

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2021.01.020

吴森, 张雨柔, 张星灿, 等. 竹笋泡粬品质改良研究[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(1): 148-154.

WU M, ZHANG Y R, ZHANG X C, et al. Research on the quality improvement of bamboo shoot parfait[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(1): 148-154.

竹笋泡粬品质改良研究

吴 森¹, 张雨柔^{1,3}, 张星灿^{1,2}, 刘 建¹, 杨 健¹, 华苗苗¹, 钟雪婷¹, 罗霜霜¹

(1. 四川东方主食产业技术研究院, 四川 成都 611130;

2. 四川省食品发酵工业研究设计院, 四川 成都 611130;

3. 成都师范学院 化学与生命科学学院, 四川 成都 611130)

摘 要: 为改善竹笋泡粬质地不柔软、弹性差等问题, 以竹笋泡粬为研究对象, 感官评分为指标, 结合单因素实验和正交试验讨论不同添加量的碳酸氢钠、柠檬酸、单辛酸甘油酯、复合磷酸盐、山梨糖醇对竹笋泡粬品质的影响, 试验结果表明: 当碳酸氢钠添加量为 0.15%、柠檬酸添加量为 0.02%、单辛酸甘油酯添加量为 0.04%、复合磷酸盐添加量为 0.4%、山梨糖醇添加量为 0.3% 时, 竹笋泡粬质地柔软、软硬适中、富有弹性, 感官评分达到 96.21 分; 并在此基础上, 与市售样品进行质构特性对比, 测得竹笋泡粬质构特性为: 硬度 94.2、弹性 0.92、咀嚼性 711.51、粘性 90.23、胶着性 537.79, 与市售产品质构特性相当。

关键词: 泡粬; 竹笋; 品质改良剂; 质构特性

中图分类号: TS205 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2021)01-0148-07

Research on the Quality Improvement of Bamboo Shoot Parfait

WU Miao¹, ZHANG Yu-rou^{1,3}, ZHANG Xing-can^{1,2}, LIU Jian¹,

YANG Jian, HUA Miao-miao¹, ZHONG Xue-ting¹, LUO Shuang-shuang¹

(1. Sichuan Oriental staple food industry technology research institute, Chengdu, Sichuan 611130, China;

2. Sichuan food fermentation industry research and Design Institute, Chengdu, Sichuan 611130, China;

3. College of chemistry and life sciences, Chengdu Normal University, Chengdu, Sichuan 611130, China)

Abstract: In order to improve the existing issues of bamboo shoot parfait such as the stiffness and lack of elasticity, taking sensory score as index, the effects of sodium bicarbonate, citric acid, single octylic acid glyceride, compound phosphate and sorbitol on the quality of bamboo shoots foam were studied by single factor test and orthogonal test. The experimental results showed that: When the addition of sodium bicarbonate, citric acid, monocaprylic glyceride, compound phosphate and sorbitol were at 0.15%, 0.02%, 0.04%, 0.4% and 0.3% respectively, the bamboo shoot parfait was soft and elastic, and the sensory score reached 96.21 points. On this basis, the texture properties of the bamboo shoots parfait can be compared with those of the market samples. The texture properties of the bamboo shoots parfait were measured as follows: hardness 94.2, elasticity 0.92, chewability 711.51, viscosity 90.23, adhesion 537.79, which were similar to the texture properties of the market products.

Key words: parfait; bamboo shoots; quality improvement; texture characteristics

收稿日期: 2020-03-05

基金项目: 成都市科技项目 (2019-YF05-00604-SN)

Supported by: Science and Technology Project of Chengdu (No. 2019-YF05-00604-SN)

作者简介: 吴森, 男, 1996 年出生, 本科, 研究方向为食品加工。E-mail: 727541905@qq.com.

泡粬是以大米为主要原料，经磨浆、发酵、蒸制等工艺制得；其独特的发酵风味、软糯的口感、香甜微酸的滋味，深受消费者喜爱，与叶儿粬、豆腐帘子并称为“怀远三绝”^[1-4]。

竹笋是产量较高的可食用植物，含有丰富的膳食纤维、蛋白质和矿物质，以及黄酮、甾醇、酚类化合物等活性成分^[5-10]；据统计鲜竹笋每年产量 500 万~600 万 t，其中 200 万~240 万 t 用于鲜售，300 万~360 万 t 鲜竹笋用于罐头及笋干等深加工应用，但深加工制品中仅有 30%~40% 的笋肉得以利用，剩余的笋头和笋壳等下脚料尚未有效利用，而竹笋下脚料的营养和保健成分与笋肉相当，不充分利用将造成大量的资源浪费。

本试验以竹笋下脚料为原料，经生物酶解加工技术处理，得到酶解液并用于泡粬制备，制得泡粬风味独特，营养丰富；不仅为竹笋下脚料资源利用提供新的思路，还丰富泡粬产品的种类。但是竹笋泡粬在制作的过程中存在品质不佳等问题，主要表现为蒸制出的泡粬不柔软，弹性差等；因此，针对竹笋泡粬存在的问题，研究出有效的品质改良剂可为其工业化生产带来积极效果。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与amp;设备

材料：大米：绵阳仙特米业有限公司；毛竹笋下脚料：购于当地农贸市场；安琪酵母：安琪酵母股份有限公司；柠檬酸：潍坊英轩实业有限公司；碳酸氢钠：山东海天生物化工有限公司；单辛酸甘油酯：郑州康本生物科技有限公司；复合磷酸盐：河南隆霄生物科技有限公司；山梨糖醇：山东绿健生物技术有限公司；纤维素酶、半纤维素酶、果胶酶、淀粉酶：山东隆科特酶制剂有限公司。

设备：F-100L 玻璃反应釜：郑州予达仪器科技有限公司；TA-XT 型质构仪：上海腾拔仪器科技有限公司；HPX-9162MBE 电热恒温培养箱：上海博讯实业有限公司医疗设备厂；DM-Z100A 自分渣磨浆机：沧州铁狮磨浆机械有限公司；JCS-W 电子天平：哈尔滨众汇衡器有限公司；蒸笼、蒸锅及其他不锈钢容器。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程

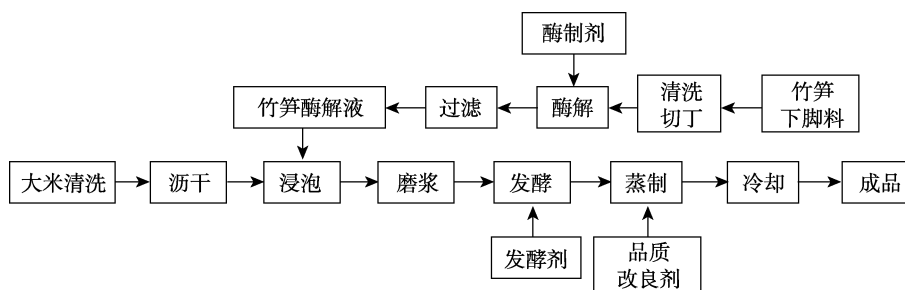


图 1 竹笋泡粬工艺流程

Fig.1 Technological process of Paoba shoot bubbling

1.2.2 工艺要点

竹笋清洗切丁后，按料液比 1 : 5 添加饮用水，以竹笋质量为基准添加 0.5% 纤维素酶、0.5% 半纤维素酶、0.5% 果胶酶和 0.5% 淀粉酶，在 50 °C 恒温酶解罐中酶解 4 h 后，经过滤得到酶解液。

本工艺采用直投式发酵^[11]，大米用清水冲洗干净并沥干，按米液比 1 : 0.8 加入竹笋酶解液浸泡 4 h 后磨浆；米浆内加入酵母发酵剂，在 33 °C 的电热恒温培养箱中发酵 4 h；待米浆发酵完成后加入品质改良剂，搅拌均匀并置入模具内蒸制 15 min，冷却得到成品。

1.2.3 单因素实验

按 1.2.2 的加工工艺处理好米浆之后，以米浆质量为基准添加不同含量的碳酸氢钠、柠檬酸、单辛酸甘油酯、复合磷酸盐、山梨糖醇，上锅蒸制 15 min，自然冷却，进行感官评价。

利用控制变量法，分别对碳酸氢钠（0%~0.25%）、柠檬酸（0%~0.04%）、单辛酸甘油酯（0%~0.8%）、复合磷酸盐（0%~0.8%）、山梨糖醇（0%~0.4%）进行单因素实验，确定不同添加量对泡粬品质的影响。

1.2.4 正交试验

根据单因素实验结果, 采用 $L_8(2^7)$ 正交试验表对五种品质改良剂的添加量进行五因素二水平正交试验, 确定最佳配方。实验设计见表 1。

表 1 $L_8(2^7)$ 正交试验因素水平表
Table 1 Factors and levels of $L_8(2^7)$ orthogonal experiments for formula %

水平	因素				
	A 碳酸氢钠	B 柠檬酸	C 单辛酸甘油酯	D 复合磷酸盐	E 山梨糖醇
1	0.15	0.02	0.04	0.4	0.2
2	0.2	0.03	0.06	0.6	0.3

1.2.5 感官评价

由 20 人组成感官评价小组, 对产品按表 2 中的规定进行感官评分, 评分后取平均值作为感官评价结果。

表 2 泡粬感官评价表
Table 2 Sensory evaluation of Paoba

项目	评价标准	分数
色泽 (10 分)	颜色均匀, 略黄	8~10
	颜色基本均匀, 较黄	5~7
	颜色不均匀, 发黄	0~4
香气 (10 分)	有竹笋的特殊香味, 气味纯正浓郁	8~10
	有香味, 气味较淡	5~7
	无香味或异味	0~4
形态 (15 分)	外形整齐, 表面细腻	12~15
	外形较整齐, 表面较细腻	8~11
	外形不整齐, 表面粗糙	0~7
组织 (15 分)	内部组织均匀, 孔泡细密且大小适中	12~15
	内部组织较均匀, 孔泡基本细密且大小较适中	8~11
	内部组织不均匀, 无气孔, 气孔过大或过小	0~7
滋味 (20 分)	有竹笋的滋味, 口味纯正, 酸甜适中	16~20
	滋味较纯正, 酸甜较适中	10~15
	淡而无味或有异味	0~9
硬度 (15 分)	质地柔软, 软硬适中	12~15
	较柔软, 稍硬或稍软	8~11
	特别坚硬或者软塌	0~7
弹性 (15 分)	富有弹性, 用手按压后恢复性好	12~15
	弹性较好, 用手按压后能复原	9~11
	弹性较差, 用手按压后基本能复原	6~8
	弹性差, 用手按压后不复原或难复原	0~5
总计		100

1.2.6 质构测定方法

待泡粬冷却后, 切成 3 cm×3 cm×3 cm 的方

块, 采用 P/36R 型探头测定。测定参数: 目标值 50%, 测试前速度 1.5 mm/s, 测试速度 1.00 mm/s, 测试后速度 2.00 mm/s, 接触点 5.00 gf。每个样品平行测定三次, 取平均值。

1.3 数据处理

采用 Excel2010、SPSS20.0 进行数据的处理。

2 结果与分析

2.1 单因素实验结果与分析

2.1.1 不同添加量的碳酸氢钠对泡粬品质的影响

由图 2 可知, 对感官评分进行显著性分析, 碳酸氢钠添加量对泡粬的感官评分有显著性影响。随碳酸氢钠添加量的增加, 泡粬感官评分呈先上升后下降的趋势, 最高评分为 82.65, 此时碳酸氢钠添加量为 0.15%。碳酸氢钠是食品膨松剂, 在蒸制过程中受热而产生二氧化碳, 增加泡粬中气体体积, 使泡粬蓬松并富有弹性, 感官评分从而升高; 碳酸氢钠是强碱与弱酸中和后生成的酸式盐, 溶于水时呈现弱碱性, 当添加过量碳酸氢钠作用于泡粬后, 会残留大量碳酸钠, 使泡粬滋味上形成碱味, 色泽发黄, 导致感官评分降低^[12-13]。综上, 碳酸氢钠添加量在 0.15%、0.2% 时品质较好, 故选两者进行正交试验。

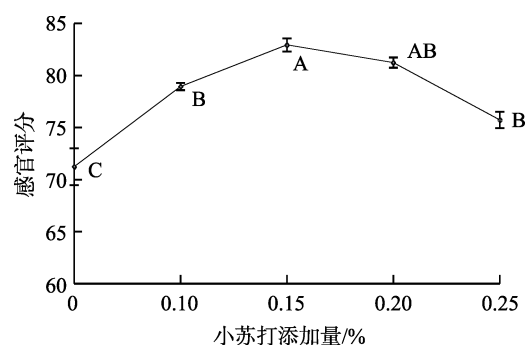


图 2 碳酸氢钠添加量对感官评分的影响
Fig.2 Effect of sodium bicarbonate on sensory score
注: 图中不同字母表示组间存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

2.1.2 不同添加量的柠檬酸对泡粬品质的影响

由图 3 可知, 对感官评分进行显著性分析, 可知柠檬酸添加量对泡粬的感官评分有显著性影响。随柠檬酸添加量的增加, 泡粬感官评分呈先上升后下降的趋势, 最高为 84.55, 此时柠檬酸的添加量为 0.02%。分析原因, 柠檬酸是较强的有机酸, 配合碳酸氢钠使用能有效降低碱味, 调节

泡粬酸碱性, 改善泡粬色泽发黄, 感官评分由此升高; 但过量的柠檬酸会造成泡粬滋味较酸, 且会使碳酸氢钠在泡粬未定型前完全分解, 产生二氧化碳时间过短, 造成口感较硬、弹性降低, 降低感官评分^[14-15]。综上, 柠檬酸添加量在 0.02%、0.03% 时品质较好, 故选两者进行正交试验。

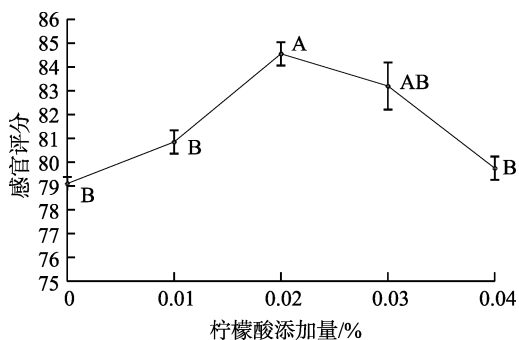


图 3 柠檬酸添加量对感官评分的影响

Fig.3 Effect of citric acid addition on sensory score

注: 图中不同字母表示组间存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

2.1.3 不同添加量的单辛酸甘油酯对泡粬品质的影响

由图 4 可知, 对感官评分进行显著性分析, 单辛酸甘油酯添加量对泡粬的感官评分有显著性影响。随单辛酸甘油酯添加量的增加, 泡粬的感官评分呈先上升后下降的趋势, 最高评分为 86.50, 此时单辛酸甘油酯添加量为 0.06%。分析可知, 单辛酸甘油酯与蛋白质、淀粉、脂质等形成复合体, 能有效降低泡粬的老化程度, 在冷却后泡粬仍富有弹性, 感官评分提高^[16]; 但单辛酸甘油酯略带苦味, 在添加过量时异味感会较为严重, 故其感官评分也会随之降低^[17]。综上, 单辛酸甘油酯添加量在 0.04%、0.06% 时品质较好, 故选两者进行正交试验。

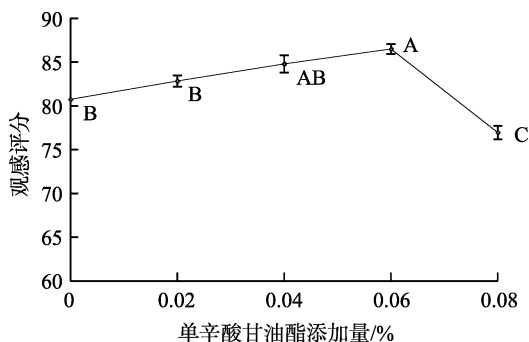


图 4 单辛酸甘油酯对感官评分的影响

Fig.4 Effect of mono-octanoate on sensory score

注: 图中不同字母表示组间存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

2.1.4 不同添加量的复合磷酸盐对泡粬品质的影响

由图 5 可知, 对感官评分进行显著性分析, 复合磷酸盐添加量对泡粬的感官评分有显著性影响。随复合磷酸盐添加量的增加, 感官评分呈先上升后下降的趋势, 最高评分为 86.05, 此时复合磷酸盐的添加量为 0.6%。复合磷酸盐性质较为稳定, 在蒸制的过程中与碳酸氢钠反应产生气体较为平稳, 故在添加量允许的范围内, 随添加量的增加, 泡粬更为柔软、富有弹性, 感官评分升高; 但添加过量复合磷酸盐后会产生异味, 感官评分降低^[14,18]。综上, 复合磷酸盐添加量在 0.4%、0.6% 时品质较好, 故选两者进行正交试验。

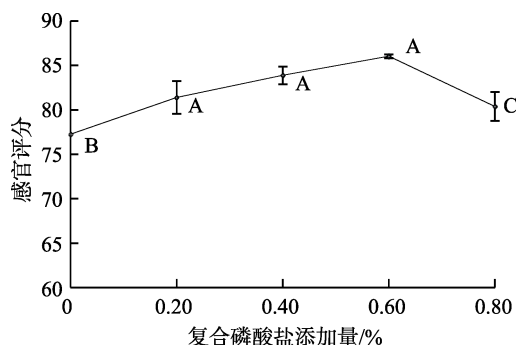


图 5 复合磷酸盐添加量对感官评分的影响

Fig.5 Effect of compound phosphate on sensory score

注: 图中不同字母表示组间存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

2.1.5 不同添加量的山梨糖醇对泡粬品质的影响

由图 6 可知, 对感官评分进行显著性分析, 山梨糖醇添加量对泡粬的感官评分有显著性影响。由图 6 可知, 随山梨糖醇添加量的增加, 感官评分呈先上升后下降的趋势, 最高评分为 85.20, 此时山梨糖醇添加量为 0.3%。山梨糖醇具有持水性, 可有效降低泡粬老化程度, 随着山梨

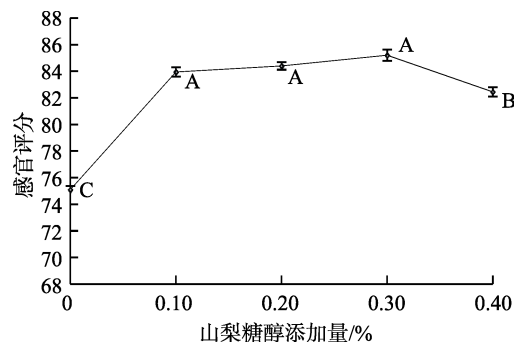


图 6 山梨糖醇添加量对感官评分的影响

Fig.6 Effect of sorbitol on sensory score

注: 图中不同字母表示组间存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

糖醇添加量的增加, 其持水作用加强, 老化程度降低, 泡粬的硬度降低, 感官评分因此升高, 但过量的山梨糖醇会使泡粬呈现过甜的滋味^[19-21], 导致感官评分降低。综上, 山梨糖醇添加量在 0.2%、0.3% 时品质较好, 故选两者进行正交试验。

2.2 正交试验

2.2.1 正交试验结果与分析

在单因素实验的基础之上, 选择碳酸氢钠、柠檬酸、单辛酸甘油酯、复合磷酸盐和山梨糖醇进行正交试验, 正交试验结果见表 3; 并对正交试验结果, 构造 F 统计量, 作显著性检验, 列出方差分析表, 结果见表 4。

由方差分析结果可知, 碳酸氢钠和复合磷酸盐的添加量对感官评分影响显著, 其他因素的影响不显著。由正交试验结果极差值 R 可知, 影响竹笋泡粬的主次因素为 $A > D > B > E > C$, 即碳酸氢钠添加量 > 复合磷酸盐添加量 > 柠檬酸添加量 > 山梨糖醇添加量 > 单辛酸甘油酯添加量; 由 K 值确定各因素的优化水平, 得出的最优组合为 $A_1B_1C_1D_1E_2$, 即最后的品质改良剂配方为碳酸氢钠添加量 0.15%、柠檬酸添加量 0.02%、单辛酸甘油酯添加量 0.04%、复合磷酸盐添加量 0.4%、山梨糖醇添加量为 0.3%; 为确定实验结果的可靠性, 对实验结果进行验证试验。

表 3 正交实验结果

Table 3 Orthogonal experiment results

因素	A (碳酸氢钠) /%	B (柠檬酸) /%	空列	C (单辛酸甘油酯) /%	D (复合磷酸盐) /%	E (山梨糖醇) /%	空列	感官评/分
1	1	1	1	1	1	1	1	94.23
2	1	1	1	2	2	2	2	92.56
3	1	2	2	1	1	2	2	93.81
4	1	2	2	2	2	1	1	91.09
5	2	1	2	1	2	1	2	90.74
6	2	1	2	2	1	2	1	93.37
7	2	2	1	1	2	2	1	90.12
8	2	2	1	2	1	1	2	89.85
K1	371.69	370.9	366.76	368.9	371.26	365.91	368.81	
K2	364.08	364.87	369.01	366.87	364.51	369.86	366.96	
R	7.61	6.03	2.25	2.03	6.75	3.95	1.85	

表 4 方差分析表

Table 4 Analysis of variance

方差来源	平方和	自由度	均方	F	显著性
A (碳酸氢钠)	7.24	1	7.24	13.65	*
B (柠檬酸)	4.55	1	4.55	8.57	
C (单辛酸甘油酯)	0.52	1	0.52	0.97	
D (复合磷酸盐)	5.70	1	5.70	10.74	*
E (山梨糖醇)	1.95	1	1.95	3.68	
e	1.06	2	1.06		
总计	22.07	7			

表 5 验证试验

Table 5 Verification test

实验号	A (碳酸氢钠) /%	B (柠檬酸) /%	C (单辛酸甘油酯) /%	D (复合磷酸盐) /%	E (山梨糖醇) /%	感官评分	平均得分
1	0.15	0.02	0.04	0.4	0.3	96.32	
2	0.15	0.02	0.04	0.4	0.3	96.51	96.21
3	0.15	0.02	0.04	0.4	0.3	95.79	

2.2.2 验证试验结果

对正交试验最优组合进行平行试验进行验证, 验证结果见表 5; 三组试验平均得分均优于正交试验各试验组, 平均得分为 96.21 分, 因此确定最优组合为 $A_1B_1C_1D_1E_2$ 。

2.3 质构测定结果

硬度、弹性、咀嚼性及粘性是评价泡粬的特

征指标, 其值越大表明产品质构特性越好。选择三种市面上销售较好的泡粬产品进行质构测定, 竹笋泡粬样品与各市售样品质构特性测定结果 ($P < 0.05$) 如表 6 所示。

由表 6 可知, 竹笋泡粬添加品质改良剂后, 硬度指标显著高于市售样品 1 与市售样品 3, 显著低于市售样品 2, 弹性与三款市售样品无显著性差异, 咀嚼性显著高于三种市售样品, 粘性显著高于市售样品 1、3; 综合分析, 竹笋泡粬经品

质改良后,其质构特性与市售样品相当,具体表现为泡粬软硬适中、富有弹性、质地柔软,达到市售标准、具备市场竞争力。

表 6 样品与市售泡粬质构结果比较

Table 6 Comparison of texture results between samples and market-sold Paoba

项目	硬度	弹性	咀嚼性	粘性
样品	916.33±18.45 ^b	0.92±0.02 ^a	891.51±15.58 ^a	90.23±0.29 ^a
市售	824.78±40.63 ^c	0.93±0.01 ^a	863.23±19.51 ^b	74.39±5.61 ^b
样品 1				
市售	1 055.61±32.17 ^a	0.90±0.02 ^a	689.12±16.75 ^d	96.87±2.35 ^a
样品 2				
市售	679.25±75.24 ^d	0.95±0.03 ^a	837.42±12.14 ^c	64.60±7.24 ^c
样品 3				

注:不同字母代表差异显著 ($P < 0.05$)。

3 结论

在单因素的基础之上进行正交试验,得出碳酸氢钠与复合磷酸盐对竹笋泡粬品质影响显著,其余不显著,且不同因素对泡粬品质的影响程度依次为碳酸氢钠添加量、复合磷酸盐添加量、柠檬酸添加量、山梨糖醇添加量、单辛酸甘油酯。

经单因素实验并结合正交试验得到品质改良剂最佳配比为:以米浆质量为基准,添加碳酸氢钠 0.15%、复合磷酸盐 0.4%、柠檬酸 0.02%、山梨糖醇 0.3%、单辛酸甘油酯 0.04%,此条件下竹笋泡粬质地柔软、软硬适中、富有弹性,感官评分达到 96.21 分,为工厂生产提供参考意义。

经品质改良后的竹笋泡粬与三种较好的市售样品进行质构特性对比,测得竹笋泡粬质构特性为:硬度 94.2、弹性 0.92、咀嚼性 711.51、粘性 90.23、胶着性 537.79,与市售产品品质相当,达到市售标准。

参考文献:

- [1] 古明亮. 丹棱冻粬生产工艺的优化[J]. 粮食与饲料工业, 2017(12): 25-27+30.
GU M L, Optimization of production technology of danling frozen turbinev[J]. Food and Feed Industry, 2017(12): 25-27+30.
- [2] 古明亮, 罗炯耀, 徐茂芹, 等. 丹棱冻粬的产品特点及产业技术发展浅析[J]. 粮食加工, 2019, 44(2): 61-64.
GU M L, LUO J Y, XU M Q, et al. A brief analysis on the product characteristics and industrial technology development of danling frozen[J]. Food Processing, 2019, 44(2): 61-64.
- [3] 古明亮, 汪平, 刘学彬. 丹棱冻粬产业发展现状及对策[J]. 食品与发酵科技, 2017, 53(1): 86-87+126.
GU M L, WANG P, LIU X B. Development status and countermeasure of danling frozen[J]. Industry Food and Fermentation Technology, 2017, 53(1): 86-87 126.
- [4] 白菊红, 康建平, 张星灿, 等. 亲水胶体对苦荞冻糕的抗老化作用[J]. 粮油食品科技, 2019, 27(4): 12-18.
BAI J H, KANG J P, ZHANG X C, et al. Antiaging effect of hydrophilic colloids on tartary buckwheat frozen cake[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2019, 27(4): 12-18.
- [5] 孙焜, 高全. 竹笋主要化学成分及其口味评价研究[J]. 世界竹藤通讯, 2019, 17(2): 64-66.
SUN B, GAO Q. A study on the main chemical constituents and taste evaluation of bamboo shoots[J]. World Bamboo and Rattan Newsletter, 2019, 17(2): 64-66.
- [6] 李冬林, 孙戴妍, 孙威, 等. 刚竹属 8 种笋用种鲜竹笋营养成分分析[J]. 竹子学报, 2018, 37(4): 14-19.
LI D L, SUN D Y, SUN W, et al. Analysis of nutrient components of fresh bamboo slips of eight bamboo sap species of gangzhu[J]. Journal of Bamboo, 2018, 37(4): 14-19.
- [7] 杨金来, 吴良如, 杨慧敏, 等. 竹笋化学成分研究进展[J]. 竹子学报, 2017, 36(3): 72-76.
YANG J L, WU L R, YANG H M, et al. Advances in chemical composition of bamboo slips[J]. Journal of Bamboo 2017, 36(3): 72-76.
- [8] 高全, 汤锋, 孙焜, 等. HPLC 同时测定竹笋中核苷和氨基酸类成分的含量[J]. 天然产物研究与开发, 2016, 28(9): 1409-1413.
GAO Q, TANG F, SUN B, et al. HPLC determination of nucleosides and amino acids in bamboo shoots at the same time[J]. Research and Development of Natural Products, 2016, 28(9): 1409-1413.
- [9] 李斌, 张勇, 杜文鹏, 等. 毛竹笋化学成分研究(II)[J]. 中药材, 2015, 38(12): 2535-2537.
LI B, ZHANG Y, DU W P, et al. Chemical constituents of phyllostachys pubescens (II)[J]. Chinese Herbal Medicine 2015, 38(12): 2535-2537.
- [10] 杜文鹏, 徐彭, 刘波, 等. 毛竹笋化学成分研究(I)[J]. 中草药, 2015, 46(3): 334-338.
DU W P, XU P, LIU B, et al. Chemical constituents of phyllostachys pubescens (I)[J]. Chinese Herbal Medicine, 2015(3): 334-338.
- [11] 马雨熙, 程蕾, 刘雄. 传统发酵冻糕直接发酵条件的探索[J]. 食品工业科技, 2016, 37(18): 224-228+240.
MA Y X, CHENG L, LIU X. Exploration on the fermentation conditions of traditional frozen cake by direct casting[J]. Food Industry Technology, 2016, 37(18): 224-228+240.
- [12] 王欣怡, 刘长虹, 孙祥祥, 等. 自发馒头粉的开发与发展前景[J]. 粮食加工, 2018, 43(3): 11-15.
WANG X Y, LIU C H, SUN X X, et al. Development and development prospect of spontaneous steamed bun powder[J]. Food Processing, 2018, 43(3): 11-15.
- [13] 李昌文, 刘延奇. 膨松剂对自发粉馒头品质的影响[J]. 粮食

- 与饲料工业, 2007(8): 12-13.
- LI C W, LIU Y Q. Effect of turgor on the quality of spontaneous flour steamed bread[J]. Food and Feed Industry, 2007(8): 12-13.
- [14] 刘天天. 快速醒发馒头的膨松剂配方及工艺研究[D]. 河南工业大学, 2018.
- LIU T T. Study on the formulation and technology of the swelling agent for quick wake-up steamed bread[D]. Henan University of Technology, 2018.
- [15] 杨雅轩, 丁兆钧, 杨柳, 等. 食品酸味剂使用现状及发展趋势[J]. 南方农业, 2015, 9(9): 165-167
- YANG Y X, DING Z J, YANG L, et al. Current situation and development trend of food acid flavor[J]. South Agriculture, 2015, 9(9): 165-167
- [16] 章朝晖. 乳化剂硬脂酸单甘酯的特性, 制备和应用[J]. 精细石油化工进展, 2001(9): 32-36.
- ZHANG C H. Characteristics, preparation and application of emulsifier monoglyceride stearate[J]. Progress in Fine Petrochemicals, 2001(9): 32-36.
- [17] 张春鸣. 单辛酸甘油酯的酶法合成及性质研究[D]. 江南大学, 2008.
- ZHANG C M. Enzymatic synthesis and properties of monocrylic glycerol ester[D]. Jiangnan University, 2008.
- [18] 刘颖. 复合磷酸盐食品添加剂的开发及应用研究[D]. 贵州大学, 2008.
- LIU Y. Development and application of compound phosphate food additives[D]. Guizhou University, 2008.
- [19] 刘垚, 高群玉, 蔡丽明. 山梨醇制备, 功能及其在食品工业中的应用[J]. 中国酿造, 2007(11): 1-3.
- LIU J, GAO Q Y, CAI L M. Preparation, function and application of sorbitol in food industry[J]. Chinese Brewery, 2007(11): 1-3.
- [20] 史春娟. 山梨糖醇对发酵香肠蛋白降解特性及品质的影响[D]. 江南大学, 2014.
- SHI C J. Effects of sorbitol on the degradation characteristics and quality of fermented sausage protein[D]. Jiangnan University, 2014.
- [21] 闫晓蕾. 山梨糖醇在香肠制品中的持水作用研究[D]. 江南大学, 2012.
- YAN X L. Effect of sorbitol on water holding in sausage products[D]. Jiangnan University, 2012. 