

不同类型干制米粉理化指标比较分析

赵云龙, 高帅森, 文红花, 梁思靖, 蔡锦源

(柳州工学院 柳州市特色食品风味与品质控制工程技术研究中心, 广西柳州 545616)

摘要: 采集不同产地、不同类型的干制米粉, 对其水分、断条率、吸水率、吸油率以及挥发性气味进行研究。结果显示, 5种不同类型干制米粉的水分含量范围为10.09%~13.49%, 其中玉米米粉的水分含量最低; 熟断条率为1.67%~8.75%, 自然断条率为1.47%~3.37%, 5种类型干制米粉的20个样品中97%的自然断条率 \leq 5%; 不同类型的干制米粉在不同条件下的规律为盐水浓度越高, 溶浆率越大, 其中纯米粉的溶浆率最高; 5种不同类型的干制米粉的吸水率随着盐溶液浓度的升高而减小; 纯米粉的吸油率最大, 玉米米粉的吸油率最低, 花生油、玉米油和菜籽油3种油的吸油率与米粉种类均呈极显著相关; 通过电子鼻分析表明干制米粉香味存在差异是由于氮氧化物、硫化物、芳香成分和有机硫化物在米粉中的含量不同造成的。

关键词: 干制米粉; 理化指标; 相关性分析; 气味分析

中图分类号: TS213

文献标识码: A

DOI: 10.16465/j.gste.cn431252ts.20220424

Comparison and Analysis of Physical and Chemical Indexes of Different Types of Dried Rice Noodles

Zhao Yunlong, Gao Shuaisen, Wen Honghua, Liang Sijing, Cai Jinyuan

(Liuzhou Institute of Technology, Liuzhou Special Food Flavor and Quality Control Research Center of Engineering Technology, Liuzhou, Guangxi 545616)

Abstract: Different types of dry rice noodles from different origins were collected, and moisture, broken strip rate, water absorption rate and oil absorption rate, and volatile smell of electronic nose were studied. The results showed that the moisture content of five different types of dry rice noodles ranged from 10.09% to 13.49%. The moisture content of corn rice noodles was the lowest; the rate of cooked strips was 1.67% ~ 8.75%, the rate of natural strips was 1.47% ~ 3.37%, and 97% of the 20 samples of 5 types of dried rice noodles had a natural breaking rate of \leq 5%; the law of different types of dry rice noodles under different conditions was that the higher the concentration of brine, the greater the pulp dissolution rate. Among them, the pulp dissolution rate of pure rice noodles was the highest; the water absorption rate of 5 different types of dry rice noodles decreased with salt solution concentration increasing; the oil absorption rate of pure rice noodles was the highest, and corn rice noodles had the lowest oil absorption rate. The oil absorption rates of peanut oil, corn oil and rapeseed oil were significantly correlated with the types of rice noodles. The oil absorption rates of the three oils were all significantly correlated; the electronic nose analysis showed that the differences in the aroma of dried rice noodles were caused by the different contents of nitrogen oxides, sulfides, aromatic components and organic sulfides in rice noodles.

Key words: dry rice noodle, physical and chemical indexes, correlation analysis, odor analysis

米粉是以大米为原料, 经过除杂、清洗、干燥、

粉碎、过筛、调湿、挤压成型、冷却等一系列工序制成的条状或丝状的米制品^[1]。它在广西深受人们的欢迎, 已成为广西的独特传统菜肴及代表性饮食之一。米粉的种类和名称因其产地和加工工艺不同而有所不同。根据水分含量的不同, 可以分为干米粉和湿米粉。按照米粉食用的方便性, 可以分为冲泡型和水煮型。还有根据地域和烹饪口味不同来命名的, 如柳州螺蛳粉、桂林米粉、江西米粉、常德

收稿日期: 2022-06-19

基金项目: 柳州工学院科学基金项目(2021KXJJ13); 柳州工学院科研创新项目(2018LSTD02)。

作者简介: 赵云龙, 男, 硕士, 讲师, 研究方向为食品营养及食品生物技术。

通信作者: 蔡锦源, 男, 硕士, 副教授, 研究方向为植物有效成分提取及其生物活性。

米粉等。按照生产加工工艺的不同,米粉还可以分为榨粉和切粉两类^[2]。

现阶段米粉生产主要以小作坊为主,多数是凭经验加工而成的,对米粉品质的好坏并没有明确的评定标准。要满足工业化生产的要求,就必须根据大米的理化特性,对其与米制品的感官关系进行分析,找出一个或多个最佳的评价指标来提高米粉质量的稳定性^[3]。

基于此,本文收集不同产地、不同类型的干制米粉,测定水分含量和水分活度、吸水率、溶浆率、断条率以及吸油率等理化指标并比较它们的差异,为干制米粉的理化指标确定提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 主要材料与试剂

玉米油、花生油、菜籽油:广东省东莞市贺年丰粮油有限公司;盐:广东省盐业集团广州有限公司;干制米粉(见表1):网上购买。

表1 样品名称及产地

编号	样品名称	产地
1	纯米粉	江西抚州
2	纯米粉	河南孟州
3	纯米粉	河南商丘
4	玉米粉条	江西抚州
5	玉米粉条	江西赣州
6	玉米米粉	广西柳州
7	玉米米粉	广西柳州
8	玉米米粉	广西柳州
9	玉米米粉	广西桂林
10	玉米米粉	广西北流
11	玉米米粉	广西玉林
12	高粱米粉	江西抚州
13	高粱米粉	江西赣州
14	红高粱米粉	广西柳州
15	蕨根米粉	贵州黔南
16	蕨根米粉	四川绵阳
17	蕨根米粉	四川德阳
18	葛根米粉	山东菏泽
19	葛根米粉	湖北松滋
20	葛根米粉	山东泰安

1.2 试验仪器

FA2004B型分析天平:上海越平科学仪器有限公司;DHG-系列电热鼓风干燥箱:上海一恒科学仪器有限公司;GYW-FG型水分活度测定仪:深圳冠亚水分仪科技有限公司;C21-WK2102型可调式

电磁炉:广东美的生活电器制造有限公司;PEN3便携式电子鼻:德国AIRSENSE公司;HYJRL-1型红外加热炉:上海科恒实业发展有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 干制米粉水分含量测定

取干燥至恒重的称量瓶,称取干制米粉3g(精确至0.0001g),加盖,精密称量后置于105℃干燥箱中,瓶盖斜支于瓶边,干燥3h后加盖取出,放入干燥器内冷却0.5h后称量;再放入105℃干燥箱中干燥1h左右,取出后放入干燥器内冷却0.5h后再称量;重复上述操作至前后两次质量差不超过2mg,即为恒重^[4]。按式(1)计算水分含量。

$$X = \frac{m_2}{m_1 - m_2} \times 100\% \quad (1)$$

式中: X 为试样中水分的含量,%; m_1 为试样的质量,g; m_2 为试样干燥后的质量,g。

1.3.2 干制米粉水分活度测定

采用水分活度仪,将干制米粉剪成小碎粒,平铺在样品盒底部(约3g),然后打开样品盒的盖子进行测量,待仪器稳定发出蜂鸣后直接读取样品的Aw值^[5]。

1.3.3 米粉自然断条率测定

随机抽取独立包装的干制米粉样品一袋称量,将长度不足2/3的断条米粉检出称量^[6]。按式(2)计算自然断条率。

$$Z = \frac{M_z}{M} \times 100\% \quad (2)$$

式中: Z 为自然断条率,%; M_z 为不足平均长度2/3的干制米粉质量,g; M 为样品质量,g。计算结果保留小数点后1位。

1.3.4 米粉熟断条率测定

最佳蒸煮时间的确定:用可调式电磁炉加热盛有约500mL沸水的烧杯,保持水的微沸状态。称取50.0g样品,放入沸水中,用秒表开始计时。从3min开始取样,然后每隔30s取样一次,每次取一根,用筷子可轻易夹断且无硬芯所记录的时间即为最佳蒸煮时间^[7]。

参照Wang等^[8]的方法并有所改动。取20根20cm长的米粉,放入盛有约500mL沸水的烧杯中,用可调式电磁炉加热,保持水的微沸状态,达到所测蒸煮时间后用筷子将样品轻轻挑入不锈钢盘,计算完整的样品根数。按式(3)计算熟断条率。

$$S = \frac{n - n_1}{n} \times 100\% \quad (3)$$

式中: S 为熟断条率, %; n 为取样总根数; n_1 为煮熟后完整样品根数。计算结果保留小数点后 1 位。

1.3.5 干制米粉纯水(或盐水)溶浆率测定

根据 Yadav 等^[9]的方法并有所改动。取 20 根 20 cm 长的米粉, 称重后将米粉放入 500 mL 烧杯中, 分别放入 400 mL 煮沸的纯水或 1.0% 和 1.8% 的盐水中, 达到 1.3.4 的最佳蒸煮时间后将米粉放在滤网上用 50 mL 去离子水淋洗 60 s, 称量米粉的湿重, 再将米粉放在干燥皿中于 105 °C 干燥箱中干燥至恒重。按式(4)计算溶浆率。

$$H = \frac{z_1 \times (1-X) - z_2}{z_1 \times (1-X)} \times 100\% \quad (4)$$

式中: H 为溶浆率, %; z_1 为样品重量, g; z_2 为煮熟后烘干重量, g; X 为样品水分含量, %。计算结果保留小数点后 2 位。

1.3.6 干制米粉吸水(或盐水)率测定

参考文献[10], 准确称量 5 g 米粉, 将米粉放入 250 mL 烧杯中, 分别放入 400 mL 煮沸的纯水或 1.0% 和 1.8% 的盐水中, 达到 1.3.4 的最佳蒸煮时间后捞出滤干水分, 冷却至室温后称重, 计算吸水(或盐水)率。按式(5)计算吸水(或盐水)率。

$$Z = \frac{x_2 - x_1}{x_1} \times 100\% \quad (5)$$

式中: Z 为吸水(或盐水)率, %; x_1 为样品重量, g; x_2 为样品煮熟后重量, g。计算结果保留小数点后 2 位。

1.3.7 干制米粉吸油率测定

称取 5 g 米粉样品于烧杯中, 加入 50 mL 的植物油(花生油、玉米油、菜籽油), 使其浸泡没过粉条, 静止 12 h(过夜), 取出后直接称量得重量 m_2 。按式(6)计算吸油率。

$$W = \frac{m_2 - m_1}{m_1 \times (1-X)} \times 100\% \quad (6)$$

式中: W 为吸油率, %; m_1 为样品重量, g; m_2 为吸油后样品重量, g; X 为样品水分含量, %。计算结果保留小数点后 2 位。

1.3.8 电子鼻挥发性气味测定

采用电子鼻测定干制米粉的气味, 参考樊镇南等^[11]的方法, 并略作修改: 称取干制米粉 3 g 置于 50 mL 顶空进样瓶, 4 °C 密封 1 h, 25 °C 平衡 30 min 后置于电子鼻测试。参数设置: 样品准备 5 s, 采样间隔 1 s, 传感器自动清洗 80 s, 传感器归零 5 s, 进样流量 400 mL/min, 测试 80 s, 重复 3 次。PEN3

便携式电子鼻传感器阵列的类型和灵敏度如表 2 所示。

表 2 PEN3 便携式电子鼻传感器阵列的类型和灵敏度

阵列序号	传感器名称	性能描述
1	W1C	芳香成分, 苯类
2	W5S	灵敏度大, 对氮氧化物很灵敏
3	W3C	氨水, 对芳香成分灵敏
4	W6S	主要对氢气有选择性
5	W5C	烷烃芳香成分
6	W1S	对甲烷等短链烷烃灵敏
7	W1W	对无机硫化物灵敏
8	W2S	对醇醚醛酮类灵敏
9	W2W	芳香成分, 对有机硫化物灵敏
10	W3S	对烷烃灵敏, 长链烷烃类

1.4 数据处理与分析

本试验数据均是平行 3 次试验后取均值的结 果, 采用 SPSS 25.0 和 Excel 对试验数据进行分析, 采用 Origin 2018 软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 干制米粉水分含量和水分活度

由图 1 可以看出, 5 种干制米粉的水分含量呈现显著性差异。葛根米粉的水分含量最高(13.49%); 玉米米粉、高粱米粉和蕨根米粉与纯米粉相比, 其水分含量均小于纯米粉, 其中玉米米粉水分含量最低为 10.09%, 水分含量低有利于米粉的长时期储藏。柳州螺蛳粉的专用米粉就是由玉米淀粉和大米制成, 添加一定比例的玉米淀粉有利于柳州螺蛳粉专用米粉的长时间贮存^[12]。5 种干制米粉中 A_w 值最低的是蕨根米粉, 最高的是玉米米粉, 其中纯米粉和葛根米粉的 A_w 值相当。 A_w 值低, 米粉的褐变不易发生, 有利于延长食品的保质期^[13]。故添加

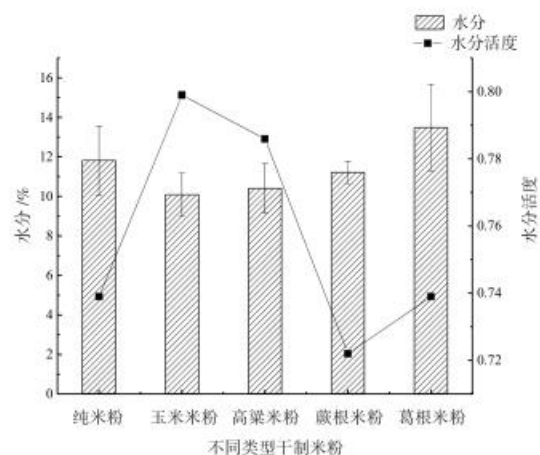


图 1 5 种干制米粉水分含量和水分活度的比较

蕨根米粉的食品不易发生褐变, 保质期相对较长。

2.2 米粉断条率和溶浆率

米粉品质的优劣最直观的指标就是米粉的断条率, 断条率越高说明米粉的品质越差, 断条率越低说明米粉的品质越好^[14]。由图2可知, 5种干制米粉的自然断条率为1.47%~3.37%, 玉米米粉、高粱米粉、蕨根米粉和葛根米粉的自然断条率均高于纯米粉的; 熟制断条率为1.67%~8.75%, 其中玉米米粉的熟制断条率最高, 葛根米粉的最低。由此可见蕨根米粉的品质相对较好。

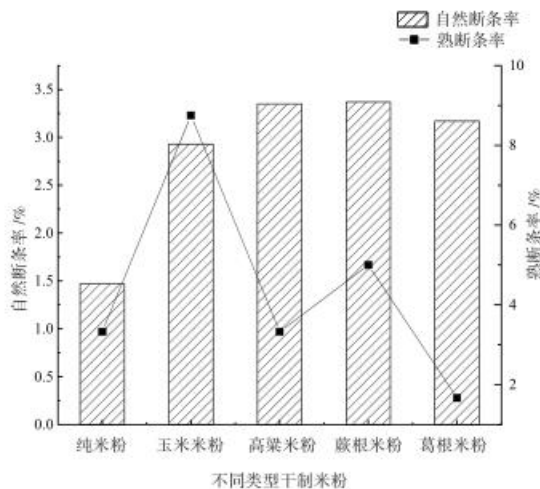


图2 5种干制米粉断条率的比较

图3显示, 5种干制米粉在纯水、1.0% 盐水和1.8% 盐水的条件下溶浆率逐渐增大, 其中在纯水条件下纯米粉的溶浆率最高; 1.0% 盐水的条件下纯米粉的溶浆率为16.89%, 高粱米粉的溶浆率为17.14%; 1.8% 盐水的条件下纯米粉的溶浆率为26.66%, 葛根米粉的溶浆率为25.36%, 不同干制米粉间呈现显著性差异。纯水条件下煮制米粉更能保证米粉的品质, 且此条件下玉米米粉、高粱米粉、蕨根米粉和葛根米粉品质皆优于纯米粉。

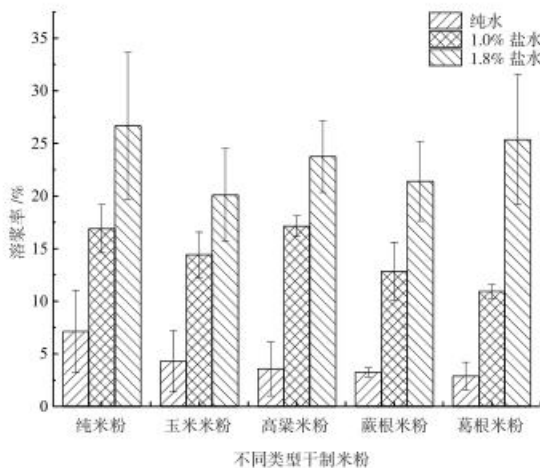


图3 5种干制米粉溶浆率的比较

2.3 干制米粉吸水率和吸油率

由图4可知, 5种干制米粉的纯水吸水率和1.0% 盐水吸水率相差不大, 1.8% 盐水的吸水率顺序: 纯米粉>蕨根米粉>葛根米粉>玉米米粉>高粱米粉。盐水的吸水率均比纯水的小, 这主要是因为食盐可以产生渗透压, 抑制干制米粉中的亲水性物质吸水^[15], 且适当增加盐溶液浓度, 纯米粉由于吸水率高, 相对更容易蒸煮。

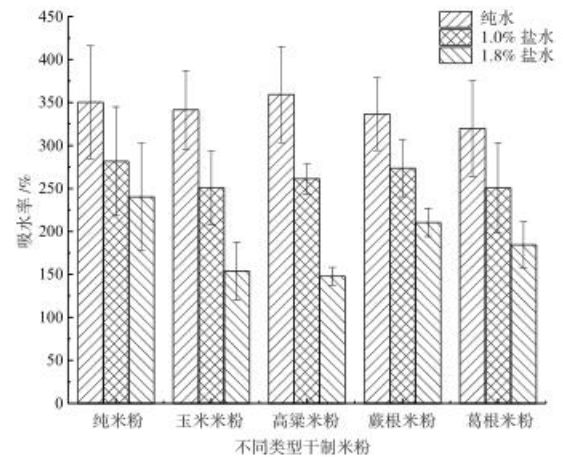


图4 5种干制米粉吸水率的比较

由图5可以看出, 纯米粉的吸油率最大, 其次是高粱米粉, 吸油率最低的是玉米米粉。花生油、玉米油和菜籽油的吸油率随米粉种类的不同呈极显著相关性。

2.4 干制米粉主要理化指标的相关性分析

由表3可知, 最佳煮制时间与水分含量呈显著负相关, 相关系数为-0.482; 最佳煮制时间与水分活度呈极显著正相关, 相关系数为0.671; 纯水溶浆率与1.8% 盐水溶浆率、菜籽油呈显著正相关、与玉米油呈极显著正相关, 相关系数分别为0.533、0.452、0.625; 1.0% 盐水溶浆率与干制米粉各理化指标均不显著; 1.8% 盐水溶浆率与

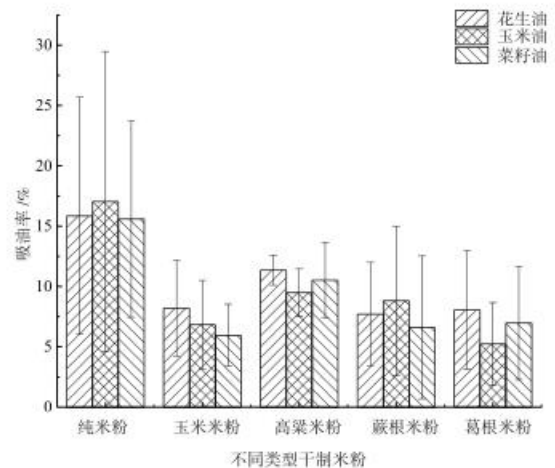


图5 5种干制米粉吸油率的比较

表3 干制米粉理化指标相关性分析

指标	水分含量	水分活度	纯水溶浆率	1.0% 盐水溶浆率	1.8% 盐水溶浆率	纯水吸水率	1.0% 盐水吸水率	1.8% 盐水吸水率	花生油吸油率	玉米油吸油率	菜籽油吸油率	最佳煮制时间
水分含量	1.000											
水分活度	-0.083	1.000										
纯水溶浆率	-0.021	-0.325	1.000									
1.0% 盐水溶浆率	-0.027	-0.301	0.350	1.000								
1.8% 盐水溶浆率	0.093	-0.026	0.533*	0.217	1.000							
纯水吸水率	0.311	0.117	-0.036	0.252	-0.357	1.000						
1.0% 盐水吸水率	0.269	-0.127	-0.081	0.142	-0.285	0.695**	1.000					
1.8% 盐水吸水率	0.284	-0.436	0.164	0.001	0.116	0.332	0.602**	1.000				
花生油	-0.242	-0.258	0.439	0.168	0.330	0.043	0.241	0.377	1.000			
玉米油	-0.060	-0.384	0.625**	0.196	0.343	0.211	0.360	0.526*	0.843**	1.000		
菜籽油	0.075	-0.160	0.452	0.249	0.618**	0.211	0.225	0.518*	0.730**	0.778**	1.000	
最佳煮制时间	-0.482*	0.671**	-0.232	0.140	-0.229	-0.060	-0.186	-0.468*	-0.270	-0.272	-0.323	1.000

注：* 在 0.05 级别（双尾），相关性显著；** 在 0.01 级别（双尾），相关性显著。

菜籽油呈极显著正相关，相关系数为 0.618；纯水吸水率与 1.0% 盐水吸水率呈极显著正相关，相关系数为 0.695；1.0% 盐水吸水率与 1.8% 盐水吸水率呈极显著正相关，相关系数为 0.602；1.8% 盐水吸水率与玉米油、菜籽油呈显著正相关，与最佳煮制时间呈显著负相关，相关系数分别为 0.526、0.518、-0.468；花生油与玉米油和菜籽油呈极显著正相关，相关系数分别为 0.843、0.730；玉米油与菜籽油呈极显著正相关，相关系数为 0.778。

2.5 挥发性气味分析

如图 6 所示，对氮氧化物灵敏的 W5S，对硫化物灵敏的 W1W，对芳香成分和有机硫化物灵敏的 W2W 3 种传感器在 5 种不同干制米粉中响应比较高，其余 7 种传感器在 5 种不同干制米粉中响应不大，这与樊振南等^[11]对米粉风味物质的分析结果一致。W5S、W1W、W2W 3 种传感器对葛根米粉的响应值最好，均大于 4，特别是 W1W 的响应值高达 10，而各传感器对玉米米粉的响应值最低，小于 4。5 种不同干制米粉的香味存在差异，可能与氮氧化物、硫化物、芳香成分和有机硫化物的含量不同有关。

3 结论

本文通过对 5 种不同类型干制米粉 5 个理化指标进行测定分析，发现不同类型的干制米粉间水分

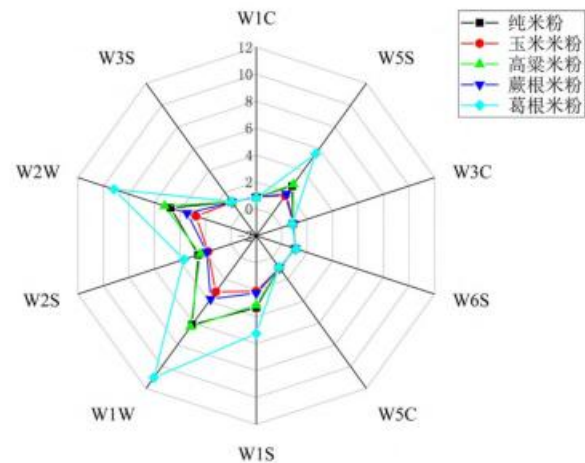


图6 不同类型干制米粉挥发性物质的雷达图

含量和水分活度，自然断条率和熟断条率，不同浓度条件下的纯水（盐水）溶浆率和吸水（盐水）率，不同条件下的吸油率的差别较为明显。除断条率外，玉米米粉的各项理化指标均优于纯米粉的；对比 5 种不同类型干制米粉蒸煮时间，发现葛根米粉的蒸煮时间最短；经过相关性分析，得到水分含量、水分活度与最佳煮制时间具有显著的相关性，溶浆率与吸油率呈现显著的相关性，吸水率与吸油率和最佳煮制时间具有显著的相关性，花生油、玉米油和菜籽油 3 种油之间具有显著的相关性；采用电子鼻

（下转第 120 页）

并设置有保存和打印功能。

生产过程中的报表可以保存在 PC 端相应位置,保存方式可以手动保存,也可设置自动保存(如每天固定时间保存,或者每加工一次粮食后保存)。依据保存的目录位置查看对应报表。

2.3 互联网数据发布

通过互联网技术,将生产中的数据发布至网站,方便管理者远程监控。页面发布设置如图 6 所示。将需要发布的数据信息都集中在一个或者几个



图 6 发布内容设置

界面,统一发布至网站,以实现管理人员远程通过互联网技术实时查看所需要的生产数据。

3 结语

本研究将组态控制技术应用于大米加工生产线,设计的组态工程界面简洁明了,工艺路线清晰,可以方便用户理解整条生产线的加工工艺。其故障报警提示功能,十分明了地显示了故障位置,方便维修人员处理,减少了故障排查的时间,提高了生产效率、管理效率以及管理精准度。

参考文献

- [1] 郑红明. 2021 年中国稻谷(大米)产业报告 [N]. 粮油市场报, 2021-11-16(T10).
- [2] 李维强. 大米加工的自动化监控系统 [J]. 粮食加工, 2018, 43(6): 28-29.
- [3] 张兴振, 曹宪周. 糙米加工技术及装备研究进展 [J]. 粮食科技与经济, 2021, 46(6): 114-117.
- [4] 曹瑜, 陈伟吴, 彦霖. 基于组态控制技术实现自动控制系统的平台建设 [J]. 有色金属设计, 2018, 45(4): 106-108.
- [5] 张天堂. 大米加工生产自动化监控系统 [J]. 粮食加工, 2004(3): 28-30.
- [6] 王玉铎. 组态控制技术探析 [J]. 科技与企业, 2015(1): 82.

(上接第 108 页)

技术对 5 种不同类型的干制米粉的气味进行分析,结果表明干制米粉香味存在差异是由于氮氧化物、硫化物、芳香成分和有机硫化物在米粉中的含量不同导致的。

本文只选了 5 种常见的干制米粉进行对比分析,样品量不足,今后应选择足够量的样品,比如不同产地的同一种样品、同一产地的不同样品等,使研究数据更加充分。此外,本文仅探讨了干制米粉的主要理化评价指标的差异,后续可进一步研究干制米粉中的金属含量等。

参考文献

- [1] 高利, 于晨, 高成成, 等. 鲜湿米粉的保鲜与品质改良研究进展 [J]. 中国粮油学报, 2018, 33(11): 133-139.
- [2] 李鸿印, 梁晓军, 张学阁, 等. 米粉工业化生产发展现状 [J]. 粮食加工, 2022, 47(2): 19-21.
- [3] 李琳, 陈洁, 王远辉, 等. 大米原料对鲜湿米粉品质影响 [J]. 食品工业, 2019, 40(6): 177-182.
- [4] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准食品中水分的测定: GB 5009.3—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 1-2.
- [5] AHETO J H, HUANG X, XIAOYU T, et al. Investigation into crystal size effect on sodium chloride uptake and water activity of

pork meat using hyperspectral imaging [J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2019, 43(11): 14-197.

- [6] 官斌. 碎米直条米粉关键生产工艺及质量评价研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2011.
- [7] 李升, 王佳佳, 叶发银, 等. 3 种改良剂提升高含量紫薯挂面品质的研究 [J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(11): 146-152.
- [8] WANG L, GUO J X, WANG R, et al. Studies on quality of potato flour blends with rice flour for making extruded noodles [J]. Cereal Chemistry, 2016, 93(6): 593-598.
- [9] YADAV B S, YADAV R B, KUMAR M. Suitability of pigeon pea and rice starches and their blends for noodle making [J]. LWT—Food Science and Technology, 2011, 44(6): 1415-1421.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 陈志瑜, 周文化, 宋显良, 等. 水分含量对鲜湿米粉品质影响 [J]. 粮食与油脂, 2012, 25(7): 23-26.
- [13] 李曼. 生鲜面制品的品质劣变机制及调控研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2014.
- [14] 金露达, 张关涛, 李娟, 等. 鲜湿面货架期影响因素和保鲜技术研究进展 [J]. 包装工程, 2021, 42(21): 1-10.
- [15] 肖莲荣. 马铃薯颗粒全粉加工新工艺及挤压膨化食品研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2005.