

荞麦营养功能特性及 相关食品开发研究进展

吴立根¹, 屈凌波^{2,3}, 王岸娜¹, 周素梅⁴

(1. 河南工业大学 粮油食品学院, 河南 郑州 450001;
2. 河南工业大学 小麦和玉米深加工国家工程实验室, 河南 郑州 450001;
3. 郑州大学, 河南 郑州 450001; 4. 中国农业科学院 农产品加工研究所, 北京 100193)

摘要:国内外对荞麦的研究主要集中在营养成分和活性成分的分析与提取,特别是黄酮类和多酚的提取和理化性质研究。不少国内学者研究了荞麦食品的加工开发,涉及馒头、面条、面包等主食类产品,饮料、啤酒、荞麦茶等饮品,还有一些功能性产品的研究。综述了荞麦营养和生物活性成分、荞麦食品和功能产品的研究现状以及发展。

关键词:荞麦;营养;荞麦食品;黄酮类

中图分类号:S 517 文献标识码:A 文章编号:1007-7561(2018)03-0041-04

Research progress of functional characteristics of buckwheat and development of its products

WU Li-gen¹, QU Ling-bo^{2,3}, WANG An-na¹, ZHOU Su-mei⁴

(1. College of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan 450001;
2. National Engineering Laboratory for Wheat & Corn Further Processing, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan 450001; 3. Zhengzhou University, Zhengzhou Henan 450001; 4. Institute of Agro-products Processing Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100193)

Abstract: Research on buckwheat at home and abroad focus on analysis and extraction of its nutritional components and active material, especially on the extraction and the physicochemical properties of the flavonoids and polyphenol in buckwheat. Many researchers involve in the exploitation of buckwheat food, including staple food such as steamed bread, noodles and bread, drink such as beverage, beer and buckwheat tea, and some functional products. The research status and development of buckwheat nutrition, bioactive components, food made of buckwheat and functional products are summarized.

Key words: buckwheat; nutrition; buckwheat products; flavonoids

荞麦为蓼科荞麦属,有普通荞麦(又称甜荞麦)和鞑靼荞麦(即苦荞麦)两种,相对于大宗粮食作物如小麦、玉米而言,荞麦被称为小宗杂粮^[1],其适应性很强,能正常生长在贫瘠的土壤,如寒冷区域和高海拔区域^[2]。荞麦蛋白质含量高于大宗粮食作物,B族维生素含量是小麦粉、大米和玉米粉的1~4倍,同时富含多种矿物质如镁、钙、铁、锌等^[3]。荞

麦优良的营养品质和显著的功能特性引起了国内外学者^[2]和企业的热切关注。

1 荞麦的种植规模和分布

荞麦起源于中国,栽培荞麦种分甜荞(*F. esculentum*)和苦荞(*F. tataricum*),甜荞在亚、美、欧三大洲都有广泛种植,苦荞麦多种植在中国、尼泊尔、印度^[4],中国甜荞麦主产区分布在内蒙、黑、吉、辽、冀、陕、赣、徽等地;苦荞麦主产区分布在西南的云贵川、西北的陕晋甘、华中的湘鄂赣等省(区);西南和西藏地区是我国野生荞麦集中分布的区域^[5]。2015年全球荞麦种植面积232.7万hm²,中国73.4

收稿日期:2017-11-13

基金项目:河南省基础与前沿技术研究项目(152300410077);粮食公益性行业科研专项(201313011);国家自然科学基金项目(31201294);河南工业大学省属高校基本科研业务费专项资金项目(2014YWJC05)

作者简介:吴立根,1969年出生,男,副教授。

万 hm^2 ; 内蒙古自治区是中国最大的种植区域, 年种植荞麦 20 万 hm^2 ^[1]。荞麦年产量俄罗斯第一(75.1 万 t), 中国第二(66.0 万 t)^[6], 且我国每年出口量约 10 万 t。甜荞麦产量在 710 ~ 1 500 kg/hm^2 , 最高可达 2 200 kg/hm^2 , 苦荞产量一般在 912 ~ 2 250 kg/hm^2 , 最高产量每公顷可达 2.9 t。

2 荞麦的营养和功能性成分含量

2.1 荞麦的营养成分

荞麦中蛋白质的量存在品种差异、地域差异, 总体来说蛋白质含量高于大宗粮食作物, 荞麦蛋白质含量在 10% ~ 18% 之间变动, 淀粉含量为 60% ~ 70%, 脂肪含量为 1% ~ 3.92%。营养方面与大宗粮食相比优势较多, 如主要蛋白组成为清蛋白, 必需氨基酸含量 11.82%, 富含赖氨酸和精氨酸^[7]; 抗性淀粉比较高^[8], 其中苦荞麦籽粒中含 4.4%; 还有大量的膳食纤维(8.4%)^[9], 其中苦荞麦壳中总膳食纤维含量 40%, 可溶性膳食纤维占 1/4; 荞麦麸皮脂肪 11%, 胚乳层为 1%, 不饱和脂肪酸占 81.8% ~ 83.2%, 油酸含量占脂肪的 47.1%, 亚油酸含量占脂肪的 36.1% ~ 39.0%, 荞麦富含钙、铁、锌、镁、铜等矿物质元素; 总叶酸含量高达 153 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ^[10], V_c 含量 8.68 mg/g , V_{B1} 含量约为 0.22 $\text{mg}/100\text{g}$, V_{B2} 约为 0.10 $\text{mg}/100\text{g}$, V_{B6} 约为 0.17 $\text{mg}/100\text{g}$; 苦荞麦中硒和铁含量分别为 4.3 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 和 6.28 $\text{mg}/100\text{g}$ ^[11]。

2.2 荞麦的功能性成分

植物多酚因其邻位酚羟基的易被氧化而表现很强的抗氧化活性。国内外有关荞麦黄酮—芦丁^[12]的研究很多, 主要集中在其抗氧化性研究和开发上, 荞麦籽粒中其他化合物如酚酸、黄酮类^[13]、单宁类同样具备很强的抗氧化能力, 值得深入研究^[14]。荞麦中黄酮类主要为黄酮醇和糖苷类化合物, 荞麦中还含有数量众多的其他形式的黄酮类化合物, 目前已鉴定的多达 52 种^[15], 荞麦还含有植物甾醇如 β -甾醇, 肌醇, 手性肌醇等。

荞麦的活性物质在不同部位含量差异较大^[16], 苦荞麦的芦丁平均含量大于甜荞麦^[17-18], 甜荞麦和苦荞麦的芦丁含量在花叶茎根等部位的高低顺序是相同的, 都是花中含量最多, 根部最少, 花和根部含量差异非常大, 叶子的芦丁含量大于茎部的含量。不同品种和产地的荞麦所含黄酮的量差异较

大, 苦荞麦的黄酮含量显著高于甜荞麦, 苦荞总黄酮含量是甜荞的 20 倍, 品种间和种植区域间差异明显; 同一地区的苦荞麦和甜荞麦的黄酮含量相差最多的近十倍, 影响荞麦黄酮含量最主要的因素是产地, 各个种植省区的苦荞麦总黄酮含量存在显著差异; 不同生育期和生长季节荞麦黄酮含量不同, 不同生长季节的麸皮总黄酮含量差别很大。

3 荞麦食品开发

3.1 利用荞麦活性成分开发功能性食品

荞麦具有多种生理活性, 可开发荞麦粉^[19]用于干预高脂膳食, 具有降血脂、保护肝脏的作用, 并减少相关疾病的发生; 提取苦荞麦中的 D-手性肌醇可以用于降血糖; 经过乳酸发酵的荞麦芽在极低剂量下能够降低自发性高血压大鼠(SHRs)的收缩压和舒张压^[20]; 荞麦中的激素能够调节胃肠道饱腹感^[21], 黄酮能阻碍淀粉酶水解淀粉, 其膳食纤维和抗性淀粉不易被消化酶分解, 可用于开发控制热量摄入的相关食品; 根据荞麦多糖抗肿瘤细胞活性、提高免疫功能的功效^[22]和荞麦麸皮粗多糖的抗氧化活性效果^[23], 可研发相应的功能性食品。另外, 利用壳聚糖、荞麦麸皮黄酮^[24]制备成复合膜用于鲜切果蔬保鲜, 对大肠杆菌、荧光假单胞菌作用明显, 可作为果蔬的保鲜剂。

3.2 荞麦多谷物食品开发

利用荞麦与其他谷物如小麦、大米的营养互补性, 开发多种多样食品, 如荞麦馒头、面包、挂面、饮料、啤酒等, 在荞麦食品加工开发过程中, 要充分保持荞麦的营养价值和功能活性, 同时要兼顾荞麦食品的适口性改善, 感官质构尽可能接近普通食品。

3.2.1 焙烤荞麦食品的开发

荞麦强化面包使面包具备了生物活性酚类成分, 成为功能性面包, 研究发现面包芯总酚含量低于面包壳^[25-26]; 国外研究人员利用白荞麦粉和黑荞麦粉强化黑面包粉和白面包粉, 强化比例达到面粉的 50% (w/w), 面包消化后可溶性组分中芦丁含量达 8.98 ~ 12.43 mg/g , 不溶性组分中芦丁含量仅有 1.26 ~ 3.03 mg/g , 胃部消化可显著增加面包组分的抗氧化活性^[27]。荞麦皮粉的加入能强化小麦面包, 但对面包结构有影响, 荞麦皮粉明显影响面包水分分布^[28]。开发不含面筋蛋白质的荞麦松饼(muffins)产品, 其抗

氧化能力高于玉米松饼;发酵后的荞麦松饼有更强的抗氧化活性和更多可利用赖氨酸^[29]。利用去壳荞麦粉和金黄亚麻籽为主要原料制备纯素食曲奇饼,采用低温干燥方式较好地清除自由基活性^[30]。

3.2.2 荞麦面条食品的开发

荞麦强化全麦粉及其制成的意大利扁面条中游离酚含量降低而结合酚含量增加,荞麦的强化能维持意大利面条的煮制质量^[31]。意大利细面条(spaghetti)原料粗面粉中添加30%的荞麦皮混粉(含有糊粉层、胚芽和荞麦皮组分),生产的面条出现褐色、巧克力色,面条的煮制损失、吸水性大于未强化产品,煮制最大时间、煮制硬度小于未强化产品。荞麦粉、谷朮粉按一定比例混合加入面粉中可生产品质优良的荞麦面条^[32];冷冻荞麦熟面通过汽蒸,以热处理方式改善荞麦的蒸煮品质,结果显示汽蒸热处理可显著降低荞麦面条的蒸煮损失,复热后的荞麦硬度、弹性和咀嚼性得以大大提高^[33]。

3.2.3 荞麦馒头和快食粥的开发

用荞麦粉与小麦粉混合生产荞麦馒头^[34],荞麦粉补充小麦的营养组成和功能性组分,小麦粉弥补荞麦粉不含面筋质的不足,也可通过添加适量谷朮粉改善混合荞麦面团特性及荞麦馒头品质,使所生产的荞麦馒头接近纯小麦面团的流变学特性和微观结构,从而改善荞麦馒头的品质^[35]。利用乳酸菌发酵荞麦粉完成改性处理,可以改善荞麦粉加工性能和食用品质,如延展性、透明度、吸水力、咀嚼性和弹性^[36]。利用荞麦、干苹果、燕麦片、大豆分离蛋白等为原料开发荞麦快食粥,高胆固醇血症病人长期摄入荞麦粥能改善血脂、降低炎症^[37]。

3.2.4 荞麦饮品的开发

通过研究,开发了苦荞茶、黄豆荞麦固态饮料、荞麦啤酒、荞麦黄酒、荞麦醋^[38]。荞麦啤酒中芦丁含量347.13 mg/L,荞麦黄酒的黄酮含量高达134.536 mg/L,且具有独特的焦香味,即充分利用了荞麦的功能性又丰富了传统产品的品种。

3.2.5 其他

添加1%~3%的发酵荞麦和非发酵荞麦制备猪碎肉饼,可以增加猪碎肉饼的膳食纤维含量,显著降低脂质氧化水平,发酵荞麦比非发酵荞麦更显著增加其抗氧化活性。荞麦的添加可全面提升猪

碎肉饼的质量特性,如增加嫩度、降低硬度等^[39]。

4 展望

荞麦营养丰富,含有大量活性功能性成分,是一种很好的食物资源,目前的研究多集中在其活性成分的利用上,没有充分发挥其优势,如果能把荞麦开发成主食类产品,以满足居民三餐膳食的充分营养供给,让更多的消费者受益于它的功能活性,对提高居民健康具有重大意义。但是,大量加工荞麦主食类食品依然存在一些问题需要解决,如前面所述,荞麦的产量,营养成分和活性成分含量因为品种、产地、荞麦部位的不同差异非常大,这对加工企业来说,原料的不均一带来加工品质不稳定的难题,因此,需要农业部门调整育种思路,加强育种供给侧改革,以加工企业需要为导向,以培育籽粒均匀、高营养和活性成分含量、易脱壳、出米率高的加工专用型品种为目标,在主产区培养当家荞麦品种,实现产区的荞麦品质的稳定和均衡。

开发荞麦主食类食品应兼具方便特性和营养健康活性功能,同时,需要深入开展研究,解决荞麦产品色度重、口感稍差、容易老化等问题。荞麦食品的研究不能仅限于工艺性技术研究,还需要开展基础性研究,如针对某一类荞麦食品就其营养成分和活性功能在加工、储运、消化吸收过程的变化、人体的利用率及其活性功效进行更深入更系统地研究,确保产业的持续深入发展。

参考文献:

- [1]王仙女,罗中旺. 内蒙古荞麦产业现状及展望[J]. 北方农业学报,2017,45(1):33-36.
- [2]Valentina T, Antonella D F, Chiara N, et al. Exploitation of Tartary buckwheat as sustainable ingredient for healthy foods production[J]. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2016, 8:455-460.
- [3]李双红,张礼秀,杨莹,等. 荞麦营养及其产品开发的研究进展[J]. 陕西农业科学,2015,61(7):57-60
- [4]Bonafaccia G, Gambelli L, Fabjan N, et al. Trace elements in flour and bran from common and tartary buckwheat[J]. Food Chemistry, 2003,83:1-5.
- [5]董雪妮,唐宇,丁梦琦,等. 中国荞麦种质资源及其饲用价值[J]. 草业科学. 2017,34(2):378-388.
- [6]任长忠. 我国燕麦荞麦开发价值备受关注[N/OL]. 中国食品报, 2015-10-28. <http://www.cnfood.cn/>.
- [7]王世霞,李笑蕊,贡婷婷,等. 不同品种苦荞麦营养及功能成分对比分析[J]. 食品与机械,2016,32(7):5-11.

- [8] 周一鸣,李保国,崔琳琳,等. 荞麦淀粉及其抗性淀粉的颗粒结构[J]. 食品科学,2013,34(23):25-27.
- [9] Yang N, Li Y M, Zhang K, et al. Hypo-cholesterolemic activity of buckwheat flour is mediated by increasing sterol excretion and down-regulation of intestinal NPC1L1 and ACAT2[J]. Journal of Functional Foods, 2014, 6:311-318.
- [10] Carla M, Inês D, Sofia M A, et al. Folate in quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus* sp.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum*): Influence of cooking and malting [J/OL]. Journal of Food Composition and Analysis. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2017.09.003>.
- [11] 李双红,张礼秀,杨莹,等. 荞麦营养及其产品开发的研究进展[J]. 陕西农业科学,2015,61(7):57-60.
- [12] Biljana K, Maja M P, Ana S, et al. Comparison of phenolic profiles and antioxidant properties of European *Fagopyrum esculentum*, cultivars[J]. Food Chemistry, 2015,185(15):41.
- [13] 路静静,赵余庆. 荞麦皮的化学成分、生物活性及应用研究进展[J]. 食品研究与开发,2016,37(22):210-213.
- [14] Karamac M, Biskup I, Kulczyk A. Fractionation of buckwheat seed phenolics and analysis of their antioxidant activity[J]. Polish Journal of Food & Nutrition Sciences, 2015, 65(4):243-250.
- [15] 闫超,郭军,张茉莉. 荞麦中黄酮类化合物研究进展[J]. 中国食物与营养,2015,21(2):65-69.
- [16] 王艺静,马梦婷,王鹏科,等. 不同等级荞麦粉抗氧化性研究[J]. 食品研究与开发,2017,38(15):20-25.
- [17] 郭彬,韩渊怀,黄可盛,等. HPLC法测定30个荞麦品种芦丁含量的研究[J]. 山西农业科学,2013,41(1):26-29.
- [18] Li F, Yuan Y, Yang X, et al. Phenolic profiles and antioxidant activity of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench and *Fagopyrum tartaricum* L. Gaerth) hulls, brans and flours[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2013, 12(9):1684-1693.
- [19] 王丹,葛洪娟,张笑,等. 荞麦粉对高脂膳食大鼠脂代谢的影响[J]. 现代食品科技,2015,31(6):23-29.
- [20] Nakamura K, Naramoto K, Koyama M. Blood-pressure-lowering effect of fermented buckwheat sprouts in spontaneously hypertensive rats [J]. Journal of Functional Foods, 2013, 5(1):406-415.
- [21] Stringer D M, Taylor C G, Appah P. Consumption of buckwheat modulates the postprandial response of selected gastrointestinal satiety hormones in individuals with type 2 diabetes mellitus [J]. Metabolism, 2013, 62(7):1021-1031.
- [22] 李蕾,孙美利,张舒媛,等. 荞麦化学成分与药理活性研究进展[J]. 西部中医药,2014,11(27):157-161.
- [23] 杨淑芳. 荞麦麸皮多糖的提取分离、结构分析及抗氧化活性研究[D]. 临汾:山西师范大学,2016.
- [24] 王昱儒,岳田利,袁亚宏,等. 荞麦麸皮中黄酮类物质的提取纯化及壳聚糖复合膜的制备[J]. 现代食品科技,2017,33(11):1-9.
- [25] Lu Y, Luthria D, Fuerst E P, et al. Effect of processing on phenolic composition of dough and bread fractions made from refined and whole wheat flour of three wheat varieties[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014,62:10431-10436.
- [26] Vito V, Virginia G, Emiliano C, et al. Determination of free and bound phenolic compounds and their antioxidant activity in buckwheat bread loaf, crust and crumb [J]. LWT - Food Science and Technology, 2018,87:217-224.
- [27] Dorota S N, Natalia B, Henryk Z. Antioxidant capacity and bioaccessibility of buckwheat - enhanced wheat bread phenolics[J]. J Food Sci Technol, 2016, 53(1):621-630.
- [28] Selimović A, Miličević D, Salkić M, et al. Total Phenols Content, Antioxidant Activity and Colour of Wheat Bread with Addition Buck Wheat Flour[J]. Technologica Acta,2013,6(1):51-58.
- [29] Henryk Z, Zuzana C, Kristína K, et al. Effect of fermented and unfermented buckwheat flour on functional properties of gluten-free muffins[J]. J Food Sci Technol, 2017, 54(6):1425-1432.
- [30] Brožková Iveta, Veronika D, Kateřina M, et al. Quality and Antioxidant Activity of Buckwheat - Based Cookies Designed for a Raw Food Vegan Diet as Affected by Moderate Drying Temperature [J]. Plant Foods Hum Nutr, 2016,71:429-435.
- [31] Dubravka J, Marijana S, Aleksandra M, et al. Effect of autoclaving and cooking on phenolic compounds in buckwheat - enriched whole wheat tagliatelle[J/OL]. Journal of Cereal Science, 2015,66:1-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2015.09.004>.
- [32] 高维,刘刚. 纯荞麦面条制作工艺研究[J]. 粮食科技与经济, 2016,4(13):64-66.
- [33] 李晶,骆丽君,郭晓娜,等. 蒸制对冷冻荞麦熟面品质的影响研究[J]. 中国粮油学报,2016,31(2):9-13.
- [34] Liu W, Margaret B, Luca S, et al. Buckwheat flour inclusion in Chinese steamed bread: potential reduction in glycemic response and effects on dough quality [J]. Eur Food Res Technol, 2017,243:1105-1106.
- [35] 王杰琼. 燕麦和荞麦全粉对面团特性及馒头品质影响的研究[D]. 无锡:江南大学,2016.
- [36] 王佩佩,刘庆艾,杨俊慧,等. 乳酸菌发酵在荞麦粉品质改良中的应用[J]. 山东科学,2016,29(2):64-67.
- [37] Aleksandra M, Ana P, Mojca S, et al. Buckwheat - enriched instant porridge improves lipid profile and reduces inflammation in participants with mild to moderate hypercholesterolemia[J]. Journal of Functional Foods, 2017,36:186-194.
- [38] 杨芙莲,刘旭,武莹. 荞麦醋摇床醋酸发酵条件的研究[J]. 中国调味品,2013(3):73-75.
- [39] Woojoon P, Ji - Han K, Min - Gu J, et al. Physicochemical and textural properties of pork patties affected by buckwheat and fermented buckwheat[J]. J Food Sci Technol, 2016,53(1):658-666. 回