

不同碾磨程度下重庆优质籼稻渝香 203 品质分析^①

张雪梅, 张玲, 高飞虎, 张欢欢, 杨世雄, 李雪, 梁叶星

重庆市农业科学院, 重庆 401329

摘要: 为探究重庆优质籼稻在碾磨过程中品质的变化规律, 以渝香 203 为原料, 通过调节碾米机档位制得不同碾磨程度的米样, 分析不同碾磨程度对大米的水分、碾减率、色泽、蒸煮品质、糊化特性、质构特性及感官评价的影响. 结果表明: 随着碾磨程度的提高, 大米的水分质量分数呈下降趋势; 大米的碾减率、白色度值显著增加; 大米的各食用品质指标不断改善. 与籼米相比, 当碾米机档位调至 2 档时, 碾减率由 0 增至 14.90%, 白色度值从 55.24 增至 65.77, 蒸煮品质、糊化特性、质构特性及感官评价显著提升; 当碾米机档位调至 6 档时, 碾减率增至 18.32%, 白色度值增至 68.70, 大米米饭的感官评分与后面档位差异无统计学意义; 当碾米机档位调至 10 档时, 碾减率继续增至 25.27%, 白色度值持续增至 69.79, 大米的蒸煮品质、糊化特性、质构特性平缓变化, 感官评价总分平缓增至 67.5 分. 由此可以看出, 过度的加工不会进一步改善大米的食物品质.

关键词: 籼稻; 渝香 203; 碾磨程度; 品质

中图分类号: S511; TS212

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2022)06-0021-06

Quality Analysis of Different Milling Degree on High Quality Indica Rice Yu Xiang 203 in Chongqing

ZHANG Xuemei, ZHAGN Ling, GAO Feihu,
ZHANG Huanhuan, YANG Shixiong, LI Xue, LIANG Yexing

Chongqing Academy of Agricultural Science, Chongqing 401329, China

Abstract: In order to explore the changing law of the quality of the high quality rice in Chongqing during the milling process, Yu Xiang 203 was used as raw material in the milling experiment by adjusting the gear of rice mill in this study. Then, the effect of moisture content, milling reduction rate, color, cooking qualities, pasting properties, texture characteristics and sensory evaluation on different processing degrees were analyzed. The results show that, with the improvement of milling degree, the moisture content of rice has been reduced, the milling reduction rate and whiteness value been significantly increased, and the edible quality indexes of rice improved continuously. When the rice mill gear was set to 2 #, compared with brown rice, the milling reduction rate increased from 0% to 14.90%, the whiteness value increased from 55.24 to 65.77, and the cooking qualities, pasting properties, texture characteristics and sensory evaluation significantly improved. When the rice mill gear was set to 6 #, the milling reduction rate in-

① 收稿日期: 2021-08-02

基金项目: 重庆市科研院所绩效激励引导专项(cqaas2020jxjl07).

作者简介: 张雪梅, 硕士, 助理研究员, 主要从事粮油食品加工及贮藏的研究.

通信作者: 张玲, 硕士, 副研究员.

creased to 18.32%, the whiteness value increased to 68.70, and the sensory evaluation was not significantly different from that of the rear gear. When the rice mill gear was set to 10#, the milling reduction rate continued to increase to 25.27%, the whiteness value continued to increase to 69.79, the cooking qualities, pasting properties and texture characteristics of rice changed gently, the total score of sensory evaluation increased to 67.5. From these data, we can see that excessive processing did not improve the edible quality of rice.

Key words: indica rice; Yu Xiang 203; milling degree; quality

稻谷是我国重要的粮食作物, 65%以上的人口将其作为传统主食^[1]. 过去我国大米加工为满足消费者对口感和外观的追求, 普遍存在过度加工的情况. 随着人们健康饮食意识的提高, 糙米越来越受到关注. 糙米主要由果皮、种皮、胚乳及胚组成^[2]. 糙米外层统称为糠层, 将糙米进一步碾磨加工得到的精米粒成为白米^[3]. 相比于精白米, 糙米的营养更为丰富, 但因其口感粗糙、蒸煮时间较长、食用品质较差等不足而无法被广泛接受^[4]. 因此大米适度加工既可减少大米营养成分的损失, 又能在一定程度上提高出米率, 减少稻谷资源的浪费^[5].

渝香 203 是重庆地方特色优质籼稻品种之一, 其米粒洁白细长、米饭香气浓郁、食用品质较好. 籼稻相较于普通粳稻粒型更长, 过度加工更易造成碎米率的增加^[6]. 因此本研究以重庆优质稻渝香 203 为原料, 砻谷后得到籼米, 比较不同碾磨档位籼米的食味品质差异, 从米粒色泽、蒸煮品质、糊化特性、质构特性及感官品质等方面系统分析碾磨程度对于籼稻渝香 203 品质变化的影响, 为重庆优质籼稻适度加工的研究和生产提供参考.

1 材料与方法

1.1 材料

渝香 203 稻谷, 2021 年 1 月采购于重庆市农业科学院特色作物研究所. 实验前, 稻谷经砻谷脱壳制备得到籼米. 籼米除去杂质, 并剔除不完善粒后得到净籼米, 于 4℃冰箱中保存备用^[7].

1.2 仪器与设备

HD38888 家用碾米机, 佛山市顺德区欧雅西电器有限公司; FW100 高速万能粉碎机, 天津市泰斯特仪器有限公司; SCX-2010 电热恒温鼓风干燥箱, 上海将任实验设备有限公司; FE20 实验室 pH 计, 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; RVA-TecMaster 快速粘度分析仪, Perten 公司; CT3 质构仪, 美国 Brookfield 公司; CM-5 分光测色计, 日本柯尼卡美能达; UV-6000PC 紫外分光光度计, 上海元析仪器有限公司.

1.3 实验方法

1.3.1 样品的制备

取净籼米 200 g, 用 HD38888 家用碾米机从 0#—10# 每隔 2 档进行共 6 个不同碾磨程度籼米样品的碾制, 将制备好的大米样品置于 4℃冰箱内保存备用.

1.3.2 水分质量分数

按照 GB5009.3-2016 中的直接干燥法进行检测.

1.3.3 碾减率测定

称取碾磨前籼米质量和碾磨后大米质量, 计算碾减率(DOM).

$$DOM = \left(1 - \frac{M_0}{M_1}\right) \times 100\%$$

式中, M_0 为碾磨后大米质量(g); M_1 为碾磨前籼米质量(g).

1.3.4 色差测定

色差测定以 Leelayuthsoontom 等^[8]的方法为依据, 按照明度值(L^*)、红绿色调值(a^*)以及黄蓝色调值(b^*)3 个色彩空间进行测定与表述, 计算大米的白色度(W).

$$W = 100 - [(100 - L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$$

1.3.5 蒸煮品质测定

参考王肇慈^[9]的方法进行实验, 测定籼米的吸水率、米汤干物质质量分数、米汤 pH 值和碘蓝值.

1.3.6 糊化特性测定

采用 RVA-TecMaster 快速粘度分析仪进行测定. 样品经过高速万能粉碎机粉碎后, 过 60 目筛得到米粉, 准确称取 3.0 g 籼米粉加入 25 mL 去离子水中(按 14% 湿基校准), 每个样品重复 3 次^[10].

1.3.7 质构特性测定

使用 CT3 质构仪进行测定. 称取 10 g 大米于 60 mL 铝盒中, 用约 20 mL 蒸馏水搅拌淘米 2 次, 倾干水后加蒸馏水 13 mL 浸泡 20 min; 然后用沸水蒸煮 40 min, 焖 10 min, 取出冷却至室温, 备用. 质构测定时, 去除铝盒表面的米饭, 从铝盒中心处取 3 粒完整米饭, 将其平行放于载物台上, 米饭间保持一定间隔, 并与载物台侧边相平行, 平行测定 3 次^[11].

1.3.8 感官评定

按照《粮油检验 稻谷、大米蒸煮食用品质感官评价方法》(GB/T 15682-2008)进行评定. 评价人员对米饭样品的气味、外观结构、适口性、滋味、冷饭质地进行评分.

1.4 数据处理

所有实验数据采用 SPSS 19 软件进行分析整理, 并采用 Origin 9.0 进行图表绘图.

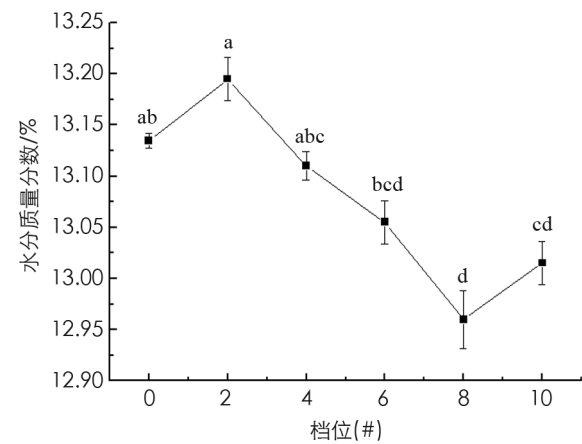
2 结果与分析

2.1 不同碾磨程度籼米水分质量分数变化

碾磨过程中籼米水分质量分数变化见图 1, 随着碾磨程度的增加, 渝香 203 的水分质量分数总体呈下降趋势. 在碾磨初期籼米的水分质量分数稳定在 13.10% 左右, 2#—6# 碾磨样品水分质量分数与籼米样品差异无统计学意义, 8#—10# 碾磨样品与籼米样品存在统计学意义($p < 0.05$). 其原因可能是大米皮层、胚中水分质量分数略高于胚乳部分, 而且在碾磨过程中, 籼米的温度会升高, 导致部分水分挥发; 当碾磨达到一定程度后, 稻米皮层被完全碾除, 剩下的几乎全是含淀粉的胚乳部分^[12].

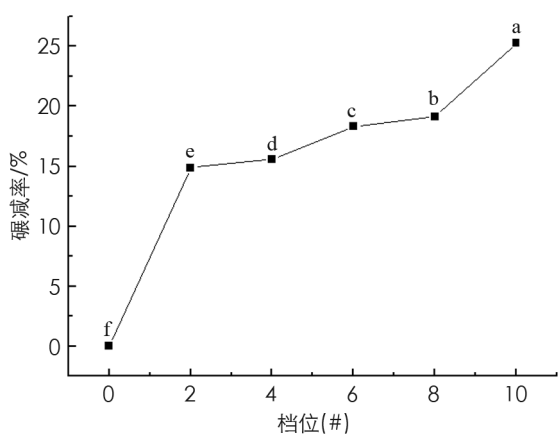
2.2 不同碾磨程度籼米碾减率的变化

籼米在碾磨过程中, 其皮层、糊粉层和胚芽不断脱落, 质量不断减少, 减少的百分数称之为碾减率^[13], 因此碾减率可在一定程度上反映稻米加工精度的高低. 不同碾磨程度籼米碾减率的变化情况见图 2.



小写字母不同表示样品间差异有统计学意义($p < 0.05$).

图 1 不同碾磨程度籼米水分质量分数变化



小写字母不同表示样品间差异有统计学意义($p < 0.05$).

图 2 不同碾磨程度籼米碾减率的变化

当档位调至 2 档时, 籼米碾减率从 0% 快速增加到 14.90%; 随后平缓增加, 当档位调至 6 档时, 碾减率增加至 18.32%; 最后再急剧增加, 当档位调至 10 档时, 达到 25.27%. 这是由于籼米从外至内为皮层、糊粉层和胚乳, 这 3 层具有不同的受力特性. 皮层最易脱落, 碾磨前期主要是皮层, 当大部分皮层去除后开始碾磨糊粉层; 糊粉层较皮层结合更紧密, 因此碾减率缓慢增加; 后期碾磨的是胚乳部分, 可能是由于胚乳质量远远大于皮层和糊粉层, 所以籼米的碾减率快速增加.

2.3 不同碾磨程度籼米色泽的变化

大米的颜色受到许多因素的影响, 除了稻谷的品种外, 其主要由大米的碾磨程度来决定, 碾磨程度越

高,大米颜色越白^[14]. 本文采用 CM-5 分光测色计进行测定,用数字来表示大米的表面色泽信息,其结果见表 1.

表 1 不同碾磨程度籼米色泽的变化

碾磨档位	明度值(L^*)	红绿色调值(a^*)	黄蓝色调值(b^*)	白色度值(W)
0 #	61.95±0.17e	4.12±0.10a	23.21±0.22a	55.24±0.23f
2 #	70.96±0.48d	0.86±0.10b	18.10±0.16b	65.77±0.44e
4 #	71.41±0.36c	0.74±0.09c	18.05±0.24b	66.18±0.27d
6 #	73.52±0.30b	0.12±0.05d	16.69±0.14c	68.70±0.29c
8 #	74.05±0.18a	0.05±0.07de	16.4±0.14d	69.30±0.19b
10 #	74.33±0.25a	-0.04±0.03e	15.92±0.10e	69.79±0.24a

注:数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,同列小写字母不同表示样品间差异有统计学意义($p < 0.05$).

由表 1 可以看出,随碾磨程度的增加,大米的表面明度值(L^*)呈上升趋势;大米表面红绿色调值(a^*)呈下降趋势,颜色越来越淡;大米表面黄蓝色调值(b^*)随碾磨程度的增加而逐渐减小.

白度作为表征加工精度的指标之一,越来越多地被用于大米加工行业及科研工作中^[15]. 由于色差计的测定方法和工作原理与白度计相近^[16],因此本文采用 CM-5 分光测色计测定数据通过公式计算大米的白色度值(W). 由表 1 可以看出,随碾磨程度的增加,大米的白色度值(W)呈上升趋势,由初始的 55.24 上升至 69.79. 方差分析显示,各样品之间差异有统计学意义($p < 0.05$).

2.4 不同碾磨程度籼米蒸煮品质的变化

蒸煮品质主要包括大米的吸水率、米汤干物质质量分数、米汤 pH 值和碘蓝值,其结果见表 2.

表 2 不同碾磨程度籼米蒸煮品质结果

碾磨档位	吸水率/%	pH 值	米汤干物质/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	碘蓝值(OD_{660})
0 #	232.50±10.61c	6.07±0.01e	9.88±0.14e	0.071±0.001e
2 #	313.11±8.82b	6.92±0.03b	11.67±0.34d	0.161±0.001d
4 #	342.94±3.23a	6.99±0.03a	12.02±0.03dc	0.230±0.001ab
6 #	351.22±1.13a	6.87±0.00c	12.32±0.16cb	0.206±0.008c
8 #	344.73±5.09a	6.81±0.01cd	12.57±0.13b	0.225±0.001b
10 #	338.08±0.11a	6.78±0.01d	16.36±0.30a	0.235±0.001a

注:数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,同列小写字母不同表示样品间差异有统计学意义($p < 0.05$).

吸水率、pH 值、米汤干物质质量分数以及碘蓝值总体上都随碾磨档位的增加而增大,并且大都在碾磨初期变化速率较快,碾磨后期则逐渐趋于平缓,这与林俊帆等^[17]的研究结果相一致. 这可能是由于籼米的皮层结构致密,使得水分很难进入籼米米粒内部^[18]. 未碾磨的籼米蛋白质、脂肪等质量分数较高,有报道称蛋白质、脂肪会限制水分的吸收^[19]. 后期碾磨程度不断提高,稻米的表皮层和蛋白质、脂肪等成分被碾除,疏松多孔的胚乳部分不断暴露出来.

2.5 不同碾磨程度籼米糊化特性的变化

籼米样品的糊化特性结果见表 3,相较于籼米而言,其余碾磨程度的籼米样品的峰值粘度、最低粘度、最终粘度及回生值均显著增加,方差分析显示籼米样品与其他样品间差异有统计学意义($p < 0.05$),崩解值总体呈增长的趋势,由表 3 可以看出,籼米在蒸煮过程中会需要更高的温度,其米饭品质较其他大米要差,随着碾磨程度的提高,大米皮层不断被碾除,包裹在胚乳外部的蛋白、纤维等也被碾除,胚乳部分吸水膨胀,大米的粘度随之升高^[12,18].

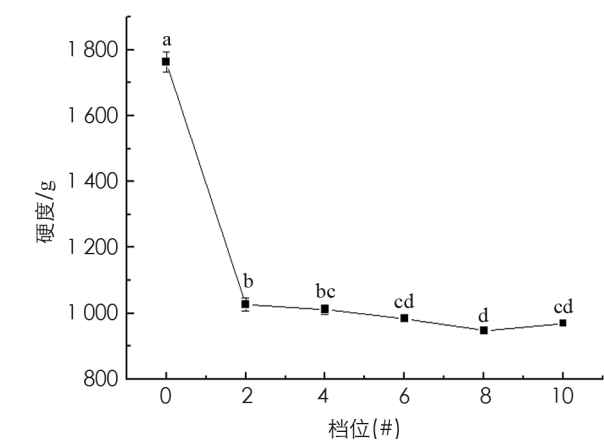
表 3 不同碾磨程度籼米糊化特性结果

碾磨档位	峰值粘度	最低粘度	崩解值	最终粘度	回生值	糊化温度
0 #	1 051±3.54f	741±8.49d	310±4.95de	1 627±3.54d	886±4.85c	92.4±0.57a
2 #	1 185±6.36e	892±9.90c	297±9.19e	1 844±5.66c	950±0.71a	92.5±0.46a
4 #	1 260±16.26d	922±2.83c	338±13.44d	1 869±1.41c	947±4.24a	92.5±0.53a
6 #	1 554±0.00c	1 031±12.02b	524±12.02c	1 973±14.14b	943±2.12ab	91.7±0.64a
8 #	1 685±16.97b	1 097±6.36a	589±10.61b	2 033±7.07a	937±0.71b	91.2±0.00ab
10 #	1 890±20.51a	1 132±36.77a	758±16.26a	2 071±34.65a	939±2.12b	90.0±0.60b

注:数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,同列小写字母不同表示样品间差异有统计学意义($p < 0.05$).

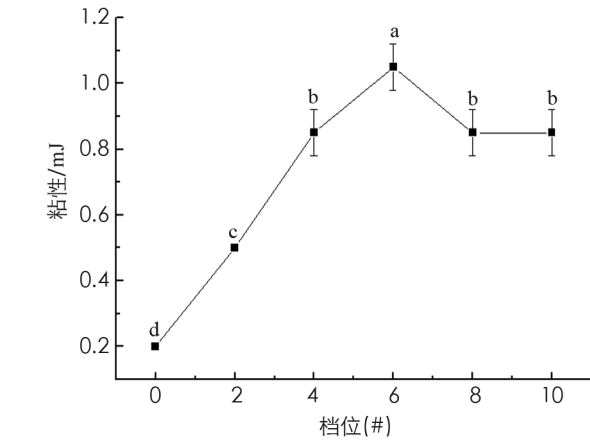
2.6 不同碾磨程度籼米质构特性的变化

实验测得的籼米样品的硬度、粘性、弹性及咀嚼性质构数据见图 3 至图 6。



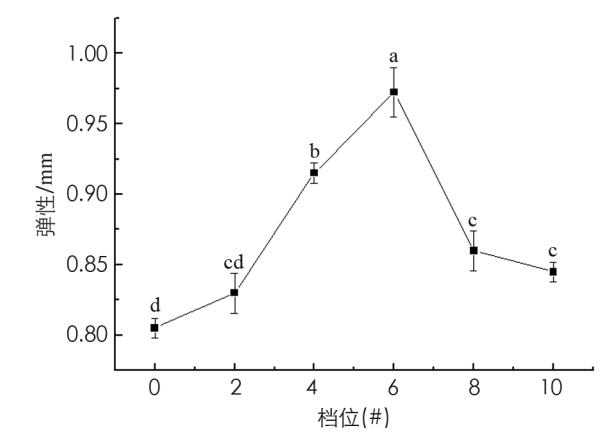
小写字母不同表示样品间差异有统计学意义($p<0.05$)。

图 3 不同碾磨程度籼米硬度的变化



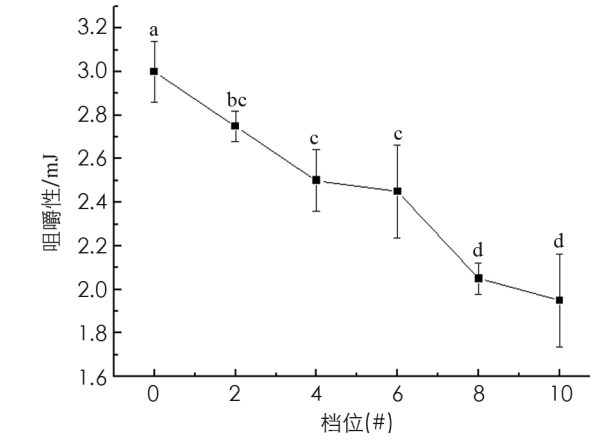
小写字母不同表示样品间差异有统计学意义($p<0.05$)。

图 4 不同碾磨程度籼米粘性的变化



小写字母不同表示样品间差异有统计学意义($p<0.05$)。

图 5 不同碾磨程度籼米弹性的变化



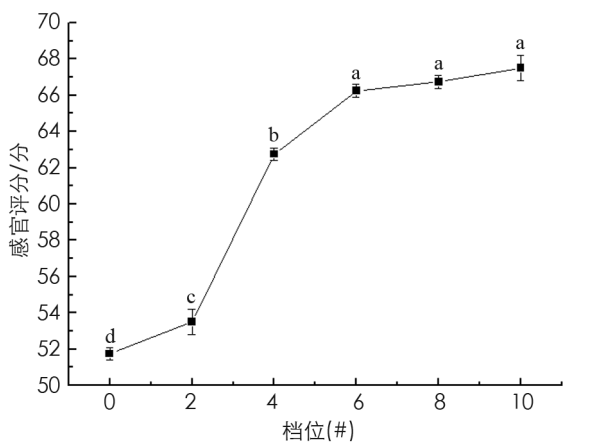
小写字母不同表示样品间差异有统计学意义($p<0.05$)。

图 6 不同碾磨程度籼米咀嚼性的变化

随着碾磨程度的提高，籼米的质构特性不断改善，这是由于米样的皮层、蛋白等物质不断被碾除，使得水分更容易进入，进而影响米饭的品质。弹性是米饭食用品质中的重要指标之一，米饭的弹性越大，越有嚼劲^[20]。由图 5 可知，籼米米粒的弹性在碾磨档位 0—6 档之间呈上升趋势，且各档位间差异有统计学意义($p<0.05$)；6 档之后呈下降趋势并趋于平缓，这说明过度碾磨后对米饭品质有一定影响。

2.7 不同碾磨程度籼米感官评定的变化

以气味、外观结构、滋味、适口性等指标来评价渝香 203 不同碾磨程度大米米饭的食用品质，结果见图 7。随着碾磨程度的提高，大米米饭的感官评分呈现升高的趋势，最后趋于平稳，当档位调至 10 档时，感官评分为 67.5 分。这可能是因为碾磨过程中，大米的皮层不断被打磨，米饭颜色逐渐变浅，白度升高，大米外观品质不断提高，同时皮层中影响大米口感、滋味的粗纤维、蛋白等物质被除去，提高了米



小写字母不同表示样品间差异有统计学意义($p<0.05$)。

图 7 不同碾磨程度籼米感官评定的变化

饭的口感和滋味. 后期可能因为大米皮层完全被碾除, 皮层带给感官评分的影响已经很小而且大米的风味在此时也能够全部溢出, 因此后期感官评分值变化不大^[7].

3 结论与讨论

本文通过调节碾米机档位, 研究了碾磨程度对籼米渝香 203 的水分、碾减率、色泽和食用品质的影响. 研究表明, 随着碾磨程度的提高, 大米的水分质量分数呈下降趋势, 而大米的碾减率、白色度值显著增加; 大米的吸水率、pH 值、米汤干物质质量分数以及碘蓝值总体呈上升趋势, 并且大都在碾磨初期变化速率较快, 碾磨后期则逐渐趋于平缓. 相较于籼米, 其余碾磨程度的样品峰值粘度、最低粘度、最终粘度及回生值均显著增加, 崩解值总体呈增长的趋势, 糊化温度差异不明显. 大米米粒的硬度和咀嚼性逐渐降低, 粘性和弹性总体呈上升趋势, 且 0#—6# 之间差异有统计学意义, 6 档之后趋于平缓. 大米米饭的感官评分呈现升高的趋势, 最后趋于平稳. 由此可以看出, 碾米机档位在 6 档时大米的食用品质最佳, 过度的加工不会进一步改善大米的食用品质, 反而会降低稻米资源的利用率以及提高生产成本.

参考文献:

- [1] 王萌, 贾健斌, 靳航, 等. 初探加工精度对大米产品加工指标的影响 [J]. 食品科技, 2014, 39(12): 174-177.
- [2] KIM H W, OH S K, KIM D J, et al. Changes in Contents of Nutritional Components and Eating Quality of Brown Rice by Pericarp Milling [J]. Korean Journal of Crop Science, 2012, 57(1): 35-40.
- [3] 吴娜娜, 马占倩, 谭斌, 等. 不同加工精度稻米的营养物质含量、米粉特性及米饭品质研究进展 [J]. 粮油食品科技, 2019, 27(6): 40-45.
- [4] LIU K L, ZHENG J B, CHEN F S. Relationships between Degree of Milling and Loss of Vitamin B, Minerals, and Change in Amino Acid Composition of Brown Rice [J]. LWT - Food Science and Technology, 2017, 82: 429-436.
- [5] 安红周, 陈会会, 薛义博, 等. 不同碾磨时间对粳糙米加工特性的影响研究 [J]. 食品科技, 2019, 44(8): 169-173.
- [6] 刘静静, 张名位, 魏振承, 等. 不同加工精度下丝苗米品质的比较分析 [J]. 现代食品科技, 2021, 37(9): 186-192.
- [7] 安红周, 杨柳, 林乾, 等. 不同加工精度籼米的感官品质和营养品质 [J]. 中国粮油学报, 2021, 36(3): 1-7.
- [8] LEELAYUTHSOONTOM P, THIPAYARAT A. Textural and Morphological Changes of Jasmine Rice under Various Elevated Cooking Conditions [J]. Food Chemistry, 2006, 96(4): 606-613.
- [9] 王肇慈. 粮油食品品质分析 [M]. 2 版. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.
- [10] 赵国珍, 刘吉新, 陈于敏, 等. 云南高原粳稻品质现状及淀粉 RVA 谱特性分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(11): 34-41.
- [11] 张玉荣, 王亚军, 贾少英, 等. 糙米储藏过程中蒸煮品质及质构特性变化研究 [J]. 粮食与饲料工业, 2014(1): 1-6.
- [12] 骆啸. 加工精度对大米营养和食用品质的影响 [D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2017.
- [13] 任海斌, 任晨刚, 黄金, 等. 不同加工精度籼米留皮度变化规律及其与加工品质相关性研究 [J]. 粮食与油脂, 2020, 33(11): 90-94.
- [14] 陈坤杰, 吴贵茹, 孟繁华. 大米表面颜色与碾削程度的相关性分析 [J]. 中国粮油学报, 2010, 25(7): 1-5, 10.
- [15] 李素梅. 白度计在精米加工中的应用 [J]. 粮食与饲料工业, 2000(5): 15.
- [16] 刘建伟, 徐润琪, 张萃明, 等. 大米加工精度与碾白程度检测的研究 [J]. 中国粮油学报, 2004, 19(3): 5-8, 61.
- [17] 林俊帆, 赵俐淇, 贾玉凤, 等. 碾磨度对红米蒸煮、糊化特性、抗氧化活性及其米饭质构、感官品质的影响 [J]. 食品工业科技, 2020, 41(8): 250-255.
- [18] 周晓晴. 不同加工精度大米食味品质分析及其综合评价研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2013.
- [19] PARK J K, KIM S S, KIM K O. Effect of Milling Ratio on Sensory Properties of Cooked Rice and on Physicochemical Properties of Milled and Cooked Rice [J]. Cereal Chemistry, 2001, 78(2): 151-156.
- [20] 周显青, 祝方清, 张玉荣, 等. 不同储藏年限稻谷的蒸煮特性及其米饭的食味和质构特性分析 [J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2020, 41(1): 96-103.