

淀粉性质及米粉粒度对米制品品质影响研究进展

吴娜娜¹, 李莎莎^{1,2}, 刘明¹, 田晓红¹, 刘艳香¹, 汪丽萍¹, 翟小童¹, 谭斌¹

(1. 国家粮食局科学研究院, 北京 100037; 2. 河北科技大学, 河北 石家庄 050018)

摘要: 综述了直链淀粉、损伤淀粉及大米粉粒度等对米制品品质影响的国内外研究进展, 以期为我国大米的开发利用提供参考。也对我国大米粉深加工利用进行了展望。

关键词: 大米粉; 直链淀粉; 损伤淀粉; 大米粉粒度; 米制品; 品质

中图分类号: TS 213.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7561(2016)01-0006-04

Research progress for influence of starch properties and flour particle size on rice food quality

WU Nana¹, LI Shasha^{1,2}, LIU Ming¹, TIAN Xiaohong¹, LIU Yanxiang¹,
WANG Liping¹, ZHAI Xiaotong¹, TAN Bin¹

(1. Academy of State Administration of Grain¹, 100037;

2. Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050018)

Abstract: The research progress for the influence of amylose, damaged starch and particle size of rice flour on rice food quality in home and abroad are summarized in this paper. This paper may provide some references for the utilization of rice in flour form, which refer to rice foods. The expectation for rice utilization in flour form in China is also made in this study.

Key words: rice flour; amylose; damaged starch; particle size of rice flour; rice food; quality

稻谷是我国最主要的粮食作物之一, 稻谷脱壳即为大米, 全球一半左右、我国三分之二以上人口都以大米为主食^[1-2]。大米主要由淀粉、蛋白质、纤维素和脂肪组成, 其中淀粉的含量一般在 60% ~ 70% 之间, 蛋白质含量为 6% ~ 10%^[1-2]。大米除了米饭食用外, 还可以做成各种各样的米制品, 主要包括河粉、米线、金边粉、锅巴、米糕、米饼、米果、肠粉、汤圆等米制品; 用大米制成的饮料有米茶、糙米茶、米酒等。发达国家将稻米进行加工转化, 制成米食制品, 已经成为大米增值、增效的重要途径, 可使稻谷加工前后的产值比粗加工增值近 3 倍^[3]。

日本是目前世界上米制品加工业最为发达的国家, 开发了多种米粉制品, 如米粉馄饨、米粉意大利面、米粉面包、米粉蛋糕、曲奇饼等米制品。由于日本本国粮食结构的特点, 大米产量过剩, 而小麦主要依赖进口, 为了提高自身的粮食自给率, 日本长期以来一直重视稻谷加工转化技术^[4]。除日本外, 其他国家如美国、澳大利亚、西班牙、葡萄牙、泰国、韩国、

印度等国也对大米进行了相关研究。目前, 国外更重视对米制品品质的改善和提升的研究, 主要方法是通过水热处理大米粉以改善米线的性质^[5-8], 通过加入 β -葡聚糖等功能性多糖和淀粉酶、微生物谷氨酰胺转氨酶 (Microbial transglutaminase, MTG)、葡萄糖氧化酶等来改善米线和米制食品的质构、老化、蒸煮品质、焙烤品质等功能性质^[9-12]。而国内的研究主要是改进大米粉条生产工艺、改善大米粉条老化性质以及营养米粉等大米制品的品质方面^[13-15]。大米制品的加工工艺对其品质有很大影响, 但大米粉自身的性质, 如淀粉含量及组成、大米粉粒度及损伤淀粉含量等都会对其制品品质产生很大影响。

1 大米制品品质的主要影响因素

大米制品的品质除了受生产工艺的影响外, 还受到大米粉自身性质的影响。大米的基本组分是影响大米粉性质及米制品品质的重要因素之一, 其中包括淀粉含量与组成、蛋白质含量等。如糯米中含有较高的支链淀粉 (99%), 适合做汤圆和年糕等粘性较大的米制品。非糯性大米可根据直链淀粉的含量, 分为低直链淀粉 (9% ~ 20%) 大米、中等直链淀粉 (20% ~ 25%) 大米和高直链淀粉 (25% 以上) 大

收稿日期: 2015-07-03

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费项目 (ZX1303)

作者简介: 吴娜娜, 1981 年出生, 女, 博士, 副研究员。

通讯作者: 谭斌, 1971 年出生, 男, 博士, 研究员。

米等^[16]。日本根据大米直链淀粉含量的不同,将大米粉划分为不同的种类,即硬质、中质和软质大米粉,直链淀粉含量分别为25%以上、15%~25%和15%以下,其对应的大米粉用途也不相同,硬质大米粉用于制作白兰地蛋糕和汤面条,中质大米粉用于制作面包、海绵蛋糕、蛋糕卷和拌面,软质大米粉用于制作柔软口味的蛋糕^[4]。

大米粉的粒度和损伤淀粉含量也是影响米制品品质的重要因素。大米磨粉是制作米制品的必经步骤。磨粉的目的是赋予大米有更多元化的利用性。磨粉方式大致分为三类:干磨、半干磨和湿磨。磨粉方式不同,导致大米粉性质也不同,尤其是粒度和损伤淀粉含量不同,导致大米粉加工性能有很大差异,制作出不同风味的米制品。干磨得到的大米粉颗粒粒度分布范围广,破损淀粉含量高。湿磨制成的大米粉粒度较细,损伤淀粉含量较低,色泽较白,但湿磨法会产生大量废水。半干磨是先用水浸渍,然后再进行磨粉的方式,产生的损伤淀粉含量介于干磨和湿磨之间,半干法磨粉的优点是不产生废水问题。因此,可根据米制品风味和品质的要求,选择适当的原料和磨粉方式对大米进行磨粉,制作不同要求的米制品。

目前,对大米粉直链淀粉含量差异与米制品品质之间关系的研究还比较少。国内外对于不同磨粉方式产生的米粉粒度与损伤淀粉含量对米制品品质的影响也没有进行系统的研究。

2 大米粉直链淀粉含量对米制品品质影响

大米粉中淀粉含量为60%~70%^[1-2],淀粉是大米粉中含量最大的组分。因此,淀粉的组成、结构等对大米粉及其制品的性质影响很大。在大米粉直链淀粉含量差异对大米粉性质影响的研究方面,国内外的研究尚处在起步阶段。目前只有少数学者研究了直链淀粉含量对大米粉及其制品品质的影响。

Mir等研究了印度喜马拉雅温带大米品种差异对大米粉和淀粉物理化学性质的影响,对7种大米的组成、颗粒结构、晶型、拉曼光谱、浊度、膨胀力、溶解度、粘度和质构性质进行了研究,结果表明7种大米中这些性质的差异主要取决于直链淀粉含量的差异^[17]。吴卫国等研究了对17种大米和加工成的米粉(米线)品质进行了分析,并对大米特性与米粉(米线)的加工性能、烹煮性能和感官品质之间的相关性进行了分析,结果表明大米直链淀粉含量、胶稠度和糊化特性等可以作为米粉(米线)原料标准的主要指标^[18]。高晓旭等对21种籼米进行了品质测定,并对制成的鲜米粉(米线)进行感官评价,通过相关性分析及聚类分析确定蛋白质、直链淀粉含量等作为品质评价的核心指标,研究表明,当大米蛋白质质量分数在6.0%~7.0%、直链淀粉质量分数在21.0%~25.0%时,加工的鲜米粉(米线)柔软顺

滑、口感较好,鲜米粉(米线)生产过程中可据此筛选大米品种^[19]。日本学者采用外观品质较差、直链淀粉含量较高的大米制作高含量大米粉面包,研究表明,直链淀粉含量较高时,烘烤后的面包不易发生变形,外观和比容良好^[4]。说明大米中直链淀粉含量是影响大米粉性质及其制品品质的重要指标。在实际生产米制品时,可根据大米中直链淀粉含量选择合适大米品种进行加工。

3 大米粉粒度和损伤淀粉对米制品品质的影响

大米磨粉是生产米制品的必经步骤,磨粉方式会影响大米粉的粒度,产生一定量的损伤淀粉等,这些因素会导致大米粉加工性质的改变,如面团吸水率、成型性等,因而影响了大米粉加工用途和米制品品质等,如米面条(米线)蒸煮损失率高、米面包成型性差、口感粗糙等。因此,在大米磨粉过程中需要对颗粒度、损伤淀粉含量进行控制,才能改善米制品的品质。

3.1 大米粉粒度对米制品品质的影响

目前的研究主要集中在大米粉粒度对米粉面包、米粉蛋糕、米粉条等米制品品质的影响。

Hera等^[20]研究了大米粉粒度对无麸质大米面包品质的影响,采用长粒米和短粒米进行磨粉,对四种粒度范围($< 80, 80 \sim 106, 106 \sim 180, > 180 \mu\text{m}$)的大米粉进行研究。结果表明,米粉颗粒越细,面包面团持气性越差,导致面包体积越小,这是因为在磨粉和面团揉捏过程中,粒度较细的米粉与水、食品胶和淀粉颗粒形成的面团容易破裂,而颗粒较大的米粉形成的面团没有破裂。Hera等^[21]同时还研究了大米粉的粒度分布对淀粉酶解和水化性质的影响,大米粉粒度的不均一性显著影响大米粉的性能和淀粉的性质,大米粉的水化性质与酶解性质之间没有明显的相关性。Kim等^[22]研究了大米粉的粒度分布对无麸质大米蛋糕品质的影响,采用四种粒度范围的大米粉($< 180, < 125, < 95, < 75 \mu\text{m}$)制成面团和蛋糕,随着颗粒度减小,面团的持水能力、溶解性和色泽度增加,粗蛋白和黄色度下降;随着颗粒度增大,面团最终粘度增加,当颗粒度为 $95 \mu\text{m}$ 时,蛋糕的比容最高。随着粒度减小,蛋糕硬度和弹性降低,蛋糕孔隙度和均匀性降低。Araki等研究了大米粉性质与米粉—谷朊粉面包(大米粉含量80%,谷朊粉含量20%)比容之间的关系。结果表明,大米粉粒度与面包比容之间没有明显相关性,但粒度较小且分布范围较窄的大米粉制作的面比比容较大^[23]。国内一些学者也对大米粒度对米粉及米制品(米线)品质进行研究,陈洁等研究了不同粒度大米粉糊化特性的变化以及粒度对米制品色泽、蒸煮损失率、碘蓝值、拉伸性能、咀嚼度指标的影响,结果表明,随着大米粉粒度减小,糊化温度降低,米制品

蒸煮损失率和碘蓝值降低,拉伸阻力和咀嚼度升高,粒度在120目左右时,米制品综合品质较好^[24]。

以上学者的研究都是以干法磨粉来控制大米粉的粒度。磨粉粒度越小,大米受到的机械能越高,损伤淀粉含量越高。这对大米粉性质和米制品如大米面包、大米蛋糕品质有很大影响。因此,采用干法磨粉时,应兼顾大米粉粒度与损伤淀粉含量两个指标,适当平衡米粉粒度与损伤淀粉含量,以得到预期品质的米制品。

3.2 大米粉损伤淀粉对米制品品质的影响

损伤淀粉概念是1879年由Brown和Heron两位学者提出的,他们认为这种淀粉是由于机械磨损造成淀粉颗粒结构变化而形成的,这种变化能造成淀粉酶解反应的抵抗力降低^[25]。目前,国内外研究最多的是小麦淀粉的损伤对小麦粉性质及面制品品质的影响^[26-29],研究表明,损伤淀粉含量对小麦粉及面制品的品质会产生很大影响,损伤淀粉含量在一定范围时,面制品的品质较好。而关于米粉在磨粉过程中淀粉损伤的研究方面处在起步阶段。目前的研究主要集中在干法、湿法和半干法磨粉过程中对大米粉性质及米制品品质的影响,只是少部分研究涉及到了磨粉过程中产生了损伤淀粉,但对于经过磨粉后,米粉损伤淀粉含量与米粉性质及米制品品质之间的相关性并没有进行系统的研究。

Heo等^[30]研究干法的滚筒磨粉和湿法的气流磨粉对无麸质大米粉面团和面条品质的影响。研究表明,干法磨粉得到的大米粉的损伤淀粉含量较高,但由于湿法磨粉得到的大米粉具有较高的淀粉胶凝膨胀力而使其峰值粘度较高,用Mixolab测定大米粉的热机械性质也得到了类似的结果。湿法磨粉得到的大米粉面团具有较高的拉伸黏度,而干法磨粉得到的大米粉面团延展性较好,干法磨粉得到的大米粉制成的面条具有较高的蒸煮损失率,这可能是由于干法磨粉损伤淀粉含量高导致淀粉的水溶性较高。Ngamnikom等研究了冷冻、干法和湿法三种磨粉工艺对大米粉性质的影响,结果表明,冷冻磨粉工艺得到的大米粉的损伤淀粉含量较低、粒度更均匀,可以作为传统湿法的替代方法^[31]。Loubes等研究了行星式球磨机对大米粉热机械性质的影响,探索了磨粉时间和转动速度对大米粉性质的影响,可通过控制磨粉时间和转动速度控制大米粉的损伤淀粉含量、淀粉晶型损失、吸水性和溶解性指标^[32]。李里特等研究了干法和湿法磨粉对米粉老化性质、硬度的影响^[33-34]。崔凯凯等采用干磨和湿磨处理粳米,研究损伤淀粉对大米粉粘度性质(RVA)的影响,损伤淀粉含量越低,大米粉糊化温度、峰值粘度、最低粘度、最终粘度和回生值越高,损伤淀粉对衰减值的影

响不显著^[35]。熊柳等采用不同粉碎方法得到损伤淀粉含量不同的粳米粉,随着损伤淀粉含量增加,大米粉的总直链淀粉没有明显差异,而可溶性直链淀粉和溶解度显著升高,溶胀度变化不大而透明度则显著降低,大米粉凝胶硬度和弹性显著降低^[36]。这些研究表明,干法磨粉得到的大米粉的损伤淀粉含量较高,米制品品质较差,但省工省时,操作方便;湿法磨粉制作的米制品品质较好,但湿法磨粉费工费时,操作不简便,而且会产生废水,造成环境污染;冷冻磨粉得到的大米粉性质虽然较好,但由于制粉条件所限,很难大量生产,生产成本也较高。在这些研究中,损伤淀粉只是部分被提及,大米粉损伤淀粉与米制品品质之间的关系还有待于进行深入研究。

对于损伤淀粉含量较少及不产生废水的半干法磨粉也有一些学者进行了研究。日本大米磨粉企业多采用半干法进行磨粉,利用米粒胚乳内外层成分差异而造成的不同吸水率制成不同性质的大米粉。Ashida等^[37]采用果胶酶预处理后进行半干法喷射磨粉和干法针磨磨粉两种方式对珍珠米进行磨粉,并对大米粉性质及大米粉面包比容等品质进行研究,结果表明,喷射磨粉得到的大米粉具有较低的损伤淀粉含量、粒度和糊化温度,最终粘度和回生值较高,大米粉面包比容较好。佟立涛、高晓旭等研究了半干法磨粉对大米粉性质及米线品质的影响,以干法和湿法磨粉的米粉和米线作为对照,结果表明,大米润湿水分为30%时,半干法磨粉得到的大米粉损伤淀粉含量、白度、微观形态和水化性质与湿法磨粉相当。半干法磨粉得到的大米粉制成的米线蒸煮品质与湿法得到的大米粉制成的米线也相似。但干法磨粉得到的大米粉制成的米线具有较高的硬度、咀嚼性、弹性^[38-40]。以上研究表明,半干法磨粉和湿法磨粉得到的大米粉性质及米制品品质均比干法磨粉得到的大米粉性质及米制品品质好,而且,半干法磨粉比湿法磨粉省工省时,不产生废水等污染问题。但需要引起重视的是,磨粉过程中产生的损伤淀粉是否是引起米制品品质差异的原因,以及损伤淀粉含量对大米粉性质的影响,还有待于进一步深入研究。损伤淀粉含量与大米粉性质、米制品品质之间的关系也需要进一步研究证明。

4 小结与展望

目前,我国大米粉加工利用还比较少。国内外对大米直链淀粉含量、大米粉的颗粒度、损伤淀粉含量等对大米粉性质及米制品的影响还未进行系统深入的研究,规律和机理尚不明确。

我国大米资源丰富,产量大,一些大米特别是作为国家储备轮换的早籼米食用品质差,附加值低。因此,急需开展大米深加工利用以解决籼米食用品质差的问题。随着我国粮食科技的发展,我国大米粉加工利用技术也将会得到广泛研究和推广应用,

我国的米制品也将更加丰富。

参考文献:

- [1] 朱永义. 稻谷加工与综合利用[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1999.
- [2] 周显青. 稻谷精深加工技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2006.
- [3] 傅晓如. 米制品加工工艺与配方[M]. 北京:化学工业出版社, 2008.
- [4] 大坪研一. 米粉[M]. 日本食粮新闻社, 2012.
- [5] Hormdoka R, Noomhorm A. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality [J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2007(40): 1723 - 1731.
- [6] Lai H M. Effects of hydrothermal treatment on the physicochemical properties of pregelatinized rice flour [J]. *Food Chemistry*, 2001, 72: 455 - 463.
- [7] Cham S, Suwannaporn P. Effect of hydrothermal treatment of rice flour on various rice noodles quality [J]. *Journal of Cereal Science*, 2010, 51: 284 - 291.
- [8] Puncha - arnon S, Uttapap D. Rice starch vs. rice flour: Differences in their properties when modified by heat - moisture treatment [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2013, 91: 85 - 91.
- [9] Heo S, Jeon S, Lee S. Utilization of *Lentinus edodes* mushroom β - glucan to enhance the functional properties of gluten - free rice noodles [J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2014, 55: 627 - 631.
- [10] Gujral H S, Haros M, Rosell C M. Improving the texture and delaying staling in rice flour chapati with hydrocolloids and α - amylase [J]. *Journal of Food Engineering*, 2004, 65: 89 - 94.
- [11] Gujral H S, Rosell C M. Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase [J]. *Food Research International*, 2004, 37: 75 - 81.
- [12] Gujral H S, Rosell C M. Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase [J]. *Journal of Cereal Science*, 2004, 39: 225 - 230.
- [13] 汪霞丽, 沈娜, 李亦蔚, 程云辉. 方便湿米粉的加工工艺及抗老化研究 [J]. *食品与机械*, 2012, 28(4): 197 - 200.
- [14] 易翠平, 周惠, 佟立涛. 鲜米粉加工过程中的发酵工艺研究进展 [J]. *食品与机械*, 2013, 29(5): 223 - 225, 244.
- [15] 马涛, 卢镜竹. 提高挤压膨化糙米粉的冲调分散性 [J]. *食品工业科技*, 2012, 33(5): 277 - 284.
- [16] 陆启玉. 米制方便食品 [M]. 北京:化学工业出版社, 2008: 7.
- [17] Mir S A, Bosco S. J. D. Cultivar difference in physicochemical properties of starches and flours from temperate rice of Indian Himalayas [J]. *Food Chemistry*, 2014, 157: 448 - 456.
- [18] 吴卫国, 张喻, 肖海秋, 蔺万煌, 李合松, 覃思. 原料大米特性与米粉产品品质关系的研究 [J]. *粮食与饲料工业*, 2005(9): 21 - 24.
- [19] 高晓旭, 佟立涛, 钟葵, 刘丽娅, 周闲容, 周素梅, 王立. 鲜米粉加工专用原料的选择 [J]. *中国粮油学报*, 2015, 30(2): 1 - 5.
- [20] de la Hera E, Martinez M., Gómez M. Influence of flour particle size on quality of gluten - free rice bread [J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2013, 54: 199 - 206.
- [21] de la Hera E, Gomez M, Rosell C M. Particle size distribution of rice flour affecting the starch enzymatic hydrolysis and hydration properties [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2013, 98: 421 - 427.
- [22] Kim J M, Shin M. Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten - free rice cupcakes [J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2014, 59: 526 - 532.
- [23] Araki E, Ikeda T M, Ashida K., Takata K., Yanaka M., Iida S. Effects of rice flour properties on specific loaf volume of one - loaf bread made from rice flour with wheat vital gluten [J]. *Food Science and Technology Research*, 2009, 15(4): 439 - 448.
- [24] 陈洁, 蔡永艳, 吕莹果, 王春. 原料粒度对米粉品质的影响 [J]. *粮食与饲料工业*, 2011(2): 27 - 29, 32.
- [25] Brown H T, Heron J. LXV - Contributions to the history of starch and its transformations [J]. *Journal of the Chemical Society, Transactions*, 1879, 35: 596 - 654.
- [26] Barrera G N, Calderón - Domínguez G, Chanona - Pérez J, Gutiérrez - López G F, León A, Ribotta P D. Evaluation of the mechanical damage on wheat starch granules by SEM, ESEM, AFM and texture image analysis [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2013, 98: 1449 - 1457.
- [27] Barrera G N, Bustos M C, Iturriaga L, Flores S K, León A E, Ribotta P D. Effect of damaged starch on the rheological properties of wheat starch suspensions [J]. *Journal of Food Engineering*, 2013, 116: 233 - 239.
- [28] Barrera G N, Pérez G T, Ribotta P D, León A E. Influence of damaged starch on cookie and bread - making quality [J]. *European Food Research and Technology*, 2007, 225: 1 - 7.
- [29] León A E, Barrera G N, Pérez G T, Ribotta P D, Rosell C M. Effect of damaged starch levels on flour - thermal behavior and bread staling [J]. *European Food Research and Technology*, 2006, 224: 187 - 192.
- [30] Heo S, Lee S M., Shim J H, Yoo S H, Lee S. Effect of dry - and wet - milled rice flours on the quality attributes of gluten - free dough and noodles [J]. *Journal of Food Engineering*, 2013, 116: 213 - 217.
- [31] Ngamnikom P, Songsermpong S. The effects of freeze, dry, and wet grinding processes on rice flour properties and their energy consumption [J]. *Journal of Food Engineering*, 2011, 104: 632 - 638.
- [32] Loubes M A, Tolaba M P. Thermo - mechanical rice flour modification by planetary ball milling [J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2014, 57: 320 - 328.
- [33] 鲁战会, 李永玉, 李里特, 中村幸一, 辰巳英三. 磨粉方式对大米粉团性质的影响及硬化防止实验研究(一) [J]. *食品科技*, 2001(6): 6 - 7.
- [34] 鲁战会, 李永玉, 李里特, 中村幸一, 辰巳英三. 磨粉方式对大米粉团性质的影响及硬化防止实验研究(二) [J]. *食品科技*, 2002(1): 10 - 12.
- [35] 崔凯凯, 任永胜. 损伤淀粉对大米粉粘度性质的影响 [J]. *食品与发酵科技*, 2012, 48(3): 60 - 62, 67.
- [36] 熊柳, 初丽君, 孙庆杰. 损伤淀粉含量对米粉理化性质的影响 [J]. *中国粮油学报*, 2012, 27(3): 11 - 14.
- [37] Ashida K, Araki E, Iida S, Yasui T. Flour properties of milky - white rice mutants in relation to specific loaf volume of rice bread [J]. *Food Science and Technology Research*, 2010, 16(4): 305 - 312.
- [38] Tong L T, Gao X X, Lin L Z, Liu Y J, Zhong K, Liu L Y, Zhou X R, Wang L, Zhou S M. Effects of semidry flour milling on the quality attributes of rice flour and rice noodles in China [J]. *Journal of Cereal Science*, 2015, 62: 45 - 49.
- [39] 佟立涛, 高晓旭, 王立, 易翠平, 周素梅. 调质大米半干法磨粉制备鲜米粉及其品质测定 [J]. *农业工程学报*, 2014, 30(23): 332 - 332.
- [40] 高晓旭, 佟立涛, 钟葵, 刘丽娅, 周素梅, 王立. 不同磨粉工艺对大米粉粉质特性的影响 [J]. *现代食品科技*, 2015, 31(1): 194 - 199. 完