

不同加工精度下丝苗米品质的比较分析

刘静静¹, 张名位², 魏振承², 刘光², 彭君建², 唐小俊², 张雁², 赵志浩², 周鹏飞², 李萍², 王佳佳²,
钟立煌², 王智明², 廖娜², 邓媛元^{2*}

(1. 华中农业大学食品科技学院, 湖北武汉 430007) (2. 广东省农业科学院蚕业与农产品加工研究所, 农业农村部功能食品重点实验室, 广东省农产品加工重点实验室, 广东广州 510640)

摘要: 为探究南方优质丝苗米在碾磨过程中品质及加工能耗的变化规律, 以美香占2号为原料, 通过碾磨制得碾减率(2%、4%、6%、8%、10%、12%)的米样, 分析不同碾减率对大米的加工特性、蒸煮特性及食味品质的影响。结果表明, 随着碾减率的增加, 丝苗米加工过程中的碎米率和能耗均显著增加, 蒸煮特性、食味品质不断改善。与糙米相比, 当大米碾减率为2%时, 留皮度由99.80%降低至52.83%, 碎米率增加至2.74%, 能耗为87.50 kJ/kg, 蒸煮特性与食味品质显著提升; 当大米碾减率为8%时, 留皮度降低至3.43%, 其食味品质与精白米无显著区别; 当大米碾减率达到12%时, 留皮度降低至1.10%, 碎米率增加至28.97%, 能耗增加至1090.00 kJ/kg, 最适蒸煮时间缩短到18.33 min, 感官评价总分提高到79.00。根据不同需求选择适宜的加工精度, 更有利于节约能耗, 提高粮食利用资源。

关键词: 丝苗米; 适度加工; 留皮度; 能耗; 碾减率; 食味品质

文章编号: 1673-9078(2021)09-186-192

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.9.0161

Comparative Analysis of Simiao Rice Quality under Different Degree of Milling

LIU Jing-jing¹, ZHANG Ming-wei², WEI Zhen-cheng², LIU Guang², PENG Jun-jian², TANG Xiao-jun²,
ZHANG Yan², ZHAO Zhi-hao², ZHOU Peng-fei², LI Ping², WANG Jia-jia², ZHONG Li-huang², WANG Zhi-ming²,
LIAO Na², DENG Yuan-yuan^{2*}

(1. Department of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

(2. Sericultural & Agri-Food Research Institute Guangdong Academy of Agricultural Sciences; Key Laboratory of Functional Foods, Ministry of Agriculture and Rural Affairs; Guangdong Key Laboratory of Agricultural Products Processing, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In order to explore the changing law of the taste quality of the southern high-quality Simiao rice during the milling process, Meixiangzhan 2 was used as raw material in the milling experiment for different milling degree (2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%) in this study. Then, the effects of different milling degree on processing characteristics, cooking and sensory properties were analyzed. The results showed that with the improvement of processing accuracy, the cooking properties and sensory qualities of rice were improved, but the energy consumption and broken kernel yield of rice were significantly increased. When the degree of milling reached 2%, compared with brown rice, the husk retention decreased from 99.8% to 52.83%, the broken kernel yield of rice increased to 2.74%, the energy consumption increased to 87.50 kJ/kg, and cooking properties and sensory qualities significantly improved. When the degree of milling reached 8%, the husk retention

引文格式:

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

LIU Jing-jing, ZHANG Ming-wei, WEI Zhen-cheng, et al. Comparative analysis of Simiao rice quality under different degree of milling [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(9): 186-192

收稿日期: 2021-02-13

基金项目: 广东省重点领域研发计划项目(2020B020225004); 科技创新战略专项资金(高水平农科院建设)(R2020PY-JX009); 广东特支计划项目(2019BT02N112); 广东省现代农业产业技术体系水稻创新团队项目(2020KJ105)

作者简介: 刘静静(1997-), 女, 硕士, 研究方向: 粮油加工与功能食品; E-mail: 1467196578@qq.com

通讯作者: 邓媛元(1982-), 女, 研究员, 研究方向: 粮油加工与功能食品; E-mail: yuanyuan_deng@yeah.net

was 3.43%. There is no significant difference between milling degree 8% and 12% in sensory qualities. When the degree of milling reached 12%, the husk retention was 1.10%, the broken kernel yield of rice increased to 28.97%, the energy consumption increased to 1090.00 kJ/kg, the optimum cooking time was shortened from 32.67 min to 18.33 min, and the total score of sensory evaluation was 79.00. Choosing the suitable degree of milling according to different needs is more conducive to saving energy and improving the utilization of food resources.

Key words: Simiao rice; moderate processing; bran degree; energy consumption; degree of milling; eating quality

稻米是重要的粮食作物, 2020 年我国稻谷产量达到 2.12×10^8 t, 位居世界第一。丝苗米是广东特色优质籼稻, 其米粒洁白细长、外观晶莹剔透、米饭香气浓郁。长期以来, 为了满足消费者对大米口感和外观“精、白、亮”的追求, 我国大米加工企业普遍存在过度加工的现象^[1]。丝苗米相较于普通粳稻粒型更长, 过度加工更易造成碎米率增加, 降低粮食资源利用率, 不利于粮食安全保障, 且生产能耗加大^[2]。2019 年 5 月 1 号《大米》(GB/T 1354-2018) 国家标准正式实施, 提出适度加工、绿色发展。明确碾磨加工过程对丝苗米碾磨特性、蒸煮特性、食味品质的影响, 筛选既能够满足消费者口感追求又能节能减损的适宜加工精度, 对于倡导适度加工大米健康消费, 推动丝苗米加工产业绿色发展具有重要意义。

已有研究报道指出, 随着碾减率 (Degree of Milling, DOM) 的增加, 大米的蒸煮品质、感官品质得到显著改善^[3]。当碾减率在 2%~3% 时, 大米的吸水率和体积膨胀率得到显著提升, 最适蒸煮时间降低^[4]。苏慧敏等^[5]研究发现, 当碾减率达到 15% 时, 其食味值提升至 90.0 分。虽然碾磨加工能够极大的改善糙米品质, 但是较高的加工精度会造成碎米率升高, 整精米率降低以及能耗过高等问题。当籼稻糙米的碾减率从 1.83% 增加至 12.66% 时, 碎米率从 19.90% 增加到 33.20%, 留皮度从 35.80% 减少至 0.50%^[6]。谢有发^[7]研究表明, 随着碾减率的增加, 所消耗的电能显著增加, 当碾减率达到 10% 时, 所消耗的能耗达到 1850 kJ/kg。此外, 不同品种间适宜加工精度会有一定的差异, 如 Debandya 等^[8]研究表明粒型长短不同的稻米在碾磨过程中, 达到同一碾减率所需要的时间不同, 且短圆型稻米相较于细长型稻米所需的蒸煮时间更长。骆啸等^[9]研究表明, 由于品种差异, 不同品种的粳稻和籼稻在同一道加工程序中到达的加工精度不同, 在经过三道碾米加工后晚籼稻和粳稻达到的碾减率分别为 8.10% 和 9.80%。

现有研究多以北方粳稻为原料, 关于南方优质籼稻丝苗米的碾磨加工品质特性研究相对较少, 因此本研究以南方优质丝苗米美香占 2 号为原料, 使用碾减率 (大米在碾磨过程中的质量损失占比) 表征大米加工精度, 比较不同碾减率大米的食味品质差异, 从碾

磨特性、加工能耗、蒸煮品质、感官品质等方面系统分析碾磨加工对于丝苗米品质变化的影响, 筛选丝苗米适宜加工精度, 为实现丝苗米绿色适度加工, 倡导健康消费提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

美香占 2 号稻谷, 2020 年 7 月收获于广东省海纳农业公司惠州生态园基地, 于 4 °C 冷库中贮藏。实验前, 稻谷经砻谷脱壳制备得到糙米。糙米去除杂质、病虫害颗粒后贮藏于 4 °C 冰箱中备用, 每次脱壳的糙米一周内使用完毕。

1.2 主要仪器设备

JLJ45 型砻谷机, 浙江台州市粮仪厂; BLH-3500 精米机, 浙江伯利恒仪器设备公司; JMCT12 大米外观检测仪, 北京东孚久恒仪器技术有限公司; Starch Master2 型 RVA 快速粘度仪, Perten 公司; UV-1240 型紫外-可见分光光度计, 日本岛津分析仪器公司。

1.3 试验方法

1.3.1 不同碾减率样品的制备

准确称取 100 g 糙米通过碾米机调整不同碾磨时间, 得到不同碾减率 (2%、4%、6%、8%、10%、12%) 的样品, 密封袋包装后保存于 -18 °C 冰箱备用。

$$\text{碾减率}/\% = \left(1 - \frac{\text{碾磨后大米质量}}{\text{糙米质量}} \right) \times 100\%$$

1.3.2 留皮度、白度的测定

参照 GB/T 5502-2018 中仪器检测法, 使用大米外观测定仪测定大米的留皮度和白度。

1.3.3 碎米率、整精米率

参照 GB/T 21719-2008 进行测定整精米率、碎米率, 本文中所指的整精米率是指整精米占净稻谷试样质量的百分率; 碎米率为糙米碾磨过程中产生的碎米占总糙米的百分率。

1.3.4 单位能耗的测定

碾磨过程中的能源消耗用单位能耗表示, 计算公式如下, 其中碾磨过程中的总能耗由碾米机功率乘以

碾磨时间所得。

$$\text{单位能耗}/(\text{kJ}/\text{kg}) = \frac{\text{碾磨过程中使用的总能耗}(\text{kJ})}{\text{碾磨样品质量}(\text{kg})}$$

1.3.5 大米吸水率和膨胀率的测定

参照魏振承^[10]等人的方法并略作修改,称取 7 g 大米(记为 m_0),转移至 100 mL 量筒内,加入 25 mL 水,读取体积 V_1 ,将其倒入已知质量(m_1)的烧杯中,用蒸馏水清洗 5 遍,向烧杯中加入 50 °C 120 mL 蒸馏水,将烧杯放入沸水锅中蒸 20 min,将烧杯中米汤倒入另一烧杯中至无米汤滴下,米饭冷却至室温后称重,记为 m_2 ,将已称重的米饭转移到量筒,加入 50 mL 水,读取体积 V_2 ,则

$$\text{吸水率}/\% = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100\%$$

$$\text{膨胀率}/\% = \frac{V_2 - 50}{V_1 - 25} \times 100\%$$

1.3.6 米汤干物质含量和碘蓝值的测定

参照魏振承^[10]等人的方法并略作修改。米汤干物质含量:将 1.3.5 中的米汤稀释定容至 100 mL,8000 r/min 离心 10 min,取 10 mL 离心后的米汤(M_1)于已称重的铝盒(M_0)中,置于 105 °C 烘箱中烘至恒重,记恒重后的铝盒重量为 M_2 。

$$\text{米汤干物质含量}/(\text{mg}/\text{g}) = \frac{M_2 - M_0}{M_1} \times \frac{100}{10} \times 1000$$

米汤碘蓝值:取 1 mL 米汤离心液于装有 50 mL 蒸馏水的 100 mL 容量瓶中,加入 0.5 mol/L HCl 溶液 5 mL 和 0.2 g/100 mL 碘试剂 1 mL,用蒸馏水定容至 100 mL,在 660 nm 处测定其吸光度。

1.3.7 大米最适蒸煮时间的确定

参照陶虹等^[11]的方法并略作修改,采用玻璃板-白芯法,将 250 mL 水加入 400 mL 的烧杯中,置于电磁炉上的水浴锅中加热至沸腾,称取 10 g 糙米倒入烧杯中开始计时,从 20 min 后每隔 1 min 捞出 10 粒米,使用玻璃板进行挤压,查看米粒是否有白芯,无白芯即为煮熟,记录所有米粒均无白芯的时间为最适蒸煮时间。

1.3.8 糊化特性的测定

参照 GB/T 14490-2008 进行测定。

1.3.9 感官品质评价

参考 GB/T 15682-2008《粮油检验稻谷、大米蒸煮食用品质感官评价方法》进行感官评定,选定具有粮油感官评定基础的人员 10 名(5 男 5 女),年龄在 20~40 岁之间。

1.4 数据的统计与分析

使用 Excel 软件处理数据,使用 SPSS 11.7 和 Origin 2017 软件进行数据统计分析及作图,数据以平均值±标准差表示,显著性水平为 $p < 0.05$ 。

2 结果与讨论

2.1 不同碾减率对大米加工特性的影响

不同碾磨时间对大米碾减率的影响如图 1 所示,结果表明,随着碾磨时间的增加,糙米的质量在不断减少,碾减率在逐渐增大,因此碾减率在在一定程度上可以反映大米的加工精度。当 DOM 从 0% 增加到 2% 和从 10% 增加到 12% 时,所需要的时间分别为 12 s 和 38 s,将碾磨时间与碾磨度进行曲线拟合,得到的回归方程为 $y = -0.0004x^2 + 0.1416x + 0.3679$ ($R^2 = 0.9937$),由此可见,每增加 2% 碾减率时,所需要的增加的时间越来越长,碾磨曲线的斜率逐渐减小。陈会会^[12]研究表明在碾磨过程中,碾磨曲线的斜率逐渐减小,与本文一致。这可能是由于胚乳的硬度大于糠层,在碾磨前期糠层易于,因此达到相同的碾减率需要的碾磨时间更短^[13]。

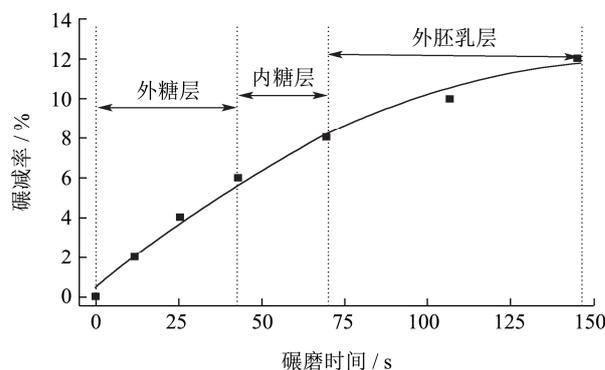


图 1 碾减率与碾磨时间之间的关系

Fig.1 The relationship between degree of milling and time

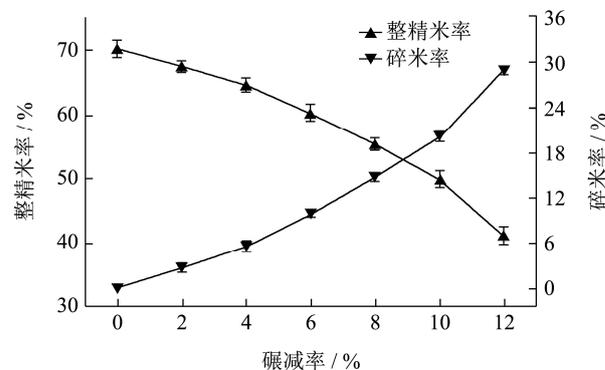


图 2 不同碾减率对大米整精米率、碎米率的影响

Fig.2 Effects of different degree of milling on head rice yield and broken kernel yield of rice

由图 2 可知,碾磨过程中碎米率显著升高,整精米率显著下降。具体来说,从 DOM=0% 到 DOM=12%

的过程中,碎米率从0%上升到28.97%,整精米率从62.13%下降至33.16%,整精米率的下降幅度高达46.63%。值得注意的是,在碾磨后期,增加2%的碾磨度而所需的单位时间逐渐延长时,碎米率以及整精米率的变化幅度增加。在本研究中当DOM=12%时,碎米率达到28.97%,高于安红周^[14]报道的稻花香粳稻在碾减率为12.96%时的碎米率11.25%,可能是因为美香占粒型较长,在碾磨过程中受到机械外力更易断裂^[15,16],同时碎米的产生与所使用的碾磨机器以及碾磨时长也有很大的关系,随着碾磨时间的延长,机器发热、造成大米表面与内部存在一定的温度梯度,更易断裂^[17]。

白度与留皮度均可在一定程度上反应大米的加工精度,实验结果表明,白度从DOM=0%的23.10上升到DOM=12%的36.10,留皮度从DOM=0%的98.80%下降到DOM=12%的1.10%,留皮度损失高达97.70%。从图4不同碾减率大米外观扫描图可知,大米外观颜色逐渐由黄变白,这与图3中白度与留皮度的变化相一致,且从图片中可知糙米胚芽保留程度逐渐减小。值得注意的是,在碾磨初期留皮度的损失率变化最大,如当DOM从0%增加到2%时损失率高达46.56%,变化幅度最大。而在碾磨后期,DOM达到6%以后,留

皮度变化幅度逐渐减弱。此外,当DOM=6%和DOM=8%时,留皮度分别为5.80%与3.40%,属于GB/T 1354-2018《大米》中推荐的适碾加工精度。据文献报道^[18],在整个糙米中,糠层所占的比例为8%~10%左右,其中果皮所占的比例为1%~2%,糊粉层和种皮所占的比例为4%~6%,胚所占的比例为2%~3%。碾磨前期的米糠层较易去除,对留皮度影响较大,因此留皮度在前期碾磨过程中变化幅度较大,随着碾磨加工的进行,留皮程度越来越少,变化幅度也较小。

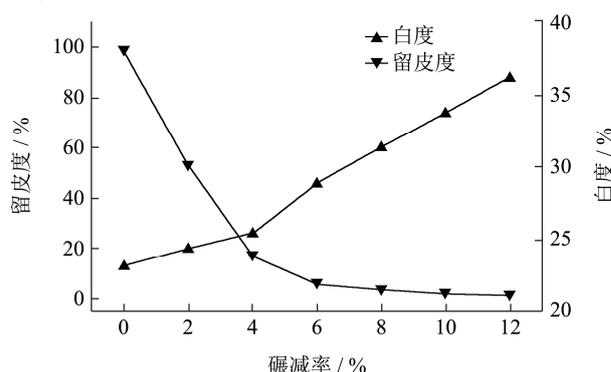


图3 不同碾减率对大米留皮度、白度的影响

Fig.3 Effects of different degree of milling on bran degree and whiteness of rice

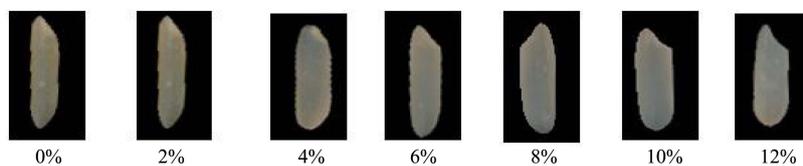


图4 不同碾减率大米的外观扫描图

Fig.4 Scanning image of rice with different degree of milling

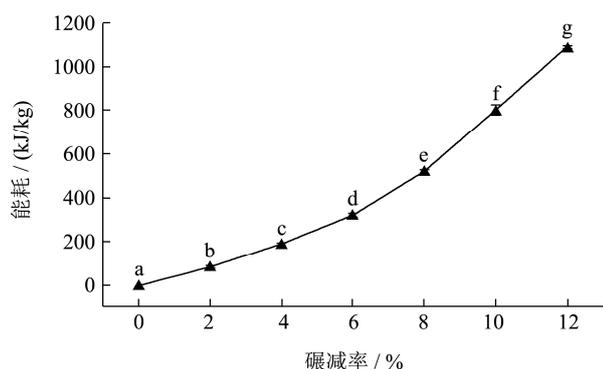


图5 不同碾减率对大米单位能耗的影响

Fig.5 Effects of different degree of milling on unit energy consumption of rice

由图5可知,随着碾减率的增加,能耗显著性增加,且能耗增加幅度逐渐增加。DOM从0%增加到2%需要增加的能耗为87.50 kJ/kg而从10%增加到12%需要增加的能耗为290.00 kJ/kg,这与前文表述的DOM=10%~12%所需的碾磨时间最长相吻合。由此可

见,加工精度越高的大米,所需要的能耗越多。在碾米过程中,每增加2%的碾减率所需要的时间越来越长,这就导致碾磨所需要增加的能耗逐渐变大。从糙米结构组成而言,在糠层的不同位置分布着不同物质,使得其中的果皮、种皮、糊粉层的硬度不一致且层与层之间结合不紧密,而不同胚乳层之间主要由淀粉组成,硬度相似且结构紧密^[19]。因此,在碾磨前期米糠层较易碾去,能耗较低,而后期碾磨难度增加,能耗也增加。

2.2 不同碾减率对大米蒸煮品质的影响

由表1可知,吸水率、膨胀率、米汤干物质含量、碘蓝值均随着碾磨度的增加而增大,当DOM=0%时吸水率、膨胀体积分别为221.90%、359.32%,当DOM增加至2%时,吸水率、膨胀体积均显著提高,分别增加了86.27%、96.50%。大米的最适蒸煮时间随着碾磨度的增大而减小,从DOM=0%的32.67 min缩短至

DOM=12%的 18.33 min, 下降比例高达 43.89%, 但 DOM=10% 以后已无显著性变化。值得注意的是当 DOM=2% 时最适蒸煮时间为 26.67 min, 相较于糙米下降幅度达到 18.37%, 下降比例最大。

不同碾减率对于大米糊化特性的影响如表 2 所示, 相较于糙米而言, 其余碾减率的大米样品的峰值粘度、最低粘度以及最终粘度均显著增加, 崩解值、回生值呈现增加的趋势。具体来说, 峰值粘度、最低粘度、最终粘度从 DOM=0% 增加到 DOM=12% 的过程中, 分别从 2333.51 增加至 3624.06, 从 1190.09 增加至 1911.51, 从 2027.52 增加至 2796.07, 增长幅度分别达

到 55.31%、60.62%、37.91%。由此可知, 随着碾减率的增加, 同一蒸煮温度下大米糊化粘度不断增加。

在本研究表明大米的蒸煮特性以及糊化特性都是早碾磨初始阶段变化速率较快, 后期则趋于平缓这与林俊凡^[20]的研究结果相一致。这可能是由于糙米外皮层主要分布着脂肪、膳食纤维、矿物质、维生素等物质^[21], 这些成分包裹在胚乳层周围, 阻碍淀粉吸收水分从而抑制淀粉膨胀, 使得大米的吸水率、膨胀率以及糊化粘度均较低^[22], 随着加工精度的提升, 米糠层的这些成分不断的被除去, 且直链淀粉所占比例在不断升高, 使得淀粉充分吸水膨胀以及峰值粘度显著增加^[23,24]。

表 1 不同碾减率对于大米蒸煮品质的影响

Table 1 The cooking qualities of rice at different degree of milling

碾减率/%	吸水率/%	膨胀率/%	米汤干物质含/(mg/g)	碘蓝值(OD ₆₆₀)	最适蒸煮时间/min
0	221.90±7.50 ^a	359.32±14.52 ^a	21.69±0.35 ^a	0.07±0.01 ^a	32.67±0.47 ^a
2	413.33±5.26 ^b (86.27)	706.06±8.57 ^b (96.50)	25.90±0.97 ^b (19.41)	0.13±0.01 ^b (85.71)	26.67±0.47 ^b (-18.37)
4	448.57±5.35 ^c (8.35)	932.12±75.5 ^c (32.02)	27.81±0.64 ^c (7.37)	0.14±0.00 ^b (7.69)	23.67±0.47 ^c (-11.25)
6	505.71±7.28 ^d (12.74)	1150.67±46.34 ^d (23.45)	32.24±0.37 ^d (15.93)	0.16±0.02 ^{bc} (14.29)	21.67±0.47 ^d (-8.45)
8	549.05±9.92 ^e (8.57)	1350.00±70.71 ^e (17.38)	35.67±0.34 ^e (10.64)	0.19±0.01 ^c (18.75)	20.33±0.47 ^e (-6.18)
10	590.00±14.14 ^f (7.46)	1416.67±23.57 ^{ef} (4.95)	36.38±0.55 ^e (1.99)	0.20±0.01 ^c (5.26)	18.67±0.94 ^f (-8.17)
12	667.72±13.72 ^g (13.1)	1476.67±20.55 ^f (4.24)	37.83±0.62 ^f (3.99)	0.23±0.00 ^d (15.00)	18.33±0.47 ^f (-1.82)

注: 同一列内不同小写字母表示不同碾减率间大米蒸煮特性有显著性差异 ($p<0.05$), 表 2 同。括号内数值表示相较于上一个碾减率而言, 大米蒸煮指标变化的幅度 (%) 正数表示增加百分率, 负数表示降低百分率。

表 2 不同碾减率对于大米糊化特性的影响

Table 2 The pasting properties of rice at different degree of milling

碾减率/%	峰值粘度/cP	最低粘度/cP	最终粘度/cP	崩解值/cP	回生值/cP
0	2333.51±69.50 ^a	1190.09±17.04 ^a	2027.52±23.52 ^a	1058.58±0.51 ^a	791.56±2.54 ^a
2	2376.52±85.54 ^b	1272.06±12.02 ^b	2090.03±18.04 ^b	1186.56±68.51 ^{ab}	837.57±6.55 ^b
4	2662.55±2.58 ^c	1338.55±9.57 ^c	2203.02±9.03 ^c	1324.07±7.05 ^b	864.58±0.50 ^{bc}
6	2999.03±52.07 ^d	1486.57±10.59 ^d	2330.52±3.56 ^d	1512.53±62.54 ^c	844.09±7.04 ^b
8	3205.06±45.04 ^e	1599.56±36.55 ^e	2482.05±17.07 ^e	1605.53±81.59 ^{cd}	882.56±19.54 ^c
10	3610.08±49.00 ^f	1675.53±24.59 ^f	2559.56±19.55 ^f	1634.51±24.50 ^d	884.06±5.01 ^c
12	3624.06±18.06 ^f	1911.51±0.51 ^g	2796.07±16.01 ^g	1712.52±17.50 ^e	884.54±16.58 ^c

表 3 不同碾减率对于大米感官品质的影响

Table 3 The sensory qualities of rice at different degree of milling

碾减率/%	气味	外观结构	适口性	滋味	冷饭质地	总分
0	15.00±0.71 ^a	10.63±0.48 ^a	17.75±0.43 ^a	17.13±1.36 ^a	2.75±0.66 ^a	63.25±1.48 ^a
2	15.13±0.6 ^a	12.38±0.99 ^b	20.13±0.93 ^b	17.50±0.71 ^a	3.75±0.66 ^b	68.88±1.83 ^b (8.90)
4	15.63±0.7 ^{ab}	13.75±0.83 ^c	21.00±0.71 ^{bc}	17.13±0.78 ^a	3.75±0.66 ^b	71.25±0.83 ^c (3.44)
6	16.50±0.94 ^b	14.13±0.78 ^{cd}	22.13±0.93 ^{bc}	17.38±0.66 ^a	4.00±0.67 ^b	74.13±0.99 ^d (4.04)
8	16.38±1.22 ^b	15.00±0.87 ^d	22.38±0.48 ^{cd}	18.25±0.43 ^{ab}	3.63±0.99 ^a	75.63±1.58 ^{de} (2.02)
10	14.75±0.97 ^a	16.50±0.87 ^e	21.38±0.99 ^{de}	18.75±1.09 ^b	3.63±0.86 ^a	75.00±1.73 ^{de} (-0.80)
12	15.63±0.99 ^{ab}	18.38±1.41 ^f	21.00±1.22 ^e	18.13±1.36 ^{ab}	3.38±0.86 ^a	76.50±0.87 ^e (2.00)

注: 同一行内不同小写字母表示不同碾减率间大米蒸煮特性有显著性差异 ($p<0.05$)。括号内数值表示相较于上一个碾减率而言, 大米感官评价总分变化幅度, 正数表示增加百分率, 负数表示降低百分率。

2.3 不同碾减率对大米感官品质的影响

由表 3 可知,米饭的整体感官品质随着碾磨度的增大呈现增加的趋势,且米饭的外观及适口性均有一定的改善效果,但气味评分呈现先上升再下降的趋势。具体来说,感官评价总分从 DOM=0% 的 63.25 增加至 DOM=12% 的 76.50, 增加幅度达到 20.95%, 值得注意的是 DOM=8% 时总分为 75.63, 相较于 DOM=12% 的感官评分没有显著性差异。随着蒸煮特性与淀粉糊化特性的显著改善,最适蒸煮时间不断减小且感官品质不断改善。糙米在蒸煮的过程中吸水到达一定程度时使得皮层涨破,造成糙米外观评分较低,且糠层口感粗糙,从而使得糙米的感官评分较低。当 DOM=2% 时,大米留皮度为 52.83%, 糠层破裂使得水分更易进入,感官品质显著提升。当 DOM=8% 时,大部分米糠层被碾去,外层胚乳逐渐呈现出来,此时的感官评价总分与 DOM=12% 无显著性差异即 8% 的加工精度就能较好的改善米饭的感官品质,继续增加碾减率对米饭感官品质影响较小,这与 Billiris^[25]的研究结果较为一致。

3 结论

本文研究了不同碾减率对丝苗米美香占 2 号的加工特性、蒸煮特性、感官评分的影响。研究表明,随着碾减率的增加,大米的整精米率、留皮度显著下降,能耗显著增加,蒸煮特性、感官评分均有不同程度的改善。当碾减率从 DOM=0% 增加到 DOM=12% 的过程中,整精米率、留皮度下降的幅度分别为 46.63%、97.70%, 最适蒸煮时间从 32.67 min 缩短至 18.33 min, 蒸煮过程中吸水率和体积膨胀率增加的幅度分别为 200.91%、310.96%, 感官评分增加 13.25 分,当 DOM=8% 与 DOM=12% 时的感官总分之间没有显著性差异。由此可以看出,过度加工不仅不会进一步提高大米的感官品质,反而会增大碎米率降低粮食资源利用率,以及能耗升高造成生产成本提高。本文作者将在后续研究中继续探索不同加工精度下大米中营养物质的变化规律,以期为南方大米企业适度加工丝苗米时提供相关理论依据,实现稻谷资源减损加工、充分利用。

参考文献

- [1] 杨榕.大米制品适宜加工精度研究[D].南昌:南昌大学,2020
YANG Rong. Research on the appropriate degree of milling of rice products [D]. Nanchang: Nanchang University, 2020
- [2] 赵志浩,邓媛元,魏振承,等.大米适度加工和副产物综合利用

用现状及展望[J].广东农业科学,2020,47(11):144-152

- ZHAO Zhi-hao, DENG Yuan-yuan, WEI Zhen-cheng, et al. Current status and prospect of appropriate processing of rice and comprehensive utilization of by-products [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2020, 47(11): 144-152
- [3] Sandhu R S, Singh N, Kaler R S S, et al. Effect of degree of milling on physicochemical, structural, pasting and cooking properties of short and long grain Indica rice cultivars [J]. Food Chemistry, 2018, 260: 231-238
- [4] Mohapatra D, Bal S. Effect of degree of milling on specific energy consumption, optical measurements and cooking quality of rice [J]. Journal of Food Engineering, 2006, 80(1): 119-125
- [5] 苏慧敏,张敏,苗菁,等.不同加工程度大米食味变化分析[J].食品科学,2016,37(18):58-63
SU Hui-min, ZHANG Min, MIAO Jing, et al. Changes in rice taste with milling degree [J]. Food Science, 2016, 37(18): 58-63
- [6] 任海斌,任晨刚,黄金,等.不同加工精度糙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
REN Hai-bin, REN Chen-gang, HUANG Jin, et al. Study on change regularity of bran degree with different milling degree of Indica rice and its correlation with processing quality [J]. Cereals & Oils, 2020, 33(11): 90-94
- [7] 谢有发.加工精度对轻碾营养米的营养成分变化及质构特性的影响[D].南昌:南昌大学,2012
XIE You-fa. Effect of degree of milling on the change of nutrient components and texture properties of lightly milled rice [D]. Nanchang: Nanchang University, 2012
- [8] Debabandya M, Satish B. Effect of degree of milling on specific energy consumption, optical measurements and cooking quality of rice [J]. Journal of Food Engineering, 2006, 80(1): 119-125
- [9] 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
LUO Xiao. Effect of processing degree on rice nutritional and eating quality [D]. Wuhan: Wuhan Polytechnic University, 2017
- [10] 魏振承,张名位,马永轩,等.粳稻配方米配制技术研究[J].食品工业科技,2017,38(4):253-258,262
WEI Zhen-cheng, ZHANG Ming-wei, MA Yong-xuan, et al. Blending technology for Indica rice blend combinations [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(4): 253-258, 262

- [11] 陶虹,夏强,李云飞,等.超声波与超高压处理对全谷物糙米蒸煮品质和抗氧化活性的影响比较[J].食品工业科技,2017,38(10):91-95,102
TAO Hong, XIA Qiang, LI Yun-fei, et al. Comparative effects of ultrasound and high hydrostatic pressure treatments on cooking properties and antioxidant activity of brown rice [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(10): 91-95, 102
- [12] 陈会会.粳米适度碾制加工技术与品质研究[D].焦作:河南理工大学,2020
CHEN Hui-hui. Study on moderate milling processing technology and quality of japonica rice [D]. Jiaozuo: Henan University of Technology, 2020
- [13] Liu Kun-lun, Zheng Jia-bao, Chen Fu-sheng, et al. 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(82): 429-436
- [14] 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
AN Hong-zhou, CHEN Hui-hui, XUE Yi-bo, et al. Influences of milling time on processing characteristics of japonica brown rice [J]. Food Science and Technology, 2019, 44(8): 169-173
- [15] XIE Li-hong, TANG Shao-qing, CHEN Neng, et al. Rice grain morphological characteristics correlate with grain weight and milling quality [J]. Cereal Chemistry, 2013, 90(6): 587-593
- [16] Zheng T Q, Xu J L, Li Z K, et al. Genomic regions associated with milling quality and grain shape identified in a set of random introgression lines of rice (*Oryza sativa* L) [J]. Plant Breeding, 2007, 126(2): 158-163
- [17] Archer T R, Siebenmorgen T J. Milling quality as affected by brown rice temperature [J]. Cereal Chemistry, 1995, 72(3): 304-307
- [18] BAO Jin-song. Rice: Chemistry and Technology [M]. United States: American Association of Cereal Chemists, 2019: 21-48
- [19] Lamberts L, Bie E D, Vandeputte G E, et al. Effect of milling on colour and nutritional properties of rice [J] Food Chemistry, 2005, 100(4): 1496-1503
- [20] 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
LIN Jun-fan, ZHAO Li-qi, JIA Yu-feng, et al. Effect of milling degree on cooking property, pasting property and antioxidant activity of red rice, texture and sensory properties of cooked red rice [J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(8): 250-255
- [21] Zhong Y, Liu W, Xu X, et al. Correlation analysis between color parameters and sensory characteristics of rice with different milling degrees [J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2014, 38(4): 1890-1897
- [22] H Ikeda. Relationship between the saccharides extracted from rice grains during cooking and the sensory taste of cooked rice [J]. Journal of Home Economics of Japan, 2001, 52(5): 401-409
- [23] 王立峰,张磊,姚轶俊,等.碾磨程度对大米特征组分和米粉品质特性的影响[J].食品与机械,2019,35(5):195-201
WANG Li-feng, ZHANG Lei, YAO Yi-jun, et-al. Effect of milling degree on content of characteristic components and quality properties of rice flour [J]. Food & Machinery, 2019, 35(5): 195-201
- [24] Mabashi Y, Ookura T, Kasai M, et al. Effects of rate of temperature increase and holding temperature during cooking on the amounts of chemical components in rice grains [J]. Journal of Cookery Science of Japan, 2007, 40(5): 323-328
- [25] Billiris M A, Siebenmorgen T J, Meullenet J F, et al. Rice degree of milling effects on hydration, texture, sensory and energy characteristics. Part 1. Cooking using excess water [J]. Journal of Food Engineering, 2012, 113(4): 559-568

(上接第 92 页)

- [15] Zöchling S, Murkovic M. Formation of the heterocyclic aromatic amine PhIP: identification of precursors and intermediates [J]. Food Chemistry, 2002, 79(1): 125-134
- [16] Zamora R, Hidalgo F J. 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4,5-b]pyridine (PhIP) formation and fate: an example of the coordinate contribution of lipid oxidation and Maillard reaction to the production and elimination of processing-related food toxicants [J]. Rsc Advances, 2015, 5(13): 9709-9721