

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.03.002

# 四川地方大米品种特性对方便米粉品质的影响

张星灿<sup>1,2</sup>, 白菊红<sup>2</sup>, 康建平<sup>1,2</sup>, 任元元<sup>1</sup>

(1. 四川省食品发酵工业研究设计院, 四川 成都 611130;

2. 四川东方主食产业技术研究院, 四川 成都 611130)

**摘要:**以四川省农业科学院试验区筛选出的7种优质杂交水稻为研究对象,米粉工业常用大米作对照,通过测定原料基本成分、米粉感官品质、蒸煮品质和质构特性等指标,研究不同品种四川地方大米原料对方便米粉品质的影响,通过相关分析建立大米原料品种指标与米粉品质间的相关性。结果表明:原料米品种对方便米粉感官品质、蒸煮品质、质构特性的均有显著影响。米粉的劲道、爽滑、风味等感官指标及其综合评分,质构特性与大米直链淀粉含量均呈显著的正相关性。米粉的断条率、复水时间与大米的直链淀粉含量、蛋白质含量呈显著的负相关性,与大米的支链淀粉含量、粗脂肪含量呈显著的正相关性( $P<0.05$ 或 $P<0.01$ )。当大米直链淀粉含量在21.40%~25.61%时,米粉感官品质、硬度、拉伸长度和断条率均最优。采用本实验方法制作米粉时,4#、5#、6#这3种大米加工的米粉品质较好,为进一步确定四川方便米粉原料标准化提供了参考依据。

**关键词:**四川地方大米;方便米粉;蒸煮品质;质构特性

中图分类号:TS213.3 文献标识码:A 文章编号:1007-7561(2019)03-0009-06

## Effect of variety characteristics of Sichuan local rice on the quality of instant rice noodle

ZHANG Xing-can<sup>1,2</sup>, BAI Jv-hong<sup>2</sup>, KANG Jian-ping<sup>1,2</sup>, REN Yuan-yuan<sup>1</sup>

(1. Sichuan Food and Fermentation Industry Research and Design Institute, Chengdu Sichuan 611130;

2. Sichuan Oriental Staple Food Industry Technology Research Institute, Chengdu Sichuan 611130)

**Abstract:** The effect of variety characteristics of Sichuan local rice on the quality of instant rice noodle was studied by detecting the basic component, sensory quality, cooking quality and texture characteristics of rice with seven varieties of high-quality hybrid rice selected from the experimental site of Sichuan academy of agricultural science as the objects, and the rice from ordinary Sichuan rice flour industry as control samples. The correlation between rice variety index and rice noodle quality was established by correlation analysis. The results showed that the effects of rice varieties on sensory evaluation, cooking quality and texture characteristic of instant rice noodle were significant. There was significant positive correlation between the content of amylose and the texture characteristics, sensory indexes (tough and chewy, smoothness, flavor) and comprehensive score. The broken rate and rehydration time of rice flour had significant negative correlation with amylose content and protein content of rice, while positive correlation with amylopectin content and crude fat content of rice ( $P<0.05$  or  $P<0.01$ ). When the amylose content of rice was 21.40%

收稿日期: 2019-01-22

基金项目: 四川省科技计划项目重点研发项目(2017NZ0062)

作者简介: 张星灿, 1990年出生, 男, 硕士, 工程师.

通讯作者: 康建平, 1966年出生, 男, 硕士, 教授级高级工程师.

~25.61%, the processed rice noodle had the best sensory quality, hardness, tensile length and broken rate. The quality of rice noodle processed by three varieties of rice, 4 #, 5 #, 6 #, by the experimental method were better than the others, which provided a reference for further standardization of Sichuan instant rice noodle.

**Key words:** Sichuan local rice; instant rice noodle; cooking quality; texture characteristics

米粉又称米线、米面条、米粉丝,是以稻米为主要原料,经多道工序加工而成的条状米制品。近年来,方便米粉以其方便快捷、营养美味等特点,深受消费者喜爱,市场不断扩大。但米粉在加工过程中,传统的加工工艺不能实现连续化生产,生产周期长,特别是方便米粉原料的筛选仍以经验为主,存在一定盲目性,影响米粉产品品质的标准化和稳定性制约了米粉工业的进一步发展。

大米的理化性质直接影响方便米线加工性能及品质<sup>[1]</sup>。高静丹<sup>[2]</sup>、LII 等<sup>[3]</sup>研究发现,大米基本成分组成与方便米粉的口感品质有直接的联系,原料大米直链淀粉与支链淀粉含量比值较大时,米线口感较硬,易断条;其值较小时,粉团黏性大,难成型,易断条。戴玲玲等<sup>[4]</sup>研究表明直链淀粉含量在 22%~27%的籼米原料均适合于制作米线,但其含量超过 27%时,会使得米线口感过硬,且难煮。董一江等<sup>[5]</sup>研究发现,稻米的直链淀粉含量与加工米线的剪切力等指标显著正相关,与米线的蒸煮品质关系不大,而蛋白质含量则与米线品质的相关性较低。但关于优良杂交四川地方大米品质与方便米粉的相关性研究尚未见报道。本研究以四川省农业科学研究院试验区筛选出的 7 种优质杂交水稻为研究对象,通过测定大米原料基本成分、加工米粉感官品质、蒸煮品质和质构特性等指标,分析大米原料对方便米粉品质的影响,为筛选方便米粉原料提供参数依据,对四川方便米粉连续化、标准化和规范化生产具有重要意义。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 实验材料

选用四川省农业科学研究院试验区提供的 7 种优质杂交水稻(分别编号为 1#-7#),试样收集后采用相同方法进行脱壳碾米,储存备用;选用米粉工业常用的大米作为对照,编号为 0#。

### 1.2 仪器与amp;设备

UV-2102C 型紫外可见分光光度计:尤尼柯(上海)仪器有限公司;离心机:上海安亭科学仪器厂;KN580 型凯氏定氮仪:济南阿尔瓦仪器有限公司;HHS 型数显恒温水浴锅:上海博迅实业有限公司医疗设备厂;电热恒温鼓风干燥箱:通州远东电子仪器厂;电子精密天平:奥豪斯仪器有限公司;TA-XT 型质构仪:上海腾拔仪器科技有限公司;米粉机:武汉胖掌柜食品机械设备有限公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 不同四川地方大米特性指标测定

表观直链淀粉、支链淀粉及总淀粉含量:采用双波长比色法,具体参照 Jarvis 等的方法<sup>[6]</sup>。总淀粉含量为直链淀粉和支链含量之和。

蛋白质含量:按照 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》中凯氏定氮法测定<sup>[7]</sup>。

粗脂肪含量:参照 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》中索氏抽提法测定<sup>[8]</sup>。

灰分:采用 GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》第一法 食品中总灰分的测定<sup>[9]</sup>。

#### 1.3.2 方便米粉加工工艺

原料 粉碎 过筛 混合(辅料) 加水搅拌 挤压 切断 蒸制 冷却(24 h) 烘干 冷却 包装 成品

#### 1.3.3 方便米粉感官评价

取制备好的方便米粉试样进行编号,10 位食品专业人员先对米粉的色泽和表观品质进行描述性感官评价(标准见表 1)。再将不同米粉样品分别放入 1 000 mL 沸腾水中,煮至米粉白芯消失后,捞出,进行感官评价(见表 2),记录评分结果。

表 1 方便米粉描述性感官评价标准

指标	标准
颜色深浅度	淡米白色
粗细均匀度	粗细不均匀、粗细均匀
表面光滑度	表面粗糙、表面稍光滑、表面光滑
切面整齐度	切面不整齐、切面较整齐、切面整齐
中心夹白度	中心无夹白、中间略有夹白

表 2 煮制后方便米粉感官评价标准

感官指标	标准	分值/分
劲道	强	18~25
	较强	12~18
	较弱	6~12
	弱	0~6
爽滑	不浑汤	18~25
	较弱	12~18
	较强	6~12
	强	0~6
风味	香味浓郁	18~25
	略有香味	12~18
	略有异味	6~12
	异味较强	0~6
色泽	洁白透亮	18~25
	略有光泽	12~18
	缺乏光泽	6~12
	明显缺乏	0~6

### 1.3.4 方便米粉蒸煮品质测定

参照国家进出口商品检验行业标准 (SN/T 0395—2018) 进出口米粉检验规程中米粉复水时间、断条率以及损失率的测定<sup>[10]</sup>, 并稍作修改。

复水时间的测定: 取 60 g 米粉样品置于带盖不锈钢碗中, 加入 10 倍样品重量的沸水, 加盖静置 5 min, 在表面随机挑取 6~10 cm 的米粉 1 根, 放入 20 cm×20 cm 玻璃板上, 盖上玻璃板, 用双手压紧, 观察玻璃板上的粉丝有无硬心, 如有硬心出现, 应每隔 0.5 min 测定 1 次, 直到粉丝无硬心为止, 记录时间。

断条率的测定: 选择大于 20 cm 的米粉丝条, 准确称取 10.00 g 样品分别置于保温杯中, 按 1:10 的比例(试样:水)加入沸水, 加盖浸泡 8 min。用筷子将试样搅散, 置于滤网中, 当即分开小于 10 cm 和 10 cm 以上的米粉, 分别称重, 按下式进行断条率的计算:

$$\text{断条率} / \% = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

蒸煮损失率的测定: 称取米粉样品 100.00 g, 放入 500 mL 开水中, 浸泡 7 min, 用不锈钢漏勺捞起全部米粉, 用玻璃棒搅匀米粉汤, 量取米粉汤总量的 1/10, 放入已恒重的称量器中, 于水浴上蒸干后放入 (105±2) 的烘箱中直至恒重, 称取干物质质量, 精确至 0.01 g。

计算公式:

$$\text{损失率} / \% = \frac{m_1 - m_2}{m(1 - X)} \times 10 \times 100$$

式中:  $m$ —浸泡后试样质量, g;  $m_1$ —干米粉的质量, g;  $X$ —米粉的水分含量;  $m_2$ —小于 10 cm 米粉条质量, g。

### 1.3.5 方便米粉质构测定<sup>[11-12]</sup>

取 50 g 米粉样品放入保温杯中, 加入约 500 mL 的沸水, 加盖静置 10 min, 用滤纸吸干表面水分, 待测。

米粉的压缩实验: 取 3 根无物理损伤、粗细均匀的米粉放在质构仪平台的固定位置上测定其硬度 (kg), 每个样品测定 7 次, 去除最大和最小值后取平均值。参数设置: P/50 探头, 设定测试速度 1.00 mm/s, 应变 75%, 停留时间为 1 s, 触发力为 5 g。

米粉的拉伸实验: 取无表面物理损伤, 长度约 10 cm, 且粗细均匀的米粉 1 根测定其拉伸长度 (mm), 每个样品测定 7 次, 去除最大和最小值后取平均值。参数设置: A/SPR 探头, 设定初始距离 20 mm, 测试速度 3 mm/s, 触发力 1 g。

## 1.4 数据处理

采用 SPSS21.0 统计软件单因子方差分析 (one way ANOVA) 进行组间差异性比较, 显著性水平为  $P < 0.05$  和  $P < 0.01$ ; 采用皮尔森相关系数双尾检验 (Two-tailed) 法。数据用 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 大米特性指标测定结果

不同大米品种特性指标测定结果见表 3。由表 3 可知, 7 种大米直链淀粉、支链淀粉含量的变幅较大, 分别为 14.42%~27.31%、50.14%~66.37%, 蛋白质和粗脂肪含量的变幅也较大, 分别为 7.31%~8.84% 和 0.43%~0.72%, 对照样的各项特性指标与 7 种大米样品有差异。

表 3 不同大米品种特性指标

%

样品 编号	特性指标					
	直链淀粉含量	支链淀粉含量	总淀粉含量	蛋白质	粗脂肪	灰分
0#	16.63±0.33 <sup>d</sup>	61.51±0.25 <sup>e</sup>	78.14±0.13 <sup>bc</sup>	8.31±0.12 <sup>b</sup>	0.51±0.04 <sup>abc</sup>	0.61±0.07 <sup>cd</sup>
1#	12.59±0.37 <sup>a</sup>	66.37±0.30 <sup>e</sup>	78.96±0.63 <sup>d</sup>	8.46±0.12 <sup>bc</sup>	0.61±0.03 <sup>cc</sup>	0.42±0.04 <sup>ab</sup>
2#	15.46±0.21 <sup>c</sup>	61.61±0.35 <sup>e</sup>	77.07±0.22 <sup>a</sup>	7.37±0.15 <sup>a</sup>	0.70±0.02 <sup>e</sup>	0.53±0.04 <sup>bc</sup>
3#	14.42±0.25 <sup>b</sup>	63.96±0.22 <sup>f</sup>	78.38±0.07 <sup>cd</sup>	7.61±0.22 <sup>a</sup>	0.72±0.08 <sup>e</sup>	0.41±0.02 <sup>a</sup>
4#	22.21±0.24 <sup>f</sup>	57.48±0.37 <sup>d</sup>	79.69±0.58 <sup>e</sup>	8.84±0.13 <sup>c</sup>	0.60±0.05 <sup>bcc</sup>	0.65±0.13 <sup>d</sup>
5#	25.61±0.16 <sup>g</sup>	52.51±0.41 <sup>b</sup>	78.11±0.54 <sup>bc</sup>	7.31±0.07 <sup>a</sup>	0.60±0.13 <sup>bcc</sup>	0.50±0.06 <sup>abc</sup>
6#	21.40±0.18 <sup>c</sup>	56.34±0.27 <sup>e</sup>	77.73±0.44 <sup>abc</sup>	8.51±0.52 <sup>bc</sup>	0.47±0.05 <sup>ab</sup>	0.43±0.04 <sup>ab</sup>
7#	27.31±0.12 <sup>h</sup>	50.14±0.25 <sup>a</sup>	77.45±0.20 <sup>ab</sup>	7.67±0.16 <sup>a</sup>	0.43±0.06 <sup>a</sup>	0.56±0.05 <sup>cd</sup>

注：同列标有不同小写字母者表示组间差异显著 ( $P < 0.05$ )，反之差异不显著 ( $P > 0.05$ )。下同。

## 2.2 方便米粉感官评价结果

方便米粉描述性感官评价结果见表 4。由表 4 可知，不同品种大米加工的米粉色泽和表观效果与对照组均存在一定差异。本实验选择的大米直链淀粉含量在 12.59%~27.31% 范围内。通过与表 3 大米特性指标进行比较分析，大米的直链淀粉含量对米粉的加工品质影响较大。当大米直链淀粉含量在 21.40%~25.61% 时，4#、5#、6# 加工的米粉呈淡米白色，粗细均匀，表面光滑，切面整齐，中心无夹白，品质最好。可能是因为直链淀粉含量增加可降低米浆糊化后的黏度，使挤压出的米粉相对不易黏连，但当直链淀粉含量过度增加时，反而提高米浆的糊化温度及硬度，降低米浆糊化后的流动性，不利于米粉挤出。本实验直链淀粉含量为 27.31% 大米加工的米粉品质与孙庆杰等<sup>[13]</sup>的研究结果不一致，可能是米粉加工的方式和参数不同引起的。

本研究还发现 0# 与 1#、2#、3# 大米直链淀粉含量在 12.59%~16.63% 之间，差异不大，但加工

米粉时表观品质却表现出较大差异，特别是粗细程度、表面光滑度、切面整齐性。这说明除直链淀粉含量外，可能大米品种间的蛋白质、脂肪和其它成分也会对其凝胶特性产生一定影响。

表 4 方便米粉描述性感官评价结果

样品 编号	描述性感官评价
0#	淡米白色，粗细均匀，表面光滑，切面不整齐，中心无夹白。
1#	淡米白色，粗细均匀，表面光滑，切面较整齐，中心无夹白。
2#	淡米白色，粗细不均匀，表面较粗糙，切面不整齐，中心无夹白。
3#	淡米白色，粗细不均匀，表面粗糙，切面不整齐，中心无夹白。
4#	淡米白色，粗细均匀，表面光滑，切面整齐，中心无夹白。
5#	淡米白色，粗细均匀，表面光滑，切面整齐，中心无夹白。
6#	淡米白色，粗细均匀，表面光滑，切面整齐，中心无夹白。
7#	淡米白色，粗细较均匀，表面光滑度一般，中间略有夹白。

煮制后方便米粉的感官评分结果见表 5。7 个品种的原料米所加工的米粉在劲道、爽滑、风味、色泽以及综合品质上具有显著性差异。4#、5#、6# 这 3 种大米加工的米粉的劲道、爽滑、风味、色泽以及综合感官品质较好。

表 5 煮制后方便米粉的感官评价结果

分

样品编号	感官评价指标				
	劲道	爽滑	风味	色泽	总分
0#	13.22±0.22 <sup>c</sup>	15.18±0.16 <sup>b</sup>	18.46±0.40 <sup>b</sup>	16.55±0.95 <sup>abc</sup>	63.40±1.04 <sup>b</sup>
1#	16.38±0.55 <sup>c</sup>	18.18±0.22 <sup>c</sup>	19.23±0.23 <sup>c</sup>	19.54±0.47 <sup>bcd</sup>	73.33±0.55 <sup>c</sup>
2#	12.21±0.19 <sup>b</sup>	11.35±0.32 <sup>a</sup>	18.16±0.16 <sup>b</sup>	14.47±0.44 <sup>ab</sup>	56.20±1.05 <sup>a</sup>
3#	11.26±0.25 <sup>a</sup>	11.33±0.39 <sup>a</sup>	16.29±0.25 <sup>a</sup>	13.85±5.94 <sup>a</sup>	52.74±6.69 <sup>a</sup>
4#	22.29±0.28 <sup>h</sup>	23.26±0.23 <sup>e</sup>	20.34±0.30 <sup>d</sup>	23.93±4.39 <sup>d</sup>	89.82±3.62 <sup>e</sup>
5#	20.07±0.22 <sup>f</sup>	22.13±0.18 <sup>d</sup>	20.19±0.25 <sup>d</sup>	19.85±1.00 <sup>cd</sup>	82.25±0.89 <sup>d</sup>
6#	21.10±0.13 <sup>g</sup>	22.13±0.20 <sup>d</sup>	20.22±0.23 <sup>d</sup>	21.13±1.62 <sup>cd</sup>	84.58±1.28 <sup>d</sup>
7#	15.48±0.50 <sup>d</sup>	15.20±0.17 <sup>b</sup>	19.23±0.23 <sup>c</sup>	16.58±1.12 <sup>abc</sup>	66.49±1.48 <sup>b</sup>

大米特性与方便米粉感官品质的相关性分析结果见表 6。由表 6 可知，米粉的劲道、爽滑及综合评分与大米直链淀粉含量、总淀粉含量、蛋白质含量呈显著的正相关性 ( $P < 0.05$ )。这与王永辉等<sup>[14]</sup>的研究结果相接近。由于直链淀粉含量高的米浆，其糊化后增加了米粉凝胶的强度，复水后热稳定性好，口感较好。

表 6 大米特性与方便米粉感官品质的相关性

指标	特性指标					
	直链淀粉	支链淀粉	总淀粉	蛋白质	粗脂肪	灰分
劲道	0.572**	0.489*	0.402	0.477*	-0.340	0.153
爽滑	0.504*	-0.413*	0.461*	0.511*	-0.343	0.140
风味	0.608**	-0.555**	0.202	0.389	-0.483*	0.256
色泽	0.322	-0.235	0.472*	0.603**	-0.236	0.100
评价总分	0.510*	-0.420*	0.447*	0.546**	-0.344	0.152

注：\*\*表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。\*表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。下同。

### 2.3 方便米粉蒸煮品质测定结果

复水时间、断条率及损失率是评价米粉蒸煮品质的重要指标。方便米粉的蒸煮品质测定结果见表 7。由表 7 可知，不同品种的原料米加工的方便米粉在复水时间、断条率和损失率上均存在一定差异，损失率的变幅为 8.14%~22.87%，断条率的变幅为 6.00%~31.39%，复水时间为 4.86~8.22 min。4#、5#、6#大米加工的米粉复水时间、断条率及损失率均较小。

表 7 不同品种大米加工米粉的蒸煮品质

样品编号	蒸煮品质指标		
	损失率/%	断条率/%	复水时间/min
0#	8.14±0.14 <sup>a</sup>	10.11±4.12 <sup>a</sup>	6.02±0.05 <sup>c</sup>
1#	8.64±0.08 <sup>a</sup>	6.73±0.76 <sup>a</sup>	6.11±0.11 <sup>c</sup>
2#	18.39±0.53 <sup>c</sup>	29.07±3.58 <sup>b</sup>	7.21±0.19 <sup>d</sup>
3#	22.87±1.67 <sup>d</sup>	31.39±3.60 <sup>b</sup>	8.22±0.20 <sup>c</sup>
4#	8.19±0.17 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	5.24±0.23 <sup>b</sup>
5#	8.20±0.20 <sup>a</sup>	6.13±0.31 <sup>a</sup>	6.08±0.09 <sup>c</sup>
6#	8.50±0.07 <sup>a</sup>	6.03±0.95 <sup>a</sup>	4.86±0.13 <sup>a</sup>
7#	13.40±0.38 <sup>b</sup>	8.07±1.30 <sup>a</sup>	6.08±0.08 <sup>c</sup>

同时，本实验米粉的复水时间在 4.86~8.22 min 之间，这和 Cham 等<sup>[15]</sup>报道的米粉的蒸煮时间 5 min 较接近，特别是 4#、5#、6#品种大米加工的米粉。而与王永辉研究结果(复水时间 10~16.1min)相比，明显缩短。可能是米粉的配方及

加工粗细程度不同造成的，测定方法的不同也会有一定影响。

大米特性与方便米粉蒸煮品质的相关性分析结果见表 8。由表 8 可知，米粉的断条率、复水时间与大米的直链淀粉含量呈显著的负相关性，与大米的支链淀粉含量呈显著的正相关性 ( $P < 0.05$ )。直链淀粉对比结果与王永辉<sup>[14]</sup>等的研究结果相一致。由于直链淀粉含量高的米浆，其糊化温度高，糊化后再经过老化增加了米粉凝胶的强度，热稳定性好，防止断条的出现，使米粉的断条率及损失率较低。

表 8 大米特性与方便米粉蒸煮品质的相关性

指标	特性指标					
	直链淀粉	支链淀粉	总淀粉	蛋白质	粗脂肪	灰分
断条率	-0.521**	0.453*	-0.312	-0.526**	0.621**	-0.222
损失率	-0.345	0.280	-0.334	-0.556**	0.508*	-0.283
复水时间	-0.490*	0.437*	-0.228	-0.614**	0.610**	-0.279

从表 8 也可以看出，米粉的断条率、损失率及复水时间与大米的蛋白质含量呈极显著的负相关性 ( $P < 0.01$ )，与粗脂肪含量也呈显著 ( $P < 0.05$ )，甚至极显著的正相关性 ( $P < 0.01$ )。在一定程度上可说明前面的感官评价结果，两者之间可能具有密切的联系。从侧面也可说明大米的蛋白质、脂肪等一些基础成分对米粉的蒸煮特性会产生一定的影响。

### 2.4 方便米粉质构特性测定结果

方便米粉的质构特性测定结果见表 9。由表 9 可知，不同品种四川地方大米加工的方便米粉在硬度、拉伸长度指标上均存在一定差异，其幅度范围分别为 4.42~13.61 kg、46.23~115.78 mm。整体上，4#、5#、6#这 3 种大米加工的米粉硬度和拉伸长度特性较优。

表 9 不同品种大米加工米粉的质构特性

样品编号	硬度/kg	拉伸长度/mm
0#	5.59±0.46 <sup>b</sup>	73.39±2.65 <sup>bc</sup>
1#	8.41±0.51 <sup>c</sup>	80.76±10.00 <sup>cd</sup>
2#	4.81±0.15 <sup>a</sup>	66.51±2.08 <sup>b</sup>
3#	4.42±0.15 <sup>a</sup>	46.23±3.00 <sup>a</sup>
4#	12.73±0.56 <sup>e</sup>	102.54±6.43 <sup>e</sup>
5#	13.61±0.21 <sup>f</sup>	115.78±5.00 <sup>f</sup>
6#	13.52±0.50 <sup>f</sup>	113.28±10.00 <sup>f</sup>
7#	11.27±0.36 <sup>d</sup>	85.42±4.51 <sup>d</sup>

大米特性与方便米粉质构特性的相关性分析结果见表 10。由表 10 可知, 米粉的硬度、拉伸长度与大米直链淀粉含量呈极显著的正相关性 ( $P<0.01$ ), 而与支链淀粉含量、粗脂肪含量呈极显著的负相关性 ( $P<0.01$ )。这是由于大米淀粉糊化冷却形成凝胶中, 淀粉分子链通过氢键交联聚合, 直链含量越高, 生成的氢键越多, 氢键的形成使凝胶的硬度和弹性增大<sup>[16]</sup>, 这在米粉的硬度及拉伸强度质构特性上显现出来。同时, 直链淀粉较高的米粉, 其硬度值也侧面说明了劲道和爽滑等感官品质, 两者密切相关。

表 10 大米特性与方便米粉质构特性的相关性

指标	特性指标					
	直链淀粉	支链淀粉	总淀粉	蛋白质	粗脂肪	灰分
硬度	0.869**	-0.813**	0.168	0.150	-0.529**	0.228
拉伸长度	0.848**	-0.808**	0.077	0.050	-0.518**	0.344

### 3 结论

原料米品种对方便米粉感官评价、蒸煮品质、质构特性的影响均显著。米粉的劲道、爽滑、风味等感官指标及其综合评分, 质构特性与大米直链淀粉含量呈显著的正相关性。米粉的断条率、复水时间与大米的直链淀粉含量、蛋白质含量呈显著的负相关性, 与大米的支链淀粉含量、粗脂肪含量呈显著的正相关性 ( $P<0.05$  或  $P<0.01$ )。从侧面可说明大米的蛋白质、脂肪等一些基础成分对米粉的蒸煮特性会产生一定的影响。4#、5#、6#这 3 种大米的直链淀粉含量在 21.40%~25.61%, 其加工的方便米粉感官品质、硬度、拉伸长度和断条率均较优。

### 参考文献:

- [1] 张喻, 杨泌泉, 吴卫国, 等. 大米淀粉特性与米线品质关系的研究[J]. 食品科学, 2003, 24(6): 35-38.
- [2] 高静丹. 米粉配粉及淀粉流变学特性对米粉品质影响的研究[D]: 郑州: 河南工业大学, 2012.
- [3] LII C Y, CHANG S M. Characterization of red bean (phaseolus radiatus var. Aurea) starch and its noodle quality[J]. Journal of Food Science, 2006, 46(1): 78-81.
- [4] 戴玲玲. 米线的形成机理和品质控制[J]. 食品工业, 2002(5): 15-16.
- [5] 董一江, 李新华. 大米特性与米线品质的关系分析. 沈阳农业大学学报, 2010, 41(4): 488-491.
- [6] JARVIS C E, WALKER J R L. Simultaneous, rapid, spectrophotometric determination of total starch, amylose and amylopectin[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1993, 63(1): 53-57.
- [7] 食品中蛋白质的测定: GB 5009.5—2016[S].
- [8] 食品中脂肪的测定: GB 5009.6—2016[S].
- [9] 食品中灰分的测定: GB 5009.4—2016[S].
- [10] 进出口米粉检验规程: SN/T0395—2018[S].
- [11] CHARUTIGON C, JITPUPAKDREE J, NAMSREE P, et al. Effects of processing conditions and the use of modified starch and monoglyceride on some properties of extruded rice vermicelli [J]. LWT-Food Science and Technology, 2008, 41(4): 642-651.
- [12] YALCIN S, BASMAN A. Effects of gelatinization level, gum and transglutaminase on the quality characteristics of rice noodle [J]. International Journal of Food Science and Technology, 2008, 43(9): 1637-1644.
- [13] 孙庆杰, 丁文平, 丁霄霖, 等. 米粉(米线)原料标准的研究[J]. 中国粮油学报, 2004, 19(1): 12-15.
- [14] 王永辉, 张业辉, 张名位, 等. 不同水稻品种大米直链淀粉含量对加工米粉品质的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(1): 109-120.
- [15] CHAM S, SUWANNAPORN P. Effect of hydrothermal treatment of rice flour on various rice noodles quality[J]. Journal of Cereal Science, 2010, 51(3): 284-291.
- [16] 李红斌, 李万芬, 詹小卉, 等. 米浆中直链淀粉含量与方便米粉品质关系的研究[J]. 食品科技, 2005(4): 29-31. ㊞