制、贮藏南瓜子过程中容易发生氧化而使其品质劣变,同时所产生的有害物质会损害消费者健康,从而影响生产及销售,因此选择合适的贮藏条件可减少炒制的南瓜子发生劣变。冯玉超等利用化学动力学法预测了炒制南瓜子的货架期,结果发现将炒制南瓜子贮藏在低温和低氧分压条件下,可以延长其货架期^[13]。李冬梅等研究复合保健软糖的最佳工艺配方,采用南瓜子、红薯和木瓜为主要原料,生产出了具有南瓜子、红薯和木瓜清香的复合保健软糖,该产品健康营养、生产成本低,具有很好的市场前景^[14]。刘政等以南瓜子为原料用焙烤法制作能量棒,最佳烘烤工艺参数为:120 ℃条件下 10 min;每条能量棒中含热量 1 722.66 kJ,脂肪 16.40 g,蛋白质 12.34 g,碳水化合物 56.26 g,钠 9.20 mg,可作为快速补充人体机能的营养产品^[15]。

2 南瓜子蛋白质及肽产品

南瓜子中含有丰富的营养物质,其中蛋白质质量分数为 30%左右,南瓜子粕经处理后得到的南瓜子蛋白质粉中,蛋白质质量分数可达 60%以上,南瓜子蛋白质含有人体必需的 8 种氨基酸和儿童必需的氨基酸,且氨基酸质量分数超过联合国粮食及农业组织与世界卫生组织规定的标准。根据已有的研究可知,南瓜子粕中不含对人体有害毒作用的物质,没有类似棉子粕的安全隐患,南瓜子蛋白质具

有很高的安全性,因而具有很好的开发前景。

张海龙等以亚临界流体萃取南瓜子油后的粕为原料,采用碱溶酸沉法制得南瓜子分离蛋白,研究南瓜子分离蛋白的溶解性、持水性、乳化性、起泡性、吸油性等功能特性。结果表明适当地调节 pH,可显著改善南瓜子分离蛋白的功能特性,扩大南瓜子分离蛋白在食品加工的应用范围^[16];张妮从南瓜子蛋白质粉的制备开始研究,优化南瓜子蛋白质提取的条件,并用糖化酶处理提高蛋白质的纯度,利用酶的作用将南瓜子蛋白质进行适度水解,改善蛋白质的功能性质,采用两种酶复配优化多肽的制备工艺,得到了具有生物活性的多肽,达到了充分利用南瓜子蛋白质的效果和提高南瓜子蛋白质在食品中利用率的目的^[17];孔凡等以南瓜子蛋白质(PSPI)为原料,用碱性蛋白酶水解 PSPI 得到 3 种不同水解度(3%、8%、18%)的南瓜子蛋白质,研究不同程度水解对南瓜子蛋白质功能性质的影响,结果表明不同程度水解对南瓜子蛋白质的功能性质有一定的影响,可通过适度改性获得拥有良好加工性能的南瓜子蛋白质^[18];王丽波等通过抑菌实验和稳定性实验,研究了南瓜子蛋白质对 9 种常见植物病原真菌和常见病原细菌的抑制作用,探讨了热处理、pH、紫外照射及储存时间对南瓜子蛋白质抑菌稳定性的影响^[19];王思程以冷榨法得到的南瓜子为原料,通过超声辅助碱溶酸沉的提取方法来制备南瓜子蛋白质,不仅建立了最优的提取方法,而且对南瓜子蛋白质的功能性质进行研究,同时采用转谷氨酰胺酶对南瓜子蛋白质进行改性,目的是改善南瓜子蛋白质的功能性质,提高南瓜子蛋白质的利用价值,为南瓜子的精深加工奠定一定的理论基础^[20]。

肽是由一种或多种氨基酸连接而成的,在人体调控及代谢中起重要作用^[21]。近年来,肽产品的开发也成为生命科学领域的研究热点之一,人们研究发现多种功能性多肽,具有抗病毒、降血压、调节激素及调节免疫等功能,如大豆肽、海参肽等^[22]。唐蔚等采用南瓜子蛋白质为原料,优化了制备条件,通过酶解制备南瓜子抗氧化肽,得出南瓜子抗氧化肽对 DPPH 自由基清除率高达 85.63%^[23];周红丽等采用中性蛋白酶酶解南瓜子粉,制备血管紧张素转化酶(ACE)抑制肽并优化其工艺,ACE 抑制率可高达 80%^[24]。南瓜子肽作为一种新产品,不仅具备一些肽独有的生理活性,还能够提高南瓜子蛋白质在食品

中的应用价值^[25-26],因此采用南瓜子作为原料,研究开发护肤品十分有实用价值和应用前景。

3 南瓜子油

南瓜子油不仅作为食用油,而且作为一种潜在的营养食品受到广泛关注。南瓜子富含脂肪酸(包括 ω -3、 ω -6和 ω -9脂肪酸)、特定的甾醇、生育酚和微量营养素^[27]。此外,南瓜子油最显著的健康益处是预防前列腺疾病、降血压、预防泌尿系统疾病、减轻糖尿病。然而,需要有效的提取技术,以保证获得优质的南瓜子油,从而发挥其保健功效。目前,南瓜子油提取方法主要有热榨、冷榨、溶剂萃取、水酶法、超声波辅助提取法等^[28]。

传统热榨工艺制备的南瓜子油要经过一系列脱酸、脱色、脱胶等处理后才可食用^[29],在120℃炒制过程中会使南瓜子中的天然微量物质及营养成分受到破坏,因此会降低其营养价值。李甄成等将热榨方法进行改进,最终不仅减少了高温对营养物质及活性物质的破坏,还保留了南瓜子油独特的香味,但是该法是否提高了出油率以及在压榨过程中是否会产生有害物质,还有待进一步研究^[30]。

冷榨南瓜子油由于其独特的性质,在工业、食品、化妆品、医药等领域具有重要的产品应用价值。国外学者Rezig主要采用冷榨法和溶剂提取法对南瓜子油的营养成分和生物活性成分进行了研究,结果发现,不同的提取方法及工艺对生育酚的抗氧化活性有显著影响,冷榨南瓜子油中生育酚含量最高,氧化稳定性最高^[31];另有国外学者采用冷榨法制备南瓜子油,并对不同品种南瓜子油的脂肪酸含量和抗氧化性能进行了评价,结果发现“Miranda”品种中棕榈酸和硬脂酸所占比例最高,随着酚类含量的增加,抗氧化活性成比例增加,其中南瓜品种“Golosemianaja”和“Miranda”的南瓜子油中总酚含量最高^[32]。

溶剂浸提法出油率高、机械化程度高。唐薇等用正己烷作为提取溶剂提取南瓜子油,得出最佳工艺参数:料液比1 g:8 mL,超声温度35℃,超声时间25 min,超声功率120 W,得到最大提油率为33.35%^[33]。但是溶剂浸提法也存在一些缺点:提取所使用的有机试剂易燃易爆且具有毒性,提取得到的油需要进一步精炼才可使用,还可能产生残留有机溶剂等一系列食品安全问题。

水酶法提取被称为“一种油料资源的全利用技术”^[34-35],这种技术的主要优点包括:投资成本相对较低,可降低商业酶制剂的使用成本,同时具有分离独特、有价值的植物化学物质的可能性,满足食品工业对绿色技术应用的较大需求。Konopka等优化了水酶法提取南瓜油的工艺(以回收率为指标),并与冷榨南瓜油的品质做比较,结果表明,pH、温度、浸渍时间分别为4.7、54℃和15.4 h的工艺条件下,能最大限度地提高反应速率且产油率高达72.64%^[36]。水酶法提取的油脂中甾醇、生育酚和角鲨烯含量较高,且氧化稳定性明显提高,此方法是工业生产中一种很好的替代方法。齐权采用水酶法,得到的最佳提油率可高达83.32%^[37];胡炜东等采用纤维素酶辅助提取法,利用Box-Behnken建立数学模型,通过响应面优化分析得到最佳工艺^[38]。然而,水酶法提取也存在一些缺点和局限性,例如加工时间长,会存在化合物水解和氧化的风险,造成酶或制剂成本的增加等。

超声波辅助提取法由于其提取效率高、能耗低等优点,已成为传统提取方法的一种替代方法,尤其是对低相对分子质量化合物的提取,利用超声波从植物和种子中提取生物活性物质,效率得到显著提高。有学者研究了超声辅助提取的振幅和时间对南瓜子油理化性质和脂肪酸组成的影响^[39]。以过氧化值、茴香胺值、氧自由基数量(Totox)和脂肪酸组成为指标,研究超声时间和振幅对提取率、氧化稳定性及游离脂肪酸的影响。研究结果表明,超声波辅助提油在不影响油品质的前提下,提高了提油性能,缩短了提油时间。超声辅助提取的最佳条件为超声时间26.34 min,振幅89.02%。超声辅助提取的游离脂肪酸(油酸质量分数2.75%~4.93%)、过氧化值(3.34~9.36 mmol/kg)、茴香胺值(1.94~3.69)和氧自由基数量(6.25~12.55)均较低。由于南瓜子油的过氧化值、茴香胺值、氧自由基数量较低,因此南瓜子油具有较高的抗氧化稳定性。这种提取方法被认为是一种绿色提取技术,一方面,提取过程可以减少能源消耗,允许使用替代溶剂和可再生的天然产品,并确保能够得到安全和高品质的产品。另一方面,通过这种绿色提取技术,可减少或消除有害物质的使用,使原材料的利用价值最大化,以实现经济的可持续发展。

南瓜子油易受环境因素的影响而发生氧化,微

胶囊化是一种有潜力的方法^[40],含油微胶囊可采用喷雾干燥、冷冻干燥等多种工艺制备。杨伊磊等用喷雾干燥法将南瓜子油进行微胶囊化,确定了南瓜子油微胶囊的工艺参数:阿拉伯胶与麦芽糊精质量比为 1:1,芯材与壁材质量比为 1:5,乳化剂质量分数为 3.5%,结果得到南瓜子油微胶囊的最大包埋率为 81.05%^[41];Le 等采用喷雾干燥法对南瓜子油进行微胶囊化处理,以稳定贮藏过程中的油脂品质,适宜的乳清蛋白与麦芽糊精质量比为 1:3,其微胶囊化效率为 94.5%,得率为 65.6%^[42];对于油及香气物质,冷冻干燥是最合适的封装方法,有研究者通过冷冻干燥法采用 D-最优混料设计方法对冷榨南瓜子油的壁材组成进行了优化,包括乳清蛋白浓缩物、麦芽糊精和阿拉伯胶,考察了这些壁材之间的协同作用对水包油乳状液流变性和物理性质的影响,以及微胶囊的一些物理化学性质^[43]。

4 南瓜子粉

南瓜子粉冲调饮品风味独特,食用方便,改变了南瓜子产品单一的局面,是一种具有广阔市场的新型食品。王英杰以南瓜子粉为主要原料,得出最优配比,配制出南瓜子粉混合冲调饮品^[44];王泽南等研究了南瓜子粉加工工艺,用包埋剂包裹南瓜子仁中的油脂,解决了南瓜子浆中蛋白质和脂肪的分层问题,得到了理想的南瓜子成粉^[45];国外有研究者将南瓜子粕粉与普通白面粉混合烘烤制作饼干,得到具有特殊风味的南瓜子饼干,并研究发现南瓜子粕粉不仅起到了酥油的作用,还可代替小麦粉,降低饼干中脂肪和糖的含量,因此可利用南瓜子粕粉生产出更利于人们健康的南瓜子饼干^[46];也有研究者将小麦粉中添加南瓜子制品(生南瓜粉、烘烤南瓜粉、发芽南瓜浓缩蛋白、发酵南瓜浓缩蛋白和南瓜分离蛋白),通过面包皮色、面包屑色、块状结构、风味和整体感官性质进行评估。结果表明,生南瓜粉、烘烤南瓜粉、发芽南瓜浓缩蛋白、发酵南瓜浓缩蛋白和南瓜分离蛋白的添加质量分数分别可达 15%、17%、19%和 21%,并且添加南瓜子蛋白质能够有效提高蛋白质的体外消化率^[47]。Bialek 研究了用南瓜子粉部分替代小麦粉对儿童松饼品质指标的影响,从松饼中提取脂质,测定脂肪酸组成、过氧化值等指标,随着南瓜子粉含量的增加,松饼的营养价值得到提高,71%的孩子对含有南瓜子粉质量分数

33%的松饼评价较高^[48];Subbaiah 等探讨了胺化南瓜子粉作为吸附剂在食品中的应用,通过间歇吸附实验,考察了 pH、染料初始浓度、接触时间和温度对吸附性能的影响,结果表明,pH、染料初始浓度、接触时间和温度对吸附性能都有较大影响,采用红外光谱和扫描电子显微镜对南瓜子粉进行分析,结果表明,胺化南瓜子粉表面存在氨基和羧基官能团,胺化南瓜子粉具有不规则的多孔表面,并通过脱附实验,探讨了吸附剂再生的可行性,解吸效率为 93.5%,胺化南瓜子粉是一种很有潜力的吸附剂^[49]。

5 南瓜子壳

南瓜子壳约占南瓜子质量分数的 60%,南瓜子壳中有大量膳食纤维,功能特性良好,具有缓解糖尿病患者和高血压患者病情的作用,农业生产加工中南瓜子壳多被遗弃,造成资源浪费。近年来,国内学者对葵花子壳、秸秆、苹果渣等原料纤维素提取的研究较广泛,但对南瓜子壳纤维素相关研究较少。张珍林以南瓜子壳为原材料,研究了南瓜子壳膳食纤维饼干,最优加工参数:300℃下烘烤 3~5 min,南瓜子壳粉 4%、含糖量 25%、含水量 12%、含油量 30%(均为质量分数),结果显示产品状态完整,不易形成碎渣^[50];魏登等以南瓜子壳为原料,采用硫酸水解法制备南瓜子壳纳米纤维素,以南瓜子壳纤维素提取率为指标,以酸解温度、硫酸质量分数、酸解时间和料液比为单因素,考察各因素对南瓜子壳纳米纤维素提取的影响,在此基础上设计正交实验优化南瓜子壳纳米纤维素提取的最佳工艺,结果表明:酸解温度 45℃,硫酸质量分数 62%,酸解时间 110 min,料液比 12 g:1 mL 时,南瓜子壳纳米纤维素提取率为 30.10%^[51]。

活性炭在化学、制药和食品工业中起着重要的作用^[52],近年来,已有从南瓜子壳中制备低成本活性炭的研究。Demiral 等以南瓜子壳等农林废弃物为原料,ZnCl₂ 为活化剂制备活性炭,并探讨了活性炭的孔结构、表面化学性和吸附性能等性质,根据实验结果,南瓜子壳是生产活性炭的合适原料^[53];该团队还以南瓜子壳为原料,H₃PO₄ 为活化剂制备活性炭,研究了浸渍速率和活化温度的影响,实验结果表明,活化温度和浸渍速率对活性炭的孔结构有显著影响,南瓜子壳是工业化生产活性炭的可替代原料^[54]。

6 展 望

国外市场上,南瓜子主要作为果仁产品的加工原料,消费需求的变化对整个南瓜子产业有较大影响。而在国内,南瓜子加工则以炒货为主,加工技术简单,产品附加值较低,并且产品类别单一,产业结构发展不均衡,产业链短,南瓜子深加工产品少,技术薄弱,大量南瓜副产物无利用的问题越来越严重。在南瓜中,南瓜子与南瓜皮肉质量比为 1:9,新疆生产建设兵团每年 100 多万吨富有营养的南瓜果肉没有得到有效利用^[5],仅少部分用于饲料,大部分直接丢弃于田地中,不仅导致资源浪费,同时还造成了严重的环境污染。目前,南瓜粉产品尚处于开发利用的起步阶段,其产品的品质评价方法和标准尚未统一,涉及的评价指标亦不够全面,没有从

感官、理化、营养与功能、贮藏与安全性等方面建立较为完善的南瓜粉品质评价体系,对南瓜粉结构、性质与功能的关系还需不断明晰。

随着消费者保健意识的增强,人们对药食同源性食品的开发利用不断深化。目前,市面上已有了一些新型南瓜营养健康食品,例如加工工艺较为简单的南瓜子油产品、中等深度加工的南瓜子精华素,以及高端的南瓜子肽等产品^[6]。因此,不断开发新的加工技术,使其物尽其用,对拓展南瓜子产品市场,并实现南瓜子原料资源的充分利用均有重要意义,今后可将研究重点放在南瓜子的药理作用、保健功效及临床应用等方面,为开发南瓜子保健产品奠定理论基础。南瓜子将在药品、食品及保健品领域具有广泛的发展空间和应用前景。

参考文献:

- [1] MONTESANO D, ROCCHETTI G, PUTNIK P, et al. Bioactive profile of pumpkin: an overview on terpenoids and their health-promoting properties[J]. *Current Opinion in Food Science*, 2018, 22: 81-87.
- [2] SHABAN A, SAHU R P. Pumpkin seed oil: an alternative medicine[J]. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 2017, 9(2): 223-227.
- [3] ASIEGBU J E. Some biochemical evaluation of fluted pumpkin seed[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1987, 40(2): 151-155.
- [4] VAHLENSIECK W, THEURER C, PFITZER E, et al. Effects of pumpkin seed in men with lower urinary tract symptoms due to benign prostatic hyperplasia in the one-year, randomized, placebo-controlled granu study[J]. *Urologia Internationalis*, 2014, 94(3): 286-295.
- [5] 李俊星, 杨李益, 云天海. 南瓜加工品开发与利用研究进展[J]. *中国瓜菜*, 2018, 31(4): 1-4.
- [6] NAWIRSKA-OLSZANSKA A, KITA A, BIESIADA A, et al. Characteristics of antioxidant activity and composition of pumpkin seed oils in 12 cultivars[J]. *Food Chemistry*, 2013, 139(1): 155-161.
- [7] XANTHOPOULOU M N, NOMIKOS T, FRAGOPOULOU E, et al. Antioxidant and lipoxigenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts[J]. *Food Research International*, 2009, 42(5): 641-646.
- [8] CAILI F U, HUAN S, QUANHONG L I. A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin[J]. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2006, 61(2): 70-77.
- [9] JAFARI M, GOLI S A H, RAHIMMALEK M. The chemical composition of the seeds of Iranian pumpkin cultivars and physico-chemical characteristics of the oil extract[J]. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2012, 114(2): 161-167.
- [10] REZIG L, RIAUBLANC A, CHOUAIBI M, et al. Functional properties of protein fractions obtained from pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed[J]. *International Journal of Food Properties*, 2016, 19(1): 172-186.
- [11] 冯玉超, 何宇, 于金池, 等. 化学动力学法预测炒制葵花籽货架期[J]. *黑龙江八一农垦大学学报*, 2016, 28(5): 63-67.
- [12] 张珍林, 韦传宝, 殷智超. 绿茶魔芋南瓜子配方优化[J]. *赤峰学院学报(自然科学版)*, 2018, 34(5): 62-65.
- [13] 冯玉超, 于金池, 何宇, 等. 化学动力学法预测炒制南瓜籽的货架期[J]. *农产品加工*, 2015(22): 16-19.
- [14] 李冬梅, 蔡静贤, 余苑婷, 等. 红薯木瓜南瓜子复合保健软糖的研制[J]. *农业工程*, 2015, 5(4): 87-90.
- [15] 刘政, 葛佩富, 王丽威, 等. 南瓜子能量棒的研制[J]. *应用化工*, 2011, 40(9): 1577-1580.
- [16] 张海龙, 叶小方, 吴清孝, 等. 南瓜籽分离蛋白功能性研究[J]. *中国油脂*, 2016, 41(12): 41-45.
- [17] 张妮. 南瓜子蛋白及多肽制备的研究[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2019.

- [18] 孔凡,雷芬芬,罗会兵,等. 不同程度水解对南瓜籽蛋白功能性质的影响[J]. 粮食与油脂,2020,33(10):91-94.
- [19] 王丽波,徐雅琴,肖振平,等. 南瓜籽蛋白 Pw-1 的抑菌活性和稳定性研究[J]. 中国食品学报,2016,16(12):193-197.
- [20] 王思程. 南瓜子蛋白的提取及其改性的研究[D]. 长春:吉林农业大学,2019.
- [21] RAMAK P, MAHBOUBI M. The beneficial effects of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil for health condition of men[J]. **Food Reviews International**, 2019, 35(1): 166-176.
- [22] 张淑蓉,武瑜,梁叶星,等. 南瓜籽仁蛋白多肽的酶法制备和抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技,2012,33(3):241-244.
- [23] 唐蔚,宁奇,孙培冬. 南瓜籽抗氧化肽的制备及分离纯化[J]. 中国油脂,2016,41(2):20-24.
- [24] 周红丽,谭兴和,刘志伟,等. 南瓜籽粕酶法制备血管紧张素转化酶抑制肽工艺优化[J]. 农业工程学报,2015,31(1):373-378.
- [25] 李洋,么恩悦,张广宁,等. 籽用南瓜副产物用作反刍动物饲料的可行性分析[J]. 动物营养学报,2019,31(3):21-27.
- [26] 刘政. 酶解南瓜籽粕制备低肽饮料的研究[J]. 黑龙江农业科学,2011(12):104-107.
- [27] NISHIMURA M, OHKAWARA T, SATO H, et al. Pumpkin seed oil extracted from *Cucurbita maxima* improves urinary disorder in human overactive bladder[J]. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, 2014, 4(1): 72-74.
- [28] MASSA T B, STEVANATO N, CARDOZOILHO L, et al. Pumpkin (*Cucurbita maxima*) by-products: obtaining seed oil enriched with active compounds from the peel by ultrasonic-assisted extraction[J]. **Journal of Food Process Engineering**, 2019, 42(5): 1-12.
- [29] DOMENICO M, FRANCESCA B, MARIA S, et al. Chemical and nutritional characterization of seed oil from *Cucurbita maxima* L. (var. Berrettina) pumpkin[J]. **Foods**, 2018, 7(3): 1-14.
- [30] 李甄成,陈洪涛,高新亮. 改进热榨工艺对南瓜子油品质及稳定性的影响[J]. 中国油脂,2009,34(2):14-16.
- [31] REZIG L, RIAUBLANC A, CHOUAIBI M, et al. Functional properties of protein fractions obtained from pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed[J]. **International Journal of Food Properties**, 2016, 19(1):172-186.
- [32] KULAITIENE J, CERNIAUSKIENE J, JARIENE E, et al. Antioxidant activity and other quality parameters of cold pressing pumpkin seed oil[J]. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, 2018, 46(1):161-166.
- [33] 唐薇,孙飞龙,胡阿妮. 南瓜籽油提取工艺的优化[J]. 饲料广角,2018(2):31-33.
- [34] JIAO J, LI Z G, GAI Q Y, et al. Microwave-assisted aqueous enzymatic extraction of oil from pumpkin seeds and evaluation of its physicochemical properties, fatty acid compositions and antioxidant activities[J]. **Food Chemistry**, 2014, 147(6):17-24.
- [35] LI H, SONG C, ZHOU H, et al. Optimization of the aqueous enzymatic extraction of wheat germ oil using response surface methodology[J]. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, 2011, 88(6):809-817.
- [36] KONOPKA I, ROSZKOWSKA B, CZAPLICKI S, et al. Optimization of pumpkin oil recovery by using aqueous enzymatic extraction and comparison of the quality of the obtained oil with the quality of cold-pressed oil[J]. **Food Technology and Biotechnology**, 2016, 54(4):413-420.
- [37] 齐权. 水酶法提取南瓜籽油的研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(12):7410-7413.
- [38] 胡炜东,邹寅. 响应面分析优化酶法提取南瓜籽油的工艺研究[J]. 食品工业科技,2013,34(3):277-280.
- [39] HERNÁNDEZ-SANTOS H, RODRÍGUEZ-MIRANDA J, HERMAN-LARA E, et al. Effect of oil extraction assisted by ultrasound on the physicochemical properties and fatty acid profile of pumpkin seed oil (*Cucurbita pepo*) [J]. **Ultrasonics Sonochemistry**, 2016, 31:429-436.
- [40] 徐振波,梁军,陈丽丽,等. 微胶囊化粉末油脂的研究与应用进展[J]. 食品工业科技,2014,35(5):392-395.
- [41] 杨伊磊,黄晴,廖卢艳. 南瓜籽油的微胶囊化研究[J]. 粮油食品科技,2015,23(6):40-43.
- [42] LE T H, TRAN T M V, TRAN N M N, et al. Combination of whey protein and carbohydrate for microencapsulation of pumpkin (*Cucurbita* spp.) seed oil by spray-drying[J]. **International Food Research Journal**, 2017, 24(3):1227-1232.
- [43] ÖZBEK Z A, ERGÖNÜL P G. Optimisation of wall material composition of freeze-dried pumpkin seed oil microcapsules: interaction effects of whey protein, maltodextrin, and gum Arabic by D-optimal mixture design approach[J]. **Food Hydrocolloids**, 2020, 107:1-13.
- [44] 王英杰. 南瓜子仁粉冲调饮品的开发及造粒工艺的研究[D]. 杭州:浙江工商大学,2014.
- [45] 王泽南,胡晓浩,范方宇,等. 南瓜子粉加工工艺中乳化稳定性的研究[J]. 食品科技,2006,31(1):96-99.
- [46] JUKIC M, LUKINAC J, CULJAK J, et al. Quality evaluation of biscuits produced from composite blends of pumpkin seed oil press cake and wheat flour[J]. **International Journal of Food Science and Technology**, 2019, 54(3):602-609.

- [47] EL-SOUKKARY F A H. Evaluation of pumpkin seed products for bread fortification[J]. **Plant Foods for Human Nutrition**, 2001, 56(4):365-384.
- [48] BIAŁEK M, RUTKOWSKA J, ADAMSKA A, et al. Partial replacement of wheat flour with pumpkin seed flour in muffins offered to children[J]. **CyTA—Journal of Food**, 2016, 14(3):391-398.
- [49] SUBBAIAH M V, KIM D S. Adsorption of methyl orange from aqueous solution by aminated pumpkin seed powder: kinetics, isotherms, and thermodynamic studies[J]. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 2016, 128:109-117.
- [50] 张珍林. 南瓜子壳膳食纤维饼干的加工工艺及品质分析[D]. 合肥:安徽农业大学, 2012.
- [51] 魏登, 徐洪飞, 张东娜, 等. 南瓜籽壳纳米纤维素制备工艺研究[J]. **现代食品**, 2020(12):100-102, 105.
- [52] 蒋剑春, 孙康. 活性炭制备技术及应用研究综述[J]. **林产化学与工业**, 2017, 37(1):1-13.
- [53] DEMIRAL I, SAMDAN C A, DEMIRAL H. Production and characterization of activated carbons from pumpkin seed shell by chemical activation with ZnCl_2 [J]. **Desalination and Water Treatment**, 2016, 57(6):2446-2454.
- [54] DEMIRAL I, SAMDAN C A. Preparation and characterisation of activated carbon from pumpkin seed shell using H_3PO_4 [J]. **Anadolu University Journal of Science and Technology A—Applied Sciences and Engineering**, 2016, 17(1):125-138.
- [55] QUANHONG L, CAILI F. Application of response surface methodology for extraction optimization of germinant pumpkin seeds protein[J]. **Food Chemistry**, 2005, 92(4):701-706.
- [56] 刘钊, 邓伟战, 张敏玲, 等. 脂肪酶酶解制备南瓜籽油风味物质[J]. **食品工业**, 2019, 40(6):158-161.

科技信息

印度明确允许生产销售或进口的特殊医学用途食品种类

2022年2月10日,印度食品安全标准局(FSSAI)发布 F.No.Stds/SP-05/Orders/FSSAI(E1317)号通告,发布先天性代谢障碍适应症(IEM)类别清单及其释义,主要包括乳糖不耐症、氨基酸代谢紊乱、酪氨酸血症等15种症状,同时规定印度仅允许生产、销售或进口与上述症状相对应的特殊医学用途食品。该通告自2022年4月1日起生效。

[信息来源]海关总署.印度明确允许生产销售或进口的特殊医学用途食品种类[EB/OL]. (2021-12-15).<http://www.tbtor.org.cn/>