

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.01.032

玉米淀粉对鲜湿米粉品质的影响

Maize starch on the quality of fresh rice noodles

陶 醉¹ 谢 岚¹ 包劲松² 罗可大³ 祝 红¹ 易翠平¹TAO Zui¹ XIE Lan¹ BAO Jin-song² LUO Ke-da³ ZHU Hong¹ YI Cui-ping¹

(1. 长沙理工大学化学与食品工程学院, 湖南 长沙 410114; 2. 浙江大学原子核农业科学研究所, 浙江 杭州 310029; 3. 浏阳河集团股份有限公司, 湖南 长沙 410100)

(1. School of Chemistry and Food Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha, Hunan 410114, China; 2. Institute of Nuclear Agricultural Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310029, China; 3. Liuyanghe Group Corporation Limited, Changsha, Hunan 410100)

摘要:研究了玉米淀粉添加量对鲜湿米粉的蒸煮特性、质构特性和感官品质的影响。结果表明,添加玉米淀粉会增加鲜湿米粉的断条率和蒸煮损失,对风味无不良影响。添加 3%~5% 的玉米淀粉可以显著增加鲜湿米粉的吸水性($P<0.05$),白度值亦有上升,感官评定分值较高;添加 15%~60% 玉米淀粉虽然会增加鲜湿米粉的硬度等指标,但断条率及其它品质指标均有劣化的趋势。因此添加 3%~5% 的玉米淀粉较为适宜,与纯籼米米粉品质最为接近。

关键词:鲜湿米粉;玉米淀粉;蒸煮特性;质构特性;感官品质

Abstract: The effects of adding different content of maize starch on the cooking, texture and sensory quality of fresh rice noodles (FRN) were studied. The results showed that the addition of maize starch increased the broken rate and cooking loss of FRN, and when added amount was 15% ~ 60%, which was significantly higher than 3%~5% ($P<0.05$), without influences on its flavor. 3% to 5% of maize starch could significantly increase the water absorption of FRN ($P<0.05$), and the whiteness value also increased, with the higher sensory evaluation score; 15%~60% of maize starch could increase the hardness of the FRN and other indicators, but the broken rate and other quality indicators had a tendency to deteriorate. Therefore, it was more suitable to add 3% to 5% of corn starch, and this made it shown the similar quality of pure *indica* rice noodles and could reduce the cost.

基金项目:国家自然科学基金(编号:31771899); 国家科技部“十三五”重点研发计划(编号:2017YFD0401104)

作者简介:陶醉,女,长沙理工大学在读硕士研究生。

通信作者:易翠平(1973—),女,长沙理工大学教授,博士。

E-mail: yicp963@163.com

收稿日期:2018-07-03

Keywords: fresh rice noodles (FRN); corn starch; cooking quality; TPA; sensory analysis

玉米淀粉是工业化和市场化程度较高的淀粉产品,米粉企业为降低成本而在生产中经常添加,然而,玉米淀粉对米粉品质的影响尚没有系统评价。研究报道,添加一定量的玉米淀粉可以增加面粉的面筋活性,改善馒头的形态^[1],增加面条、馒头等面制品的白度^[1-3]、降低黏度^[4]。Wang 等^[5]指出玉米淀粉可以改善米淀粉凝胶^[6],优化米粉条的品质^[7],但具体添加量以及对鲜湿米粉品质的影响需进一步研究;目前对鲜湿米粉的关注度主要集中在工艺研究如发酵^[8]、磨浆^[9]、浸泡时间^[10]、热处理^[11]及原料的品种^[12]等。

本试验拟通过研究玉米淀粉添加量对鲜湿米粉蒸煮、质构和感官指标的影响,确定玉米淀粉的最佳添加范围,以期降低产品成本、提高产品品质提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验材料

籼米:浙富 802,市售;

玉米淀粉:市售;

植物乳杆菌(*Lactobacillus plantarum* YI-Y2013): CCTCC No M2017533,本实验室专利菌种,保藏于中国典型培养物保藏中心。

1.1.2 仪器与设备

分析天平:BSA124S型,赛多利斯科学仪器(中国)有限公司;

电子天平:TD6002B型,天津天马衡基仪器有限公司;

立式压力蒸汽灭菌器:DY04-13-44-00型,上海东亚

压力容器制造有限公司；

可见分光光度计：S22PC14146 型，上海棱光技术有限公司；

磨浆机：SY-12 型，浙江鲨鱼食品机械有限公司；

卧式液压饴络面机：YL90-4 型，华洲机械有限公司；

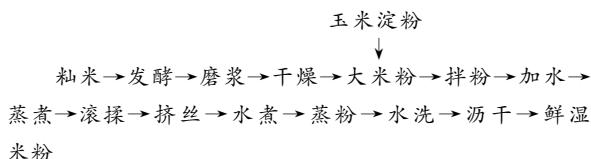
便携式电子鼻：PEN3 型，德国 AIRSENSE 公司；

质构仪：TA-XT plus 型，英国 Stable Micro System 公司；

色差计：WSC-S 型，上海市申光仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 鲜湿米粉的的制备工艺及设计 按参考文献[3]略作修改：



其中，发酵是先将 *Lactobacillus plantarum* YI-Y2013 用液体培养基在 37 °C 恒温培养 48 h，以 10⁶ CFU/mL 的密度接种于原料籼米；拌粉时的料液比为 8 : 5 (g/g)；蒸煮是将拌粉浆平铺在不锈钢托盘上，厚度 < 5 mm，蒸 6 min，取出滚揉均匀，平铺后继续蒸 6 min；水洗指在流动冷水中洗散 30 min。

玉米淀粉的添加量为：0%，3%，5%，10%，15%，30%，45%，60%。

1.2.2 鲜湿米粉的蒸煮特性测定

(1) 断条率：参照文献[13]稍加修改，将 20 cm 长的米粉(约 15 g)在沸水中煮 1 min，滤去汤汁，过冷水 1 min 后滤干，倒在白瓷盘中，将长度不足 10 cm 和 ≥ 10 cm 的分开，分别称重。按式(1) 计算断条率。

$$M = \frac{M_1}{M_1 + M_2} \times 100\% , \quad (1)$$

式中：

M——断条率，%；

M₁——长度 ≤ 10 cm 的米粉质量，g；

M₂——长度 > 10 cm 的米粉质量，g。

(2) 蒸煮损失：参照文献[7]稍加改动，首先测定样品的水分含量 M(按 GB 5009.3—2016 执行)，再取 10 g 左右鲜湿米粉样品，置于装有 150 mL 沸水的恒重烧杯 M₁ 中煮沸 1 min，沥干，称量得米粉质量。烧杯放在电炉上将大部分水煮干后，于 105 °C 烘箱中烘干至恒重，称量得水中固形物与烧杯总重。按式(2)、(3)计算蒸煮损失和吸水率。

$$m_1 = \frac{M_3 - M_1}{M_0 \times (1 - M)} \times 100\% , \quad (2)$$

$$m_2 = \frac{M_2 - M_0}{M_0} \times 100\% , \quad (3)$$

式中：

m₁——蒸煮损失，%；

m₂——吸水率，%；

M——鲜湿米粉的水分含量，%；

M₀——蒸煮前的鲜湿米粉质量，g；

M₁——恒重烧杯的质量，g；

M₂——蒸煮后的鲜湿米粉质量，g；

M₃——恒重烧杯和固形物的质量，g。

1.2.3 鲜湿米粉的质构特性测定 采用质构分析模式(texture profile analysis, TPA)测定米粉质构特性^[14]，探头型号为 P/36R，测试参数：测前速率 2 mm/s，测试速率 1 mm/s，回程速率 5 mm/s，变形量 50%，探头 2 次测定间隔时间 5 s。使用 Texture Expert Exceed version 1.22 程序进行数据的采集与分析，获得硬度、弹性、黏性、凝聚性、咀嚼性、回复性 6 个参数。

1.2.4 鲜湿米粉的感官分析

(1) 色度：取 10 g 左右鲜湿米粉样品磨成糊，采用色差仪分析米粉色度。用亨特(hunter)完全白度公式计算白度^[15]。按式(4)计算白度。

$$H = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} , \quad (4)$$

式中：

L*——亨特(Hunter)明度指数；

a*——亨特色品指数红绿值；

b*——亨特色品指数黄蓝值；

H——亨特完全白度。

(2) 风味分析：在 150 mL 顶空进样瓶中加入 10 mL 饱和食盐水，再加 10 g 左右鲜湿米粉。静置平衡 1 h 后用电子鼻检测。参数设置为：样品准备 5 s，采样间隔 1 s，传感器自动清洗时间 120 s，传感器归零时间 5 s，进样流量 600 mL/min，测定时间 60 s，重复 5 次。

(3) 感官评价：参照文献[16]制定鲜湿米粉感官评分表(表 1)。样品随机编号，选取 10 位有经验的感官评价人员完成评价。

1.2.5 数据处理 采用 Origin 9.0 软件进行绘图，Excel 制表，SPSS17.0 进行分析。

2 结果与讨论

2.1 玉米淀粉对鲜湿米粉蒸煮特性的影响

2.1.1 断条率 与纯籼米制备的鲜湿米粉比较，玉米淀粉的添加会显著改变鲜湿米粉的断条率(P < 0.05)，结果如表 2 所示。其中，添加 3%~15% 玉米淀粉的鲜湿米粉断条率显著高于纯籼米的(P < 0.05)，其之间无显著性差异(P > 0.05)；添加 30%~60% 玉米淀粉的鲜湿米粉断条率显著高于添加 3%~15% 的(P < 0.05)；当玉米淀粉的添加量 > 60% 时，挤丝后的短时蒸煮(< 2 min)即会导致大部分米粉断条，无法成型。玉米淀粉中的直链淀粉含量相对较高^[6]，添加过多可能导致鲜湿米粉的韧性差，断条率增高。

2.1.2 蒸煮损失 随着玉米淀粉的添加,鲜湿米粉的蒸煮损失显著增加($P < 0.05$) (图 1),且增加的幅度与添加量没有显著相关性($P > 0.05$)。这与文献[12]报道的玉

表 1 鲜湿米粉感官评价标准

Table 1 The sensory evaluation criteria of FRN

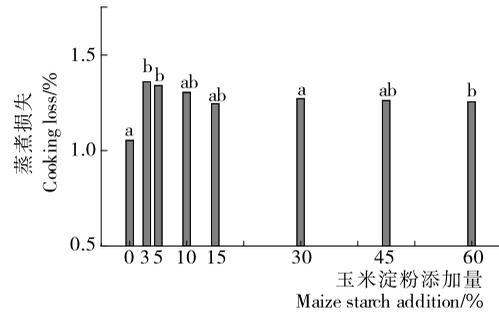
评价项目	评分标准	得分(分)
硬度 (10)	软硬适中	8~10
	略软或略硬	5~7
	很软或很硬	0~4
筋道感 (10)	有嚼劲	8~10
	稍有嚼劲	5~7
	米粉条发松,有渣感	0~4
黏牙 (10)	爽滑黏性适中,不黏牙不夹生	8~10
	基本不黏牙或夹生	5~7
	黏牙或夹生	0~4
	咀嚼时有浓郁的米香味	11~15
滋味 (15)	咀嚼时有淡淡的米香味	6~10
	咀嚼时无米香味但无异味	1~5
	咀嚼时无米香味且有异味	0
气味 (15)	有浓郁的米香味	11~15
	有淡淡的米香味	6~10
	无米香味但无异味	1~5
	无米香味且有异味	0
颜色 (10)	有米粉特有的米白色	8~10
	颜色正常,无异色	5~7
	颜色亮白或发黄,发黑,有异色	0~4
光泽 (10)	有明显光泽	8~10
	略有光泽	5~7
	无光泽	0~4
结构 (10)	结构紧密,无断条、并条、碎粉	8~10
	表皮有少量开裂,无断条、并条、碎粉	5~7
	表皮爆裂且有碎粉,有断条、并条	0~4
均匀度 (10)	表皮光滑,且米粉条粗细均匀	8~10
	表皮较为光滑,或米粉条较均匀	5~7
	表皮粗糙,且米粉条粗细不均匀	0~4

表 2 玉米淀粉对鲜湿米粉断条率的影响

Table 2 Maize starch on the breaking ratio of FRN ($n = 3$) %

玉米淀粉	0	3	5	10
断条率	7.3±1.6 ^a	10.5±0.5 ^b	10.5±1.1 ^b	10.6±1.6 ^b
玉米淀粉	15	30	45	60
断条率	10.9±1.8 ^b	15.1±0.6 ^d	13.3±5.1 ^{bc}	14.1±0.7 ^{cd}

† 同行中不同小写字母代表有显著性差异($P < 0.05$)。



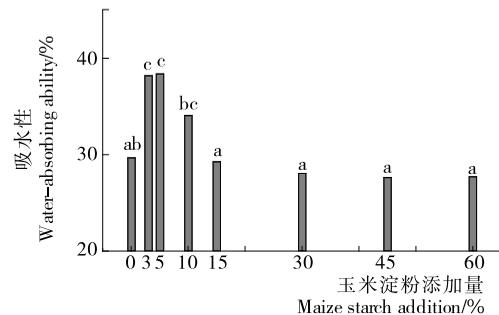
不同小写字母代表有显著差异($P < 0.05$)

图 1 玉米淀粉对鲜湿米粉蒸煮损失的影响

Figure 1 Maize starch on the cooking loss of FRN

米淀粉能降低米粉条的蒸煮损失结论不同,可能是发酵和不发酵米粉本身的性质及其与玉米淀粉的相互作用不同而引起的。

2.1.3 吸水率 随着玉米淀粉添加量的增加,鲜湿米粉的吸水率呈现先增加后降低的趋势(图 2)。玉米淀粉添加量在 3%~10% 时能显著增加米粉的吸水率($P < 0.05$),其中添加 3%~5%的要显著好于添加 10%的($P < 0.05$);继续增加添加量,鲜湿米粉的吸水率与纯籼米米粉没有显著差别($P > 0.05$)。可见少量添加玉米淀粉(3%~5%)可以增加鲜湿米粉的吸水率。研究报道,玉米淀粉的直链淀粉含量相对较高^[6],而直链淀粉需要比支链淀粉吸收更多的水分才能完全糊化^[5],其中玉米淀粉添加量为 3%~5%时鲜湿米粉的吸水率达到峰值,继续添加玉米淀粉不会改变鲜湿米粉的吸水率。



不同小写字母代表有显著差异($P < 0.05$)

图 2 玉米淀粉对鲜湿米粉吸水性的影响

Figure 2 Maize starch on the water-absorbing ability of FRN

2.2 玉米淀粉对鲜湿米粉质构性质的影响

玉米淀粉对鲜湿米粉的质构性质影响效果不完全一样,统计数据见表 3。结果表明,玉米淀粉的添加对鲜湿米粉的弹性和凝聚性没有显著性影响($P > 0.05$);对回复性影响显著($P < 0.05$),可增加鲜湿米粉的回复性;硬度和咀嚼性随着玉米淀粉的增加而显著增加($P < 0.05$);黏性在添加 3%~5%的玉米淀粉时与纯籼米米粉无显著性

表 3 玉米淀粉对鲜湿米粉质构特性的影响[†]

Table 3 Maize starch on the texture properties of FRN(n=3)

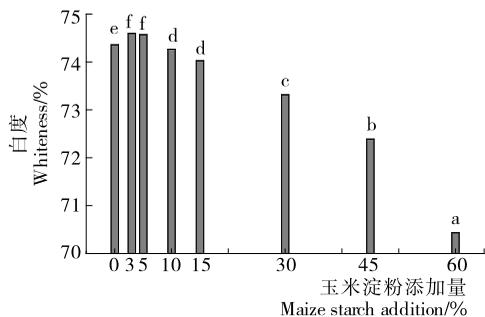
玉米淀粉/%	凝聚性	黏性/(g·s)	回复性	弹性	硬度/g	咀嚼性/g
0	0.67±0.012 ^a	19.9±2.7 ^c	0.41±0.013 ^a	0.97±0.019 ^a	791±53.5 ^a	525±36.8 ^a
3	0.65±0.011 ^a	20.2±33.6 ^c	0.41±0.004 ^{ab}	0.96±0.003 ^a	1 234±69.4 ^b	766±33.2 ^b
5	0.65±0.009 ^a	21.8±13.1 ^c	0.41±0.006 ^{ab}	0.95±0.007 ^a	1 266±54.5 ^b	784±38.5 ^b
10	0.66±0.014 ^a	35.5±6.8 ^d	0.42±0.011 ^{ab}	0.95±0.002 ^a	1 197±54.8 ^b	753±33.6 ^b
15	0.66±0.030 ^a	39.1±4.6 ^d	0.42±0.023 ^{ab}	0.95±0.006 ^a	1 161±42.2 ^b	731±63.0 ^b
30	0.66±0.007 ^a	20.3±12.3 ^c	0.41±0.003 ^{ab}	0.94±0.017 ^a	1 521±1.4 ^d	949±26.4 ^d
45	0.68±0.040 ^a	12.7±5.0 ^b	0.43±0.024 ^{ab}	0.95±0.034 ^a	1 537±70.5 ^d	992±56.8 ^d
60	0.67±0.026 ^a	7.1±2.4 ^a	0.44±0.016 ^b	0.95±0.007 ^a	1 397±20.4 ^c	966±41.9 ^c

† 同列不同字母代表有显著性差异(P<0.05)。

差异(P>0.05),而随着玉米淀粉的继续增加,黏性呈现先增加后降低的趋势,与文献[4]报道一定量的玉米淀粉可以降低生鲜面条的黏性结果基本一致。有研究^[17]认为,米淀粉经酸化的发酵过程会使得凝胶果变脆,而玉米淀粉未经过发酵及酸化过程,因此在大米粉中加入玉米淀粉,会增强鲜湿米粉的硬度等凝胶性质。

2.3 玉米淀粉对鲜湿米粉感官品质的影响

2.3.1 白度 一般而言,鲜湿米粉的白度越高,消费者接受程度越高。添加玉米淀粉的鲜湿米粉白度变化如图 3 所示。结果表明,添加玉米淀粉会对米粉的白度有显著影响(P<0.05),玉米淀粉添加量在 3%~5%时鲜湿米粉的白度略有增加,超过 15%时则呈现降低趋势。这与玉米淀粉^[2-3]添加到鲜湿面条的影响趋势一致。



不同小写字母代表有显著差异(P<0.05)

图 3 玉米淀粉对鲜湿米粉白度的影响

Figure 3 Maize starch on the whiteness of FRN

色度分析结果(表 4)表明,随着玉米淀粉的添加,鲜湿米粉的亮度先增大后减小,在添加量为 3%~5%时显著增大(P<0.05),继续加大玉米淀粉的添加量会导致其亮度变暗。加入玉米淀粉后鲜湿米粉的颜色表现出 a* 值向绿色靠拢;b* 值在玉米淀粉添加量为 3%~5%时向蓝色靠拢,超过 10%后向黄色靠拢。

2.3.2 风味 采用电子鼻对添加不同量玉米淀粉的鲜湿米粉风味进行分析,如图 4 所示,第 1 主成分(PC1)和第 2

表 4 玉米淀粉对鲜湿米粉色度的影响[†]

Table 4 Maize starch on the color of FRN(n=3)

玉米淀粉/%	L*	a*	b*
0	74.6±0.09 ^e	0.7±0.01 ^a	3.4±0.01 ^a
3	74.8±0.03 ^{fe}	1.1±0.06 ^b	3.4±0.02 ^a
5	74.9±0.05 ^g	1.2±0.05 ^c	3.4±0.02 ^a
10	74.7±0.04 ^{ef}	1.5±0.02 ^d	3.8±0.04 ^b
15	74.4±0.04 ^d	1.7±0.03 ^e	3.9±0.02 ^c
30	73.8±0.03 ^c	2.1±0.03 ^f	4.7±0.01 ^d
45	73.0±0.04 ^b	2.6±0.02 ^g	5.7±0.01 ^e
60	71.2±0.02 ^a	3.1±0.01 ^h	5.9±0.01 ^f

† 同列不同字母代表有显著性差异(P<0.05)。

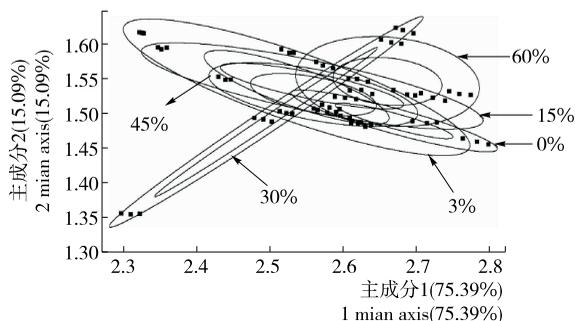


图 4 玉米淀粉对鲜湿米粉风味影响的主成分分析图

Figure 4 The PCA figure of maize starch on the FRN flavor

主成分(PC2)的贡献率分别为 75.39%和 15.09%,总贡献率为 90.48%,可以用来代表米粉样品的所有信息。图 4 中所有样品均彼此相互重叠,因此风味较为相似,由于发酵过程采用的是纯种发酵,鲜湿米粉的主体风味非常突出,主要是由小分子的醛形成^[18],因此添加玉米淀粉对鲜湿米粉的风味基本没有影响。

2.3.3 感官评价 不同添加量的玉米淀粉制成的鲜湿米粉的感官评价结果见表 5。结果表明,玉米淀粉的添加量超过 15%时,鲜湿米粉所特有的风味与气味逐渐变淡,消

表5 玉米淀粉对鲜湿米粉感官品质的影响[†]Table 5 Maize starch on the sensory evaluation of FRN($n=5$)

玉米淀粉/%	硬度 (10)	筋道感 (10)	黏牙 (10)	滋味 (15)	气味 (15)	颜色 (10)	光泽 (10)	结构 (10)	均匀度 (10)	感官评分 (100)
0	7.0±1.2 ^a	6.8±0.4 ^a	9.2±0.4 ^a	11.8±1.3 ^c	13.0±1.6 ^a	8.6±1.1 ^{bc}	8.6±0.5 ^a	8.0±1.2 ^a	7.8±0.8 ^a	80.8±3.6 ^a
3	7.0±1.6 ^a	7.0±1.0 ^{ab}	8.8±1.1 ^a	12.6±2.2 ^{bc}	13.0±2.1 ^a	9.0±1.0 ^c	7.8±1.3 ^a	8.8±0.4 ^a	7.6±0.9 ^a	81.6±4.8 ^a
5	7.1±1.4 ^a	6.9±0.4 ^a	8.7±0.8 ^a	12.3±0.6 ^c	13.0±1.2 ^a	8.9±1.5 ^c	8.0±1.1 ^a	8.6±1.5 ^a	7.6±1.5 ^a	81.0±4.5 ^a
10	7.5±1.3 ^a	7.1±0.4 ^a	8.9±0.5 ^a	10.9±1.0 ^c	10.8±2.1 ^b	8.3±1.4 ^c	8.5±0.8 ^a	8.6±1.4 ^a	8.2±0.8 ^a	78.8±5.6 ^{ab}
15	7.8±0.8 ^a	7.2±0.8 ^{ab}	9.0±1.0 ^a	9.8±0.8 ^{abc}	9.0±2.2 ^b	8.2±0.8 ^{abc}	8.8±0.8 ^a	8.4±0.5 ^a	8.8±0.8 ^a	77.0±6.8 ^{ab}
30	7.2±1.8 ^a	8.8±2.2 ^b	8.6±0.9 ^a	7.4±2.5 ^a	8.2±2.5 ^b	6.6±1.5 ^a	7.6±1.7 ^a	8.2±0.8 ^a	8.6±0.9 ^a	71.2±9.3 ^b
45	7.8±1.3 ^a	8.0±0.7 ^{ab}	8.6±0.9 ^a	9.2±3.4 ^{ab}	8.4±1.8 ^b	7.8±1.9 ^{abc}	7.8±1.5 ^a	8.2±0.4 ^a	8.6±0.9 ^a	74.4±9.5 ^{ab}
60	7.8±1.6 ^a	7.4±1.8 ^{ab}	8.6±0.9 ^a	8.6±0.9 ^a	10.6±0.9 ^{ab}	6.8±1.3 ^{ab}	7.0±1.6 ^a	7.6±1.5 ^a	8.0±1.0 ^a	72.4±2.7 ^{ab}

† 同列不同字母代表有显著性差异($P<0.05$)。

费者评分明显下降。消费者对颜色的评分变化与米粉白度的变化规律一致。随着玉米淀粉的添加,感官评分中的硬度与筋道感增加,黏牙感减少。各项感官评分中,对感官评分结果影响程度最大的前几位分别是:气味>滋味>颜色>筋道感。且玉米淀粉添加量为3%~5%时感官评分较为理想,在添加30%时显著降低($P<0.05$)。

3 结论

综上所述,玉米淀粉的添加会改变鲜湿米粉的蒸煮、质构与感官品质。其中添加3%~5%的玉米淀粉,虽然鲜湿米粉的断条率与蒸煮损失均有上升,但吸水性亦有较大幅度的增加;对质构性质中的凝聚性、黏性、回复性和弹性没有造成不良影响并显著增加了硬度和咀嚼性;感官评定分值较高。而高含量玉米淀粉的添加(15%~60%)虽然会显著增加鲜湿米粉的硬度等指标,但断条率及其它品质指标均有显著劣化的趋势。因此在鲜湿米粉的制备中添加3%~5%的玉米淀粉较为适宜,与纯籼米米粉品质接近且可降低生产成本;但玉米淀粉添加量如果超过15%则会导致产品品质的大幅下降,至于为何产生这种结果,尚需要进一步的研究。

参考文献

- [1] 张景渠. 关于小麦淀粉和玉米淀粉在小麦粉制品用途中的差异[J]. 粮食加工, 2017(4): 28-29.
- [2] 张豫辉, 陆启玉. 淀粉种类及性质对鲜湿面条品质的影响[J]. 食品工业, 2015(4): 161-164.
- [3] 卢帮贵, 艾志录, 潘治利. 淀粉种类及添加量对鲜湿面质量的影响[J]. 中国粮油学报, 2013(4): 37-41.
- [4] 雷恒森, 宋艳敏, 李洁彤, 等. 生鲜面条防黏连工艺的研究[J]. 食品科技, 2017(12): 164-170, 177.
- [5] 杨有望, 周素梅, 易翠平. 米粉发酵剂的开发探讨[J]. 粮食与食品工业, 2015, 22(2): 61-65.
- [6] TONG Li-tao, GAO Xiao-xu, LIN Li-zhong, et al. 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.

- [7] 刘也嘉, 林利忠, 林亲录. 半干法磨粉中润米时间对鲜湿米粉的影响[J]. 现代食品科技, 2016, 32(4): 161-165.
- [8] 任梦影, 易翠平, 周素梅, 等. 不同热处理对籼米及其半干粉品质的影响[J]. 食品与机械, 2017, 33(7): 170-174.
- [9] WANG Wen-tao, SONG Pan-lin, WANG Rui, et al. Effects of cationization of high amylose maize starch on the performance of starch/montmorillonite nano-biocomposites [J]. Industrial Crops & Products, 2018, 117: 333-339.
- [10] 傅晓如. 米粉条生产中常用辅料及添加剂[J]. 粮油食品科技, 2000(2): 3-4.
- [11] 易翠平, 任梦影, 周素梅, 等. 纯种发酵对鲜湿米粉品质的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(4): 20-25.
- [12] 罗文波, 林亲录, 黄亮, 等. 不同品种籼米生产的鲜湿米粉理化特性与感官品质[J]. 食品与机械, 2011, 27(3): 7-12, 48.
- [13] 曹世阳, 李宏升, 尹秀华. 淀粉凝胶老化工艺对鲜湿米粉断条率的影响[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(4): 46-50.
- [14] 易翠平, 樊振南, 祝红, 等. 植物乳杆菌发酵对鲜湿米粉品质的影响 I: 力学性能[J]. 中国粮油学报, 2017, 32(12): 1-6.
- [15] 朱克瑞, 林金剑, 朱科学, 等. 混合粉中原料粉含量与混合粉的亨特白度关系分析[J]. 食品工业科技, 2008(8): 66-69.
- [16] 周显青, 彭超, 张玉荣, 等. 压榨型鲜湿米粉条凝胶质构特性及食用品质影响因素[J]. 食品科学, 2017, 38(21): 93-99.
- [17] MARINA V, FELICIDAD R, THOMAS M, et al. Impact of acidification and protein fortification on thermal properties of rice, potato and tapioca starches and rheological behaviour of their gels [J]. Food Hydrocolloids, 2018, 79: 20-29.
- [18] 樊振南, 易翠平, 祝红, 等. 植物乳杆菌发酵对鲜湿米粉品质的影响 II: 食味品质[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(1): 7-12.