

王家胜, 刘翀, 王婷, 等. 天然马铃薯、木薯和玉米淀粉添加对发酵挂面品质的影响 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(9): 40-47. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021070190

WANG Jiasheng, LIU Chong, WANG Ting, et al. Effect of Native Potato, Cassava and Corn Starches Supplement on the Quality of Dried Fermented Noodles[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(9): 40-47. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021070190

· 研究与探讨 ·

天然马铃薯、木薯和玉米淀粉添加对发酵挂面品质的影响

王家胜, 刘 翀*, 王 婷, 郑学玲
(河南工业大学粮油食品学院, 河南郑州 450001)

摘要:为解决市售发酵挂面存在爽滑性差、粘弹性差、蒸煮时间长的问题, 本文以单因素实验的方法, 研究了马铃薯淀粉、木薯淀粉和玉米淀粉对发酵挂面蒸煮特性、质构特性以及感官评价的影响。结果表明: 添加天然薯类和谷物淀粉均可以改善发酵挂面的蒸煮及质构品质, 提高感官评价得分, 尤其能够缩短最佳蒸煮时间, 同时结合质构和感官实验数据分析, 添加 10% 木薯淀粉对发酵挂面品质的改善最佳。添加 10% 木薯淀粉后发酵挂面的蒸煮损失和最佳蒸煮时间显著降低 ($P < 0.05$), 蒸煮损失降低率和最佳蒸煮时间缩短率分别达到 30.18% 和 18.73%, 面条的煮后硬度、咀嚼性和回复性显著提高 ($P < 0.05$), 感官评价得分也得到提升 (87.2 分)。本研究对提升发酵挂面品质有一定的实际意义。

关键词: 发酵挂面, 薯类淀粉, 蒸煮特性, 质构特性, 感官评分

中图分类号: TS236

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2022)09-0040-08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021070190



本文网刊:

Effect of Native Potato, Cassava and Corn Starches Supplement on the Quality of Dried Fermented Noodles

WANG Jiasheng, LIU Chong*, WANG Ting, ZHENG Xueling

(College of Grain, Oil and Food, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In order to solve the problems of poor smoothness, poor viscoelasticity and long cooking time in commercial dried fermented noodles, the effects of native potato starch, cassava starch and corn starch on cooking characteristics, texture characteristics and sensory evaluation of dried fermented noodles were studied by single factor experiment. The results showed that the addition of native tubers and cereals starches could improve the cooking and texture quality of dried fermented noodles, increase the sensory evaluation score, especially shorten the optimum cooking time. And combined with texture and sensory experimental data analysis, adding 10% cassava starch had the best improvement on the quality of dried fermented noodle. The cooking loss and optimal cooking time of dried fermented noodle were significantly reduced by adding 10% cassava starch ($P < 0.05$), the reduction rate of cooking loss and the reduction rate of optimal cooking time were 30.18% and 18.73%, respectively, and the hardness, chewiness and resilience of noodles were significantly increased ($P < 0.05$), sensory evaluation score (87.2) was also improved. This study has certain practical significance for improving the quality of dried fermented noodle.

Key words: dried fermented noodles; tuber starch; cooking characteristics; texture characteristics; sensory evaluation

挂面是我国的传统主食之一, 是将面粉、水和盐经过和面、熟化(或称为醒发)、压延、干燥等工序制

作而成的面制食品, 因其耐储藏、易煮、食用方式多样而受到人们的喜爱。普通挂面, 无论是采用面絮还

收稿日期: 2021-07-19

基金项目: 河南省科技攻关项目(212102110079): 活性酵母发酵空心挂面品质提升技术研究。

作者简介: 王家胜(1999-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 淀粉加工理论与技术, E-mail: vjasonwang@126.com。

* 通信作者: 刘翀(1978-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 淀粉加工理论与技术, E-mail: liuachong@haut.edu.cn。

是面带醒发,其醒发时间一般 <2 h,面粉自带的微生物无法大量繁殖,属于非发酵类面制食品。空心挂面本名手工银丝油面,外表光滑圆润,内有银丝般的细孔,属于我国的非物质文化遗产,它营养丰富、清汤耐煮、柔软可口,是老幼皆宜的方便食品。空心挂面的横截面具有肉眼可见的独特多孔结构,这是在其制作过程中由于面粉自带的微生物自然发酵产而气形成的^[1-3],属于发酵类面制食品。手工空心挂面的制作需要经过多次手工拉伸、长时间的天然发酵(长达 20 h)等十多道工序才能制作完成,工艺相当繁琐,导致其产品质量不稳定且产量小,仅局限于手工作坊生产^[4-6]。

近年来,市场上出现了利用外加酵母发酵产气,采用现代压延工艺生产的工业化发酵空心挂面,其多孔结构主要是通过切条悬挂后、干燥前的发酵过程形成的^[7]。由于其制作工艺简单,产量大,质量稳定,口感独特,且兼具手工空心挂面的营养美味,受到消费者的青睐^[8-12]。但目前市售发酵挂面尚存在爽滑性差、粘弹性差、蒸煮时间长等问题。

为了解决发酵挂面生产中存在的问题,有学者针对发酵挂面的加工工艺^[4-8]、发酵剂^[9-12]进行了研究,此外,Wang 等^[13]通过添加碱性盐改善发酵挂面的品质。淀粉是一种面粉品质改良剂^[14],适量的添加可以提升挂面的品质^[15-17],例如,添加马铃薯淀粉、木薯淀粉等可以提升挂面的色泽、弹性、硬度和耐煮性,降低其黏性和蒸煮损失率,所制作的挂面产品不浑汤,更加光亮、Q 弹、劲道和爽滑^[18-20]。然而,目前为止,相关研究主要是针对普通挂面进行的,对添加淀粉来改善发酵挂面品质的研究还有待深入研究。

因此,本文拟研究不同类型(薯类和谷物)和添加量的天然淀粉对发酵挂面品质的影响,确定能显著改善发酵挂面品质的天然淀粉类型及添加量,为发酵挂面的品质提升提供支持,对于发酵挂面的工业化生产具有重要的指导意义。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

香雪麦纯富强粉 中粮面业(德州)有限公司;谷 朮粉 山东渠风食品科技有限公司;酵母粉 广西 丹宝利酵母有限公司;食盐 河南省盐业总公司;马 铃薯淀粉 固原雪冠淀粉有限责任公司;木薯淀粉 河南恒瑞淀粉科技股份有限公司;玉米淀粉 成 武大地玉米开发有限公司。

JHMZ-200 型针式和面机、JMTD-168/140 型试 验面条机 北京东孚久恒仪器技术有限公司;SP-18S 型醒发箱 江苏三麦食品机械有限公司;MJP-250 培养箱 上海精宏实验设备有限公司;SPX-250 型恒温干燥箱 北京市永光明医疗仪器有限公司; DT-1002A 型电子天平 常熟市佳衡天平仪器有限 公司;ME104/02 型分析天平 梅特勒-托利多仪器

(上海)有限公司;C22-IH91 型电磁炉 浙江苏泊尔 股份有限公司;LG-01 型高速粉碎机 浙江瑞安市 百信制药机械有限公司;FXB101-2 型电热鼓风干燥 箱 上海树立仪器仪表有限公司;TA.XT PlusC 物性 测试仪 英国 Stable Micro Systems 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 发酵挂面的制作工艺 取 200.00 g 小麦粉, 加入 1% 谷朮粉(以面粉质量为基准,全文同)、 1% 酵母粉、不同淀粉(0、5%、10%、15%),用针式和 面机搅拌 30 s,加入食盐水(食盐 5%,水 33%)和成 面絮,将面絮用保鲜膜包裹在 30 °C 培养箱中醒发 30 min 后复合压延四次,将复合压延的面带逐道压 延成 1 mm 厚的面带,切成 2 mm 宽、1 mm 厚的面 条。将面条置于 35 °C、湿度 85% 的醒发箱中醒发 2 h,在 35 °C、湿度 65% 的醒发箱中醒发 10 h,在 25 °C 的培养箱中干燥 4 h 后制得实验用发酵挂面。

1.2.2 蒸煮特性测定 参照 LS/T 3212-2014《挂面》^[21] 稍作改动,取 10 g 挂面于 500 g 沸水中煮制,将电磁 炉火力调整为 1400 W 保持水为微沸状态,用计数器 计时。从 2 min 时开始用筷子夹取面条,用玻璃板压 扁,观察面条是否存在白心,每隔 30 s 夹取一根,当 测得面条白心恰好消失时停止计时,该时间则为挂面 的最佳蒸煮时间。将煮至上述测得的最佳蒸煮时间 后的面条夹出,在冷水中浸拌 30 s,用滤纸包裹面条, 静置 5 min,取下滤纸称重,记录挂面煮后重量 m_c 。 按公式(1)计算挂面的煮后吸水率(CAR)。

$$m_d = m_t - (m_t \times W) \quad \text{式 (1)}$$

$$\text{CAR}(\%) = \frac{m_c - m_d}{m_d} \times 100 \quad \text{式 (2)}$$

式中: m_t 为实验时所称取的挂面重量(g); W 为 干挂面水分含量(%),参照 GB 5009.3-2016《食品中 水分的测定》^[22] 中的直接干燥法测得; m_d 为挂面的 干重(g); m_c 为挂面的煮后重量(g)。

将煮后面后锅中的面汤倒入 500 mL 容量瓶中定 容,待面汤冷却后,用移液枪吸取 20 mL 面汤于干燥 至恒重的铝盒中,将加样后的铝盒放置于 105 °C 的 烘箱中烘干 4 h,待铝盒恒重后称量重量,按公式(3) 计算蒸煮损失率(CLR),按公式(4)和公式(5)分别计 算蒸煮损失率降低率和最佳蒸煮时间缩短率。

$$\text{CLR}(\%) = \frac{25 \times (m_s - m_d)}{m_t \times (1 - W)} \times 100 \quad \text{式 (3)}$$

$$\begin{aligned} \text{蒸煮损失降低率}(\%) = \\ \frac{\text{对照组蒸煮损失率} - \text{添加淀粉组蒸煮损失率}}{\text{对照组蒸煮损失率}} \times 100 \end{aligned} \quad \text{式 (4)}$$

$$\begin{aligned} \text{最佳蒸煮时间缩短率}(\%) = \\ \frac{\text{对照组最佳蒸煮时间} - \text{添加淀粉最佳蒸煮时间}}{\text{对照组最佳蒸煮时间}} \times 100 \end{aligned} \quad \text{式 (5)}$$

式中: m_4 为加样前烘干至恒重的空铝盒重量(g); m_5 为加样后烘干至恒重的铝盒重量(g); m_1 为实验所称取的挂面重量(g); W 为干挂面的含水量(%)。

1.2.3 质构特性测定 参照李阳等^[23]的实验方法,稍作改动,取 15 根挂面于盛有 500 g 沸水的锅中,调整电磁炉火力为 1400 W,保持锅中水为微沸状态,煮至所测定样品的最佳蒸煮时间时用筷子夹出,在冷水中涮浸 30 s,将熟面条摆放于放有湿纱布的托盘中,用湿纱布覆盖,保持挂面水润,用 TA.XT Plus 质构仪进行质构测定。

质构曲线分析(TPA)实验探头型号选择 HDP/PFS;测前、测试、测后速度均设定为 0.8 mm/s;压缩程度 75%,负载类型 Auto-5 g;两次压缩之间的时间间隔设置为 2 s。拉伸探头型号选择 A/SPR,选择 Extension 模式,测试参数为:测前速度 2.0 mm/s;测试速度:2.0 mm/s;测后速度:10 mm/s;测试距离:100 mm;触发力 5.0 g。每组样品质构指标测定 7 次,舍去最大最小值,取平均值。

1.2.4 感官评价 5 名感官评价人员对发酵挂面进行感官评价,感官评价打分原则根据 LS/T 3212-2014《挂面》^[21]稍作改动,具体评分细则参照表 1,将五人的打分结果取平均数作为样品的最终得分。

表 1 发酵挂面感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation criteria of fermented dried noodles

项目	满分(分)	评分标准	得分(分)
色泽	10	面条颜色乳白、奶黄色,光亮	9~10
		面条颜色正常,亮度一般	6~8
		颜色发暗、发灰,亮度差	1~5
表观状态	10	表面结构均匀,光滑,	9~10
		表面结构均匀但有破损,较光滑	6~8
		表面粗糙、变形严重,不光滑	1~5
软硬度	20	咬断力用力适中	17~20
		稍偏硬或偏(适口性)软	12~16
		太硬或太软	1~11
粘弹性	30	不粘牙、有咬劲,富有弹性	25~30
		微粘牙,弹性略低	18~24
		不爽口、粘牙,咬劲差	1~17
爽滑性	20	口感爽滑	17~20
		较爽滑	12~16
		爽滑性差	1~11
食味	10	具有发酵清香味,无异味	9~10
		基本无异味	6~8
		有异味	1~5

1.3 数据处理

利用 SPSS 25.0 软件对试验数据进行单因素方差分析,采用 Duncan、 t 检验对方差齐和非齐的数据进行多重比较,各组数据间 $P < 0.05$ 即存在显著性差异。利用 GraphPad Prism 8 软件作图。实验测试指标均为 3 次平行。

2 结果与分析

2.1 不同淀粉对发酵挂面蒸煮特性的影响

最佳蒸煮时间是面条蒸煮过程中白心消失的时间,反映面条的易煮性^[24-25],对于面条而言,最佳蒸煮时间越短,其方便性越强。图 1A 为发酵挂面的最佳蒸煮时间,同对照组相比,9 个实验组的最佳蒸煮时间均显著缩短($P < 0.05$),其中马铃薯淀粉实验组(10%、15%)最佳蒸煮时间均低于其他实验组,添加 10% 马铃薯淀粉时最佳蒸煮时间最短(236 s),最佳蒸煮时间缩短比率为 31.66%。在实验的添加范围内,添加马铃薯淀粉组的最佳蒸煮时间随添加量的升高逐渐降低,木薯淀粉和玉米淀粉组则呈现先升高后降低的趋势,但同种淀粉不同添加量下差异不明显。结果表明,马铃薯淀粉对于缩短发酵挂面蒸煮时间的作用最明显。这是因为马铃薯淀粉中直链淀粉含量

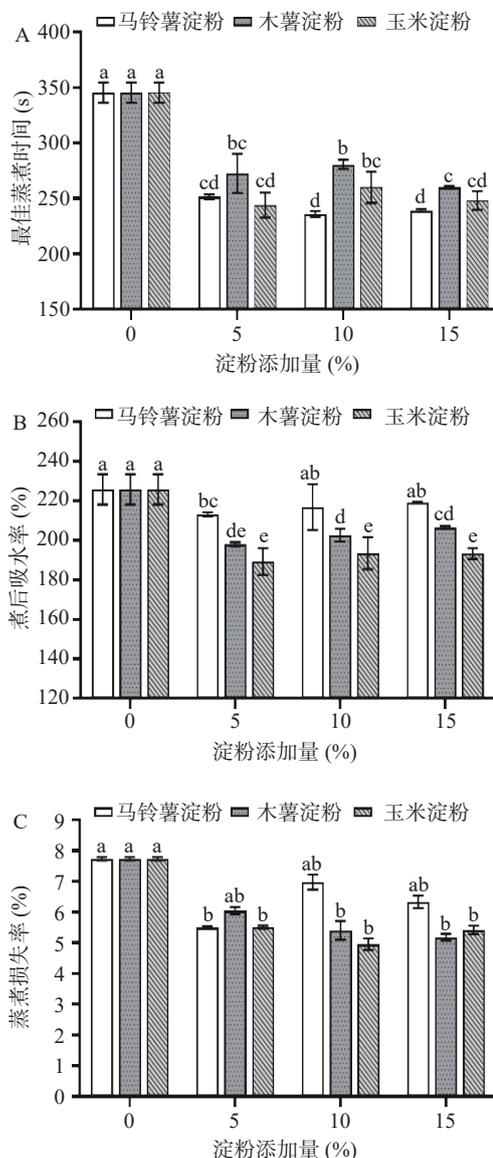


图 1 不同淀粉对发酵挂面蒸煮特性的影响

Fig.1 Effects of different starches on cooking characteristics of fermented dried noodles

注:不同字母表示存在显著差异($P < 0.05$),图 2~图 3 同。

少, 糊化温度低造成的^[26], 张豫辉^[17] 研究马铃薯淀粉添加对普通挂面的蒸煮时间影响, 发现类似结果。

挂面的煮后吸水率为单位干物质吸水量, 是挂面耐煮性的重要指标之一, 主要与淀粉糊化和面筋网络的膨胀有关, 吸水率过大, 表明挂面吸水膨胀变形严重^[27]。图 1B 为发酵挂面的煮后吸水率, 实验结果表明, 添加淀粉后发酵挂面的煮后吸水率均显著低于未添加淀粉时的煮后吸水率 ($P < 0.05$), 其中添加 5% 玉米淀粉时吸水率最低 (189.28%)。在 5%~15% 添加量下, 同种淀粉在不同添加量时的煮后吸水率均无显著性差异 ($P > 0.05$)。吸水率的变化可能是因为淀粉的添加改变了面粉中原有的蛋白与淀粉的比例, 蛋白质与淀粉相比有更强的吸水性, 因此面条的煮后吸水率会因添加淀粉而降低^[17]。

挂面的蒸煮损失反映蒸煮过程中溶解和脱落到煮面水中的固形物的质量分数^[28], 蒸煮损失率过高会导致面汤混浊和面条表面发粘, 导致面条品质差。图 1C 为发酵挂面的蒸煮损失率, 添加淀粉后发酵挂面的蒸煮损失率明显下降, 除了 5% 的木薯淀粉组, 10% 和 15% 的马铃薯淀粉组的蒸煮损失率与对照组无显著差异外 ($P > 0.05$), 其它样品蒸煮损失率均显著低于空白对照组 ($P < 0.05$), 9 个实验组中, 添加 10% 玉米淀粉的实验组蒸煮损失率最低 (4.95%), 蒸煮损失降低了 35.95%。在 5%~15% 的添加量下, 马铃薯淀粉组随添加量的增加, 蒸煮损失率从 5.50% 升高到 6.98% 再降低到 6.34%, 玉米淀粉组的蒸煮损失率随添加量的升高先下降后上升, 但无显著性差异 ($P > 0.05$)。木薯淀粉组随添加量的升高蒸煮损失率降低, 但不存在显著性差异 ($P > 0.05$)。通常, 蒸煮过程中, 面条中的面筋蛋白通过三维网络结构束

缚淀粉颗粒, 抑制淀粉颗粒溶胀及直链淀粉的泄露溶出, 添加淀粉降低挂面的蒸煮损失, 可能是由于面条表面淀粉颗粒糊化后产生粘性并且与面条中的面筋蛋白结合, 促使形成更加紧密的凝胶网络结构包埋内部淀粉颗粒, 从而降低挂面的蒸煮损失^[29-30]。

通过蒸煮实验可以看出, 玉米淀粉在添加量为 10% 时蒸煮损失降低率达到 35.95%, 最佳蒸煮时间缩短率为 24.71%, 对蒸煮特性的改善效果最佳; 马铃薯淀粉在添加量 5% 时蒸煮损失降低率为 28.91%, 最佳蒸煮时间缩短率为 27.17%, 对蒸煮特性的改善效果次之; 木薯淀粉在添加量为 10% 时蒸煮损失降低率为 30.18%, 最佳蒸煮时间缩短率为 18.73%, 对蒸煮特性也起到了改善作用。因此还要进一步结合质构和感官实验的数据讨论对发酵挂面品质改善效果最佳的淀粉种类及添加量。

2.2 不同淀粉对发酵挂面质构特性的影响

2.2.1 不同淀粉对 TPA 特性的影响

TPA 实验是模拟口腔咬断、咀嚼和吞咽食物的过程, 可对食品的质构特征进行定量, 且因其准确和可重复性, 被广泛用于评价面条食用品质^[31]。TPA 测定通常可获得硬度、粘附性、弹性、回复性、内聚性和咀嚼性等指标, 与感官评价有密切关系。例如, 硬度与咬断面条所需的力有关; 咀嚼性是将面条咀嚼到可以吞咽的状态所需能量的量度; 内聚性与食物在破碎前变形的程度有关; 粘附性反映面条表面黏性或者爽滑性; 弹性和回复性反映面条被咬后回弹的力^[32-33]。

图 2 为不同淀粉对发酵挂面 TPA 特性的影响。如图 2A 所示, 添加天然淀粉后挂面的煮后硬度均有所增加, 且硬度均随添加量增加而先增加后下降, 当木薯淀粉和马铃薯淀粉添加量为 10%、玉米淀

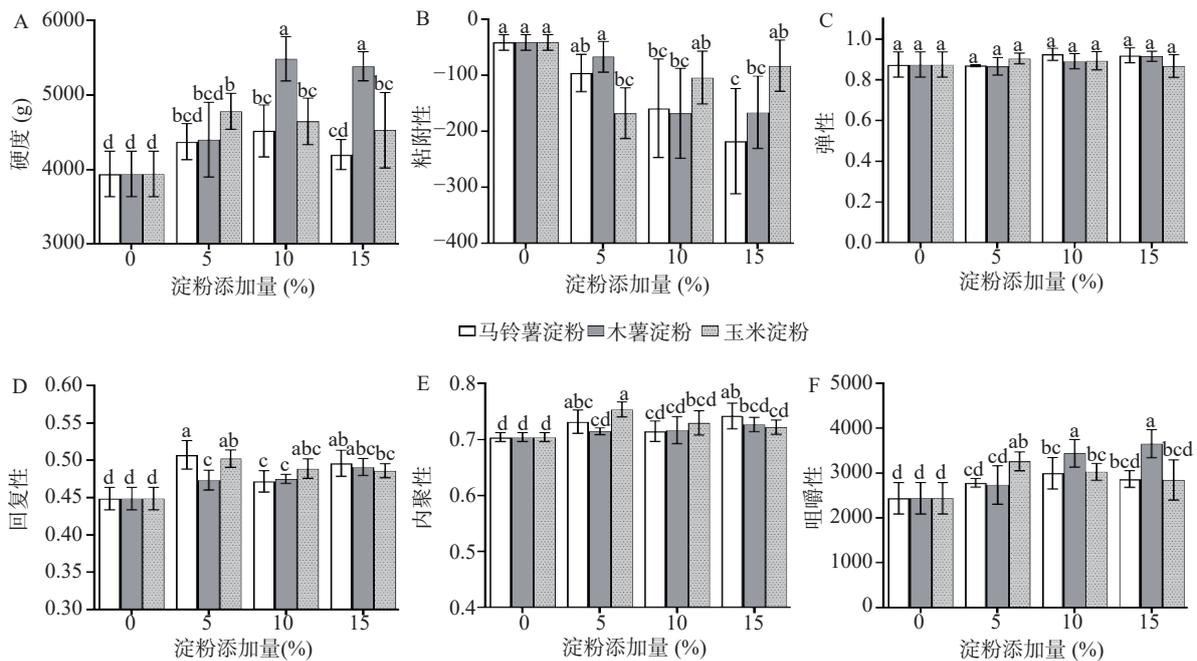


图 2 不同淀粉对发酵挂面 TPA 特性的影响

Fig.2 Effects of different starches on TPA quality properties of fermented dried noodles

粉添加量 5% 时硬度分别达到最高,其中三种添加量下的玉米淀粉、10% 马铃薯淀粉及 10% 和 15% 的木薯淀粉与对照组差异具有显著性($P<0.05$),添加 10% 木薯淀粉硬度最大(5484.91 g)。有研究表明,添加淀粉会稀释面筋网络,使面条的硬度降低^[34],而本研究中淀粉增强了面条的煮后硬度,这可能与和面时添加的谷朊粉有关,刘紫鹏等^[35]的研究表明同时添加木薯淀粉和谷朊粉可以提高面条的煮后硬度。

如图 2B 所示,添加淀粉后熟面条的粘附性有降低趋势,对于马铃薯淀粉和木薯淀粉,面条的粘附性随添加量的增加而逐渐降低,相反,对于玉米淀粉,其粘附性随淀粉添加量增加而增加。同一添加量条件下,在低添加量时,玉米淀粉降低粘附性更明显,而在高添加量时,马铃薯淀粉效果更明显。陆启玉等^[36]对非发酵面条的研究表明,淀粉含量的增加会导致面条粘附性降低,本实验结果与其基本一致。

如图 2C 所示,除了添加 5% 木薯淀粉和 15% 玉米淀粉会降低面条弹性外,其它淀粉添加组与对照的弹性差异不明显。Wang 等^[13]的研究表明糊化程度大的淀粉可以提高空心面的弹性,本研究中所用的马铃薯淀粉和木薯淀粉都易发生糊化,而面条弹性的变化并不显著,因此还需分析回复性从而确定淀粉对弹性的影响。如图 2D 所示,添加 3 种淀粉后发酵挂面的回复性均显著提高($P<0.05$),木薯和玉米淀粉的添加量对回复性影响不显著($P>0.05$),而马铃薯淀粉,添加 10%浓度的回复性显著低于 5% 和 15%($P<0.05$)。回复性和弹性均是表征面条弹性的重要指标,结果表明,相比于弹性,回复性更利于区分淀粉添加对发酵面条弹性特征的影响,5% 的马铃薯淀粉对面条弹性改善效果最佳。有研究表明面筋蛋白在水温超过 70 °C 时会发生 SH/SS 的交换反应,提高熟面条的弹性,能对质构品质起到提升作用^[37]。

如图 2E 所示,淀粉对面条内聚性的影响依赖于淀粉种类和添加量,马铃薯淀粉添加量在 5% 和 15%、玉米淀粉添加量为 5% 时显著提高了面条内聚性($P<0.05$),而木薯淀粉在 3 种添加量下对面条内聚性的影响均不显著($P>0.05$)。

如图 2F 所示,添加 3 种淀粉均增强了发酵挂面的咀嚼性,但各淀粉添加量的影响不一样,添加马铃薯淀粉后咀嚼性先升后降,在 10% 最大($P<0.05$),添加木薯淀粉后咀嚼性逐渐增加,浓度 10% 和 15% 时均显著高于对照($P<0.05$),添加 5% 玉米淀粉的面条咀嚼性显著高于对照($P<0.05$),但随着玉米淀粉添加量进一步增加,咀嚼性逐渐下降。马铃薯淀粉添加量高于 5%、玉米淀粉添加量高于 10% 时,挂面的质构特性开始变差,这与程红霞^[38]对于普通挂面的研究结果一致。

2.2.2 不同淀粉对拉伸特性的影响 面条的拉伸断裂力通常以面条被拉断时的最大拉伸阻力表示。面条的拉伸断裂力越大,表明面条的筋力越强,抗拉伸

性能越好,面条弹性越好^[39]。拉断距离代表面条的延展性,拉伸断裂距离越大面条的延伸性越好^[40]。如图 3 所示,添加天然淀粉后,发酵挂面的拉伸断裂力和断裂距离均发生不同程度的改变。

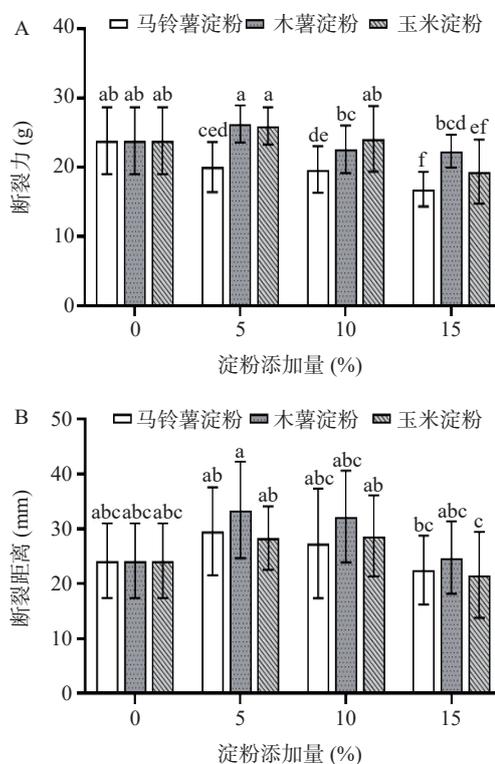


图 3 不同淀粉对发酵挂面拉伸特性的影响
Fig.3 Effect of different starches on tensile properties of fermented dried noodles

如图 3A 所示,马铃薯淀粉对发酵挂面拉伸断裂力的改变同木薯淀粉和玉米淀粉相比更为明显,在实验设置的添加量水平下,马铃薯淀粉实验组的拉伸断裂力均显著低于对照组($P<0.05$),并表现出随添加量的升高,拉伸断裂力逐渐降低的趋势;木薯淀粉与玉米淀粉也表现出同样的趋势,但木薯淀粉在实验设置的添加量下与对照组相比无显著性差异($P>0.05$),玉米淀粉仅在 15% 添加量时拉伸断裂力显著低于对照组($P<0.05$)。

如图 3B 所示,添加天然淀粉后发酵挂面的拉伸断裂距离发生不同程度的增加,但对于所有淀粉,随着添加量增加,拉断距离均有降低的趋势,在 3 种淀粉中,木薯淀粉的影响最明显。添加淀粉后面条的拉伸断裂力减小,这是因为淀粉的添加稀释了面粉中蛋白的比例,弱化了面条中面筋网络结构,对于拉断距离,低浓度的淀粉增加可以提高面条延伸性,但高浓度淀粉添加反而会降低其延伸性,这可能是相对高的淀粉含量会破坏面筋网络的连续结构所致^[41]。

2.3 不同淀粉对发酵挂面感官评价的影响

表 2 为不同淀粉对发酵挂面感官评价的影响。由于感官评价的总分是对面条各项指标得分的加和,因此感官评价是对熟挂面的整体特征进行了评价,是挂面品质评价的重要指标,感官评价也是最接近消费

表 2 不同淀粉对发酵挂面感官评价的影响(分)

Table 2 Effects of different starches on sensory evaluation of fermented dried noodles (score)

组别	色泽	表观状态	软硬度	粘弹性	爽滑性	食味	总分
对照组	8.20±0.45 ^{abcd}	8.20±1.10 ^a	17.20±1.30 ^{ab}	23.40±2.07 ^b	17.80±1.48 ^{ab}	8.60±0.55 ^a	83.40±4.28 ^a
PS-5%	7.60±0.55 ^d	9.00±0.71 ^a	16.60±0.89 ^{ab}	25.20±0.84 ^{ab}	18.80±0.84 ^a	8.60±0.89 ^a	85.80±1.10 ^a
PS-10%	7.40±0.55 ^d	8.00±0.00 ^a	16.40±0.89 ^{ab}	23.80±0.45 ^{ab}	16.00±1.58 ^c	8.20±0.45 ^a	79.80±2.28 ^b
PS-15%	8.80±0.45 ^{abc}	7.80±1.10 ^a	17.20±1.10 ^{ab}	25.20±1.79 ^{ab}	17.20±1.10 ^{abc}	8.00±1.41 ^a	84.20±3.56 ^a
CS-5%	8.60±0.89 ^{bcd}	8.80±0.45 ^a	17.00±1.41 ^{ab}	23.80±2.28 ^{ab}	17.40±0.89 ^{abc}	8.20±1.10 ^a	83.80±4.44 ^a
CS-10%	8.00±1.00 ^{bcd}	9.00±0.00 ^a	18.40±0.89 ^a	26.00±0.00 ^a	17.40±0.55 ^{ab}	8.40±0.89 ^a	87.20±2.39 ^a
CS-15%	9.00±0.71 ^{ab}	8.40±0.89 ^a	18.00±1.22 ^{ab}	24.80±1.79 ^{ab}	17.80±1.30 ^{ab}	8.40±0.55 ^a	86.40±5.08 ^a
CoS-5%	8.80±0.84 ^{abc}	9.20±0.84 ^a	18.20±0.84 ^{ab}	25.20±2.28 ^{ab}	17.00±1.73 ^{bc}	8.60±0.89 ^a	87.00±5.39 ^a
CoS-10%	7.80±0.45 ^{bc}	8.80±0.84 ^a	16.60±2.19 ^{ab}	24.40±0.89 ^{ab}	16.40±0.89 ^{bc}	8.20±0.45 ^a	82.20±4.32 ^a
CoS-15%	9.60±0.55 ^a	8.60±0.55 ^a	17.40±0.89 ^{ab}	24.60±1.52 ^{ab}	16.00±0.71 ^c	7.80±0.45 ^a	84.00±4.00 ^a

注:表中PS为马铃薯淀粉;CS为木薯淀粉;CoS为玉米淀粉。百分数为淀粉添加量。不同字母之间代表差异显著性($P<0.05$)。

者的评价指标^[42]。

许牡丹等^[43]的研究表明,发酵面条质构特性中的弹性、咀嚼性分别与感官评价中的粘弹性、软硬度显著相关,本实验中也存在同样的相关性趋势。由表 2 数据可以看出,在粘弹性上各实验组同对照组相比无显著性差异分($P>0.05$),这与 TPA 实验中弹性的结果一致。木薯淀粉 10%、15% 以及玉米淀粉 5% 这三个实验组在粘弹性得分上都高于对照组,虽然差异并不显著,但与 TPA 实验结果中咀嚼性的趋势相同,这一结果表明木薯淀粉对发酵挂面的质构特性起到了改善作用。

如表 2 所示,除添加 10% 马铃薯淀粉和添加 10% 玉米淀粉的两个实验组外,其余各实验组与未添加淀粉的对照组相比感官得分均不同程度提高,其中添加 10% 木薯淀粉的实验组得分最高为 87.2 分,粘弹性得分显著高于对照组($P<0.05$),爽滑性、软硬度上的得分高于其他组别,与周占富^[44]对普通挂面的研究结果一致。这说明添加 10% 木薯淀粉可以对发酵挂面的品质起到优化作用,这一结果与质构实验的结果相吻合,证明添加 10% 木薯淀粉可以改善发酵挂面的质构品质。

3 结论

本研究中的 3 种淀粉的添加均可改善发酵挂面的蒸煮品质,其中玉米淀粉在添加量为 10% 时蒸煮损失率最低(4.95%),蒸煮损失降低率达到 35.95%,最佳蒸煮时间缩短率为 24.71%,对蒸煮特性的改善效果最佳;对于质构的影响,依赖于淀粉种类和数量,木薯淀粉和马铃薯淀粉均可改善质构品质,其中木薯淀粉添加量在 10% 时能显著提高发酵挂面的煮后硬度、咀嚼性、粘弹性、回复性及拉伸断裂距离;添加不同淀粉对感官得分产生影响,其中添加 10% 木薯淀粉后发酵挂面的感官评价得分提高到 87.2 分。综合蒸煮特性、质构特性和感官评价的实验结果,10% 玉米淀粉和 5% 马铃薯淀粉相比于 10% 木薯淀粉虽能更好的提升发酵挂面的蒸煮品质,但对于硬度、粘附性和咀嚼性的改善效果并不理想,感官得分也低于添加 10% 木薯淀粉组,因此木薯淀粉在 10% 浓度时

对发酵挂面的品质提升作用最佳。本文通过研究不同天然淀粉对发酵挂面品质的影响,确定了改善发酵挂面品质的淀粉种类及添加量,为发酵挂面的生产提供了技术支持,但对于淀粉如何改变低水分面团发酵及压延特性,从而改变面条结构和品质的机制尚需进一步研究,以实现对于发酵挂面结构和品质的调控。

参考文献

- [1] 林娟. 空心面加工技术的研究 [D]. 西安: 陕西科技大学, 2013. [LIN J. Study on the processing technology of kongxin noodle[D]. Xi'an: Shaanxi University of Science and Technology, 2013.]
- [2] WANG J R, GUO X N, XING J J, et al. Revealing the effect mechanism of NaCl on the rheological properties of dough of Chinese traditional hand-stretched dried noodles[J]. Food Chemistry, 2020: 320.
- [3] 王磊鑫, 吕莹果, 陈洁, 等. 发酵拉面发酵工艺及品质研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2018, 39(6): 36-40, 46. [WANG L X, LV Y G, CHEN J, et al. Study on fermentation technology and quality of fermented extended noodle[J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2018, 39(6): 36-40, 46.]
- [4] LIU S Q. Flavors and food fermentation[M]. Boca Raton: CRC Press, 2012: 26.
- [5] COLLAR C, MARTINEZ-ANAYA M A, BARBER C B D. Interactive effects between microbial breadmaking starters and wheat flours on sour dough and bread quality[J]. Cereal Chem, 1994, 12(6): 486-489.
- [6] 王文华. 空心挂面生产技术的探讨[J]. 粮食与饲料工业, 1994(3): 32-35. [WANG W H. Researches on production on technology of macaroni[J]. Cereal and Feed Industry, 1994(3): 32-35.]
- [7] 刘安伟, 吕莹果, 陈洁. 单形重心设计优化面团发酵剂配比的研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2020, 41(1): 39-44. [LIU A W, LV Y G, CHEN J. Optimization of dough starter formulation by simplex centroid design[J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2020, 41(1): 39-44.]
- [8] 刘锐, 肖晓红, 吴桂玲, 等. 手工空心挂面的工业化生产线设计[J]. 食品工业, 2021, 42(11): 96-100. [LIU R, XIAO X H, WU

- G L, et al. Design of industrial production line of manual hollow dried noodles[J]. *The Food Industry*, 2021, 42(11): 96–100.]
- [9] 王晓慧, 李玲伊, 韭泽悟, 等. 发酵玉米面条品质评价指标研究[J]. *中国食物与营养*, 2012, 18(12): 26–31. [WANG X H, LI L Y, FEI Z W, et al. Study on quality evaluation index of fermented corn noodle[J]. *Food and Nutrition in China*, 2012, 18(12): 26–31.]
- [10] 张蕴华, 汪磊, 陈洁, 等. 酵母种类对空心挂面品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2021, 42(10): 62–67. [ZHANG Y H, WANG L, CHEN J, et al. Effect of yeast species on quality of empty-inside noodle[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2021, 42(10): 62–67.]
- [11] 刁翠茹, 韩建强, 张玉荣, 等. 传统发酵宫面面团微生物菌群结构研究[J]. *食品研究与开发*, 2019, 40(11): 200–204. [DIAO C R, HAN J Q, ZHANG Y R, et al. Study on microbial community structure of traditional fermented pasta dough[J]. *Food Research and Development*, 2019, 40(11): 200–204.]
- [12] MONTEMURRO M, CODA R, RIZZELLO C G. Recent advances in the use of sourdough biotechnology in pasta making[J]. *Foods*, 2019, 129(8): 1–21.
- [13] WANG J R, GUO X N, YANG Z, et al. Effect of sodium bicarbonate on quality of machine-made kongxin noodles[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2021, 138: 110670.
- [14] 洪秀娟, 沈汪洋, 王展. 改良剂对面条品质影响的研究进展[J]. *粮食与油脂*, 2021, 34(2): 11–13, 17. [HONG X J, SHEN W Y, WANG Z. Research progress on the effect of improvers on noodle quality[J]. *Cereals and Oils*, 2021, 34(2): 11–13, 17.]
- [15] 高国祥, 孙君庚, 阴志刚. 挂面加工品质变化研究进展[J]. *粮食与食品工业*, 2019, 26(5): 19–24. [GAO G X, SUN J G, YIN Z G. Research progress on quality change of noodle processing[J]. *Cereal and Food Industry*, 2019, 26(5): 19–24.]
- [16] 王晓曦, 雷宏, 曲艺, 等. 面粉中的淀粉组分对面条蒸煮品质的影响[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2010, 31(2): 24–27. [WANG X X, LEI H, QU Y, et al. Effect of starch composition in flour on noodle cooking quality[J]. *Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition)*, 2010, 31(2): 24–27.]
- [17] 张豫辉. 淀粉对面条品质的影响研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2015. [ZHANG Y H. Studies on the influence of different starch on noodle quality[D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2015.]
- [18] TAO C S, WANG K J, LIU X J, et al. Effects of potato starch on the properties of wheat dough and the quality of fresh noodles[J]. *CyTA-Journal of Food*, 2020, 18(1): 427–434.
- [19] 郝美丽, 魏晓明, 陈佳佳, 等. 蜡质玉米淀粉对挂面品质特性的影响[J]. *现代食品*, 2020(12): 158–162. [HUAN M L, WEI X M, CHEN J J, et al. Effects of adding waxy corn starch on the quality of noodles[J]. *Modern Food*, 2020(12): 158–162.]
- [20] 徐舒简, 李兆丰. 面条制品常用淀粉及其衍生物研究进展[J]. *食品与机械*, 2020, 36(6): 208–213, 219. [XU S J, LI Z F. Research progress on starch and its derivatives in noodles[J]. *Food and Machinery*, 2020, 36(6): 208–213, 219.]
- [21] 国家粮食局. LS/T 3212-2014 中华人民共和国粮食行业标准 挂面[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014. [State Administration of Grain. LS/T 3212-2014 Grain industry standard of the People's Republic of China. Dried noodle[S]. Beijing: China Standards Press, 2014.]
- [22] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB 5009.3-2016 食品安全国家标准食品中水分的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [National Health and Family Planning Commission. GB 5009.3-2016 National food safety standard. Determination of moisture in food[S]. Beijing: China Standards Press, 2016.]
- [23] 李阳, 孙君庚, 王充, 等. 预糊化对荞麦挂面品质的影响[J]. *农产品加工*, 2020(7): 50–53. [LI Y, SUN J G, WANG C, et al. Effect of pre-gelatinization on the quality of buckwheat noodles[J]. *Farm Products Processing*, 2020(7): 50–53.]
- [24] PARK C S, BAIK B K. Cooking time of white salted noodles and its relationship with protein and amylose contents of wheat[J]. *Cereal Chemistry Journal*, 2004, 81(2): 165–171.
- [25] YE X T, SUI Z Q. Physicochemical properties and starch digestibility of Chinese noodles in relation to optimal cooking time[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2016, 84: 428–433.
- [26] 章绍兵, 陆启玉. 直链淀粉含量对面粉糊化特性及面条品质的影响[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2005(6): 9–12. [ZHANG S B, LU Q Y. Effects of amylose content on flour pasting properties and noodle qualities[J]. *Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition)*, 2005(6): 9–12.]
- [27] PHONGTHAI S, DAMICO S, SCHOENLECHNER R, et al. Effects of protein enrichment on the properties of rice flour based gluten-free pasta[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2017, 80: 378–385.
- [28] 田晓红, 谭斌, 吴娜娜, 等. 马铃薯泥和面对挂面品质的影响[J]. *中国食品学报*, 2021(8): 193–199. [TIAN X H, TAN B, WU N N, et al. Effect of cooked mashed potato on dry noodle quality[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2021(8): 193–199.]
- [29] 鲁战会, 李里特. 淀粉的功能特性对面条食用品质的影响与评价[J]. *食品科技*, 2002(6): 51–54. [LU Z H, LI L T. Effect of functional properties of starch on noodle quality and its evaluation[J]. *Food Science and Technology*, 2002(6): 51–54.]
- [30] 任素民. 面粉对挂面品质影响研究[J]. *粮食与食品工业*, 2018, 25(4): 42–44, 48. [REN S M. Study on the effect of flour on dried noodle quality[J]. *Cereal and Food Industry*, 2018, 25(4): 42–44, 48.]
- [31] LI M, DHITAL S, WEI Y. Multilevel structure of wheat starch and its relationship to noodle eating qualities[J]. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2017, 16(5): 1042–1055.
- [32] DI MONACO R, CAVELLA S, MASI P. Predicting sensory cohesiveness, hardness and springiness of solid foods from instrumental measurements[J]. *Journal of Texture Studies*, 2008, 39(2): 129–149.
- [33] YAO M, LI M, DHITAL S, et al. Texture and digestion of noodles with varied gluten contents and cooking time: The view from protein matrix and inner structure[J]. *Food Chemistry*, 2020,

315: 126230.

[34] 陈玉峰. 小麦粉中蛋白质和淀粉含量对面条品质的影响[J]. *粮食与油脂*, 2020, 33(1): 82-85. [CHEN Y F. Effect of protein and starch content in wheat flour on noodle quality[J]. *Cereals and Oils*, 2020, 33(1): 82-85.]

[35] 刘紫鹏, 陆启玉. 添加木薯淀粉和谷朊粉对保湿熟面条品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(20): 240-244, 255. [LIU Z P, LU Q Y. Effect of adding cassava starch and wheat gluten on quality of moisturizing cooked noodles[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2017, 38(20): 240-244, 255.]

[36] 陆启玉, 章绍兵. 蛋白质及其组分对面条品质的影响研究[J]. *中国粮油学报*, 2005, 20(3): 13-17. [LU Q Y, ZHANG S B. Study on the effect of protein content and glutenin to gliadin ratio to noodle quality[J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2005, 20(3): 13-17.]

[37] SCHOFIELD J D, BOTTOMLEY R C, TIMMS M F, et al. The effect of heat on wheat gluten and the involvement of sulphhydryl-disulphide interchange reactions[J]. *Journal of Cereal Science*, 1983, 1(4): 241-253.

[38] 程红霞. 添加淀粉和蛋白对挂面力学特性的影响研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2011. [CHENG H X. Studies on the influence of starch and protein for mechanical properties of noodle[D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2011.]

[39] 杜巍, 魏益民, 张国权. 拉伸特性与面条品质关系的研究[J]. *西部粮油科技*, 2001(2): 21-23. [DU W, WEI Y M, ZHANG G Q. Study on the relation of extensograms and noodle quality[J]. *Grain Processing*, 2001(2): 21-23.]

[40] SIM E, PARK E, MA F Y, et al. Sensory and physicochemical properties of whole wheat salted noodles under different preparations of bran[J]. *Journal of Cereal Science*, 2020, 96: 103112.

[41] 郭大存, 周惠明. 添加剂对面条流变特性的影响[J]. *中国粮油学报*, 1997(3): 16-20. [DONG D C, ZHOU H M. Effects of additives on noodles' rheological characteristics[J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 1997(3): 16-20.]

[42] LI P H, HUANG C C, YANG M Y, et al. Textural and sensory properties of salted noodles containing purple yam flour[J]. *Food Research International*, 2012, 47(2): 223-228.

[43] 许牡丹, 林娟, 陈均志, 等. 空心面品质评价方法的研究[J]. *食品科技*, 2012, 37(8): 158-161. [XU M D, LIN J, CHEN J Z, et al. Method in quality evaluation of empty-inside noodles[J]. *Food Science and Technology*, 2012, 37(8): 158-161.]

[44] 周占富. 面条品质改良剂的种类和作用探析[J]. *江苏调味副食品*, 2016(1): 3-6. [ZHOU Z F. Discussion on the type and function of noodle quality improvers[J]. *Jiangsu Condiment and Subsidiary Food*, 2016(1): 3-6.]