

板栗面皮品质评价模型的建立

蔡 燮, 何江红, 唐雪梅, 王 聰

(四川旅游学院, 四川成都 610100)

摘要: 为建立板栗面皮品质评价模型, 对15份板栗面皮进行品质评价方法研究。经逐步回归、拟合检验及相关性分析, 将色泽、质感及滋味确定为新的感官评价指标, 拟合检验表明新的感官评价方程 ($R^2=0.97$) 可代替原评价方法。经因子分析及多元线性回归分析, 以L值、硬度、感官弹性为模型自变量, 新感官评价得分为因变量, 并建立品质评价模型, 方差扩大因子检验 $VIF<10$, 表明其无多重共线性。新的评价方法优化了品质评价体系, 可为板栗面皮工业生产提供相关理论指导。

关键词: 板栗面皮; 感官品质; 质构特性; 色泽特性; 品质评价

Establishment of quality evaluation model of Chinese chestnut flour wrappings

CAI Yi, HE Jiang-hong, TANG Xue-mei, WANG Cong

(Sichuan Tourism College, Chengdu 610100, Sichuan, China)

Abstract: In order to establish the quality evaluation model of Chinese chestnut flour wrappings, 15 samples were evaluated by the method of quality evaluation. Through stepwise regression, fitting tests and correlation analysis, color, texture and taste were identified as new sensory evaluation indicators. Fitting tests showed that the new sensory evaluation equation ($R^2=0.97$) could replace the original evaluation method. By factor analysis and multivariate linear regression analysis, L-value, hardness and sensory elasticity were selected as the model independent variables, and the new sensory evaluation selected as dependent variable. The VIF of the model was less than 10, which showed that there was no multiple collinearity. The new evaluation method optimized the quality evaluation system and provided relevant theoretical guidance for the industrial production of Chinese chestnut flour wrappings.

Key words: Chinese chestnut flour wrapping; sensory quality; texture characteristic; color characteristic; quality evaluation

中图分类号: TS210.1

文献标志码: A

文章编号: 1008-9578 (2020) 04-0075-05

板栗^[1-2] (*Castanea mollissima* BL.), 壳斗科栗属坚果类植物, 又名栗子、风腊。其营养价值较高^[3-4], 富含黄酮、淀粉、氨基酸、蛋白质等。贾一凡等^[5]利用湿法氧化技术, 研究板栗淀粉理化结构特性。郑剑等^[6]将近红外光谱技术与PLS-LS-SVM结合, 对板栗进行无损快速褐变检测。面皮是我国一种历史悠久的传统食品, 其品种多样^[7-9], 包括包子面皮、饺子面皮、烤鸭面皮以及蒸面皮等。段人钰等^[10]将变性淀粉和瓜尔豆胶应用于包子面皮的保水, 以减少面皮在储藏过程中的水分和风味流失。潘治利等^[11]曾研究小麦醇溶蛋白的组成与速冻面皮质构特性的关系。现阶段面皮的品质主要依靠人工评价。人工评价^[12-13]具有快速、方便、成本低等优点, 但易受环境、年龄、身体、心理等多方面的影响, 其稳定性和客观性较差。为弥补人

工感官评价的缺陷, 近年来大量引入仪器分析对食品品质进行评价。如张昕等^[14]利用粉质拉伸仪研究包子皮的拉伸性; 王晓慧等^[15]引入质构仪对面条的口感进行评价。但是仪器分析投入较高, 测定指标较多, 数据处理与分析复杂, 无法全面取代人工感官评价, 因此亟需建立一套新的面皮品质评价体系。

本研究针对板栗面皮的品质特征, 以不同配方制作出多个试验样品, 测定其感官品质、质构特性、色差及理化指标。通过回归方程及相关性分析, 简化感官评价指标; 以质构、色差及理化指标为自变量, 新感官得分为因变量, 进行因子分析和多元线性回归分析, 建立多元线性回归方程。以较少的指标, 全面评价板栗面皮的品质, 为板栗面皮的工业化提供理论依据。

收稿日期: 2018-04-20

基金项目: 四川省教育厅自然科学重点项目(16ZA0348); 国家级大学生创新创业训练计划项目(201711552050)

作者简介: 蔡燚(1966—), 男, 实验师, 研究方向为烹饪食品加工。

通信作者: 何江红(1967—), 女, 教授, 研究方向为食品加工。

表1 样品信息

编号	具体信息	编号	具体信息	编号	具体信息
1	板栗 10%、蛋液 8%、水 40%	6	蛋液 4%、板栗 15%、水 40%	11	水 38%、蛋液 8%、板栗 15%
2	板栗 15%、蛋液 8%、水 40%	7	蛋液 6%、板栗 15%、水 40%	12	水 39%、蛋液 8%、板栗 15%
3	板栗 20%、蛋液 8%、水 40%	8	蛋液 8%、板栗 15%、水 40%	13	水 40%、蛋液 8%、板栗 15%
4	板栗 25%、蛋液 8%、水 40%	9	蛋液 10%、板栗 15%、水 40%	14	水 41%、蛋液 8%、板栗 15%
5	板栗 30%、蛋液 8%、水 40%	10	蛋液 12%、板栗 15%、水 40%	15	水 42%、蛋液 8%、板栗 15%

1 材料与方法

1.1 试验材料

高精粉，益海嘉里公司；食盐、鸡蛋、板栗粉，市售。

以不同配方制作而成的 15 份板栗面皮为试验材料，样品信息及编号见表 1。

1.2 试验仪器

TMS-pro 食品物性分析仪，美国 FTC 公司；DC-P3 新型全自动测色色差计，北京兴光测色仪器有限公司；TECH 型紫外 - 分光光度计，上海美析仪器有限公司；ST2100 实验室 pH 计，奥豪斯仪器（常州）有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 板栗面皮的制作

配方：以 100 g 高筋粉为基准，分别加入食盐 0.5%、全蛋液（4%、6%、8%、10%、12%）、水（38%、39%、40%、41%、42%）、板栗粉（10%、15%、20%、25%、30%）。

加工过程：板栗粉、高筋粉过筛（250 μm）称量混匀备用。混粉中加入食盐、全蛋液混匀揉搓 5~8 min 成团。压面机调至第 7 档，挤压面团 4~6 次调至下一档，直到第二档挤压 4~6 次，面皮厚度为 2 mm。将面皮切成长 10 cm 宽 2.5 cm，沸水煮 4 min 得成品。

1.3.2 感官评价

表2 板栗面皮感官评价标准

项目	评分标准	得分
色泽	色泽与光泽较好	18~25
	色泽与光泽一般	12~18
	色泽与光泽较暗	7~12
	色泽较差且无光泽	0~7
气味	板栗香味浓郁，无异味	18~25
	有板栗香味，无异味	12~18
	有少许板栗香味且有异味	7~12
	无板栗味，异味较重	0~7
滋味	味道爽口，口感醇厚	18~25
	味道爽口，口感单薄	12~18
	味道不协调	7~12
	淡而无味	0~7
质感	软硬可口 18~25，	18~25
	软硬较好 12~18；	12~18
	偏软或偏硬 7~12；	7~12
	很软或很硬 0~7。	0~7

选择 10 位从事食品加工的人员，从色泽、气味、滋味、质感 4 项进行感官鉴评，各指标满分均是 25 分，总分 100 分，感官评价评分标准见表 2。

1.3.3 质构特性的测定

食品物性分析仪测定参数为探头 R25，测试程序 TPA，测试速度 60 mm/min，形变量 30%，最小感应力 0.375 N，停顿 2 s，测定胶黏性、硬度、咀嚼性、感官弹性，重复测定 5 次取平均值。

1.3.4 干物质损失率测定

参考文献^[16]方法，略改动。将 50 g 面皮置于 200 mL 沸水中搅拌 4 min。将面汤用水定容至 250 mL，取 50 mL 置于恒重的烧杯中，加热蒸发至水分基本流失，重复 3 次，将烧杯放入 105 ℃ 烘箱内烘至恒重，计算干物质损失率（%）。

$$\text{干物质损失率} = \frac{5 \times M}{G \times (1-M)} \times 100\% \quad (1)$$

式中：M 为 50 mL 面汤中干物质质量，g；G 为煮前面皮质量，g；W 为煮前面皮的水分含量，%。

1.3.5 色差测定

色差仪测定：标准白瓷板校正，测定 L 值、a* 值、b* 值，重复测定 5 次取平均值。

1.3.6 理化指标测定

黄酮含量的测定，紫外分光光度法测量；淀粉含量的测定，双光束波长法测定；湿面筋含量测定：采用 GB/T5506.1—2008《小麦和小麦粉 面筋含量 第 1 部分：手洗法测定湿面筋》。

1.4 数据处理

数据统计与处理采用 Excel 2010 软件，主成分分析、相关性分析采用 SPSS 20.0 软件。

2 结果与分析

2.1 板栗面皮感官评价结果分析

2.1.1 直观分析

板栗面皮感官结果见表 3，质感与色泽变异系数较高，分别为 20.33%、16.33% 均大于 15%，气味变异系数最小 10.83%。因此气味指标对板栗面皮的区分度最低，质感区分度最高。

表3 板栗面皮感官评价结果统计分析

指标	变幅	平均值	变异系数/%
感官总分	60.20~90.90	75.16	13.34
色泽	14.10~23.50	19.15	16.33
气味	17.40~23.80	19.96	10.83
滋味	16.50~23.00	19.26	12.53
质感	14.00~20.90	16.77	20.33

2.1.2 感官指标间的相关性分析

由表4可知：感官总分与色泽、气味、滋味、质感呈极显著正相关($P < 0.01$)；质感与色泽、滋味呈极显著正相关，与气味呈显著正相关($P < 0.05$)；滋味与气味呈极显著正相关($P < 0.01$)，与色泽呈显著正相关($P < 0.05$)；气味与色泽呈极显著正相关($P < 0.01$)。

表4 相关性分析

指标	色泽	气味	滋味	质感	感官 总分
色泽	1				
气味	0.773**	1			
滋味	0.750*	0.647**	1		
质感	0.731**	0.764*	0.858**	1	
感官	0.913**	0.902**	0.880**	0.910**	1
总分					

2.1.3 指标筛选

为获得各感官指标的新权重，经相关性分析可知各感官指标间存在良好的相关性，因此可用逐步回归法对面皮的感官指标得分构建方程，得3个模型，见式(2)~(4)。

$$\text{感官得分} = -5.77 + 1.71 \times \text{色泽} + 2.42 \times \text{质感} \quad (R^2=0.961) \quad (2)$$

$$\text{感官得分} = -0.38 + 1.28 \times \text{色泽} + 1.84 \times \text{质感} + 0.85 \times \text{气味} \quad (R^2=0.987) \quad (3)$$

$$\text{感官得分} = 1.002 \times \text{色泽} + 1.1 \times \text{质感} + 0.98 \times \text{气味} + 1.02 \times \text{滋味} \quad (R^2=0.998) \quad (4)$$

由式(2)可知色泽与质感的回归系数较高分别为1.71与2.42，板栗粉的色泽及淀粉结构与面粉相差较大，因此添加板栗粉对面皮的色泽和质感影响较大；式(3)中气味回归系数较小，为0.85，由于板栗粉气味较淡，人的感官不易感知，因此不能直接作为面皮品质的重要评价指标；式(4)加入滋味，回归系数1.02，方程 $R^2=0.998$ ，由于板栗粉富含氨基酸等呈鲜味物质，滋味易被感知，因此对面皮的滋味影响较大。综上所述，新的板栗面皮

感官评价指标为色泽、质感、滋味，对各指标进行逐步回归分析，方程的决定系数达到0.97，模型见式(5)。

$$\begin{aligned} \text{感官得分} = & -6.1 + 1.59 \times \text{色泽} + 0.6 \times \text{滋味} + 1.97 \\ & \times \text{质感} \quad (R^2=0.97) \end{aligned} \quad (5)$$

由表2知：色泽、质感、滋味的权重比值为1:1:1，式(5)中各指标回归系数1.59、0.6、1.97。参考文献^[17]的方法选出各指标的新权重，见式(6)。

$$\text{新权重}_i = (\text{回归系数}_i \times \text{初始权重}_i) / \sum (\text{回归系数}_i \times \text{初始权重}_i) \quad (6)$$

式(6)中，初始权重=初始满分与总分比值，各指标的新满分值为新权重与总分的乘积，结果见表5。

表5 板栗面皮品质评价指标权重分析

	初始权重/%	回归系数	新权重/%
色泽	25	1.59	38.22
滋味	25	0.60	14.42
质感	25	1.97	47.36
总分	100		100

2.2 板栗面皮质构、色差及理化指标模型的建立

2.2.1 直观分析

板栗面皮质构、色差及理化指标见表6，干物质损失率、 a^* 值、支链淀粉、直链淀粉、黄酮含量、胶黏性及咀嚼性的变异系数均大于15%， L 值、 b^* 值、湿面筋含量、硬度、感官弹性变异系数较低，分别为4.60%、11.02%、10.75%、8.48%、5.51%，因此干物质损失率、 a^* 值、支链淀粉、直链淀粉、黄酮含量、胶黏性及咀嚼性等指标更易区分。

表6 板栗面皮质构、色差及理化指标

指标	变幅	平均值	变异系数/%
干物质损失率/%	2.61~13.22	5.70	48.81
L 值	44.41~51.26	48.57	4.60
a^* 值	0.37~2.86	1.58	73.57
b^* 值	10.71~16.61	13.63	11.02
支链淀粉/%	1.11~15.43	8.99	63.52
直链淀粉/%	11.12~59.42	36.83	72.56
黄酮含量/%	0.22~0.74	0.47	34.20
湿面筋/%	16.40~22.29	18.46	10.75
硬度/N	24.77~31.98	28.56	8.48
感官弹性/%	72.99~88.28	82.93	5.51
胶黏性/N	7.21~24.75	16.20	35.13
咀嚼性/mJ	5.01~23.29	12.50	49.14

表7 多元线性回归建模

指标	原变量(1)				指标	因子分析后的因子(2)			
	标准回归系数	回归系数估计值	标准误差	方差扩大因子(VIF)		标准回归系数	回归系数估计值	标准误差	方差扩大因子(VIF)
常数		61.25	250.78		常数		77.93	1.35	
干物质损失率	0.03	10.56	290.34	13.64	PC1	-0.48	-4.58	1.4	1
L值	-0.24	-1.01	2.9	8.76	PC2	0.52	4.91	1.4	1
a*值	0.62	5.03	8.94	22.52	PC3	0.24	2.28	1.4	1
b*值	0.35	2.18	3.87	7.07	PC4	0.47	4.42	1.4	1
支链淀粉	0.18	29.11	449.51	137.65					
直链淀粉	3.22	156.41	284.62	640.81					
黄酮含量	0.30	1 787.26	3 203.08	5.50					
湿面筋	0.55	261.02	750.29	46.25					
硬度	-0.39	-1.51	4.25	22.07					
感官弹性	-0.09	-0.18	1.81	14.29					
胶黏性	0.97	1.61	2.85	54.88					
咀嚼性	-2.16	-3.33	5.79	263.73					

2.2.2 多元回归分析

多元回归分析结果见表7,按表5的评价方法,对面皮感官得分进行修正,以修正后感官得分为因变量,以质构、色差及理化指标为自变量,进行多元回归分析,对原变量的回归模型通过检查方差扩大因子(VIF)来判断其是否存在多重共线性^[18-19]。a*值、支链淀粉、直链淀粉、湿面筋、硬度等指标的方差扩大因子大于10(VIF>10),表明存在严重的多重共线性,模型不正确。

2.2.3 因子分析

个因子已包含变量99.95%信息^[20]。第一公因子的特征值14.84,方差贡献率98.94%,主要由L值、硬度、感官弹性等指标贡献;第二公因子的特征值0.12,方差贡献率0.82%,主要由b*值、咀嚼性等指标贡献;第三公因子的特征值0.01,方差贡献率为0.09%,主要由a*值、胶黏性等指标贡献;第四公因子的特征值0.01,方差贡献率为0.08%,主要由a*值、硬度等指标贡献。

2.2.4 模型的建立

如表9所示,为建立合适的回归模型,选出的自变量指标应当有高荷载并且与其相应的公因子有较大的决定系数。从表7、8的分析结果中,选择L值、硬度、感官弹性等指标为新的预测自变量,所建立的多元线性回归方程如式下。

$$Y(\text{感官得分}) = 94.425 + 0.34 \times L\text{值} - 0.495 \times \text{硬度} - 0.228 \times \text{感官弹性} \quad (7)$$

此方程残差正常,方差扩大因子检测表明无多重线性关系(VIF<10),模型结果稳定性较好。因此将L值、硬度、感官弹性作为新的预测变量带入方程。

表9 经过因子分析后的多元线性回归拟合模型系数

变量	常数	L值	硬度/N	感官弹性/%
标准回归系数	0.08	-0.12	-0.11	
回归系数估计值	94.42	0.34	-0.49	-0.22
标准误差	72.88	1.68	1.16	0.82
方差扩大因子(VIF)		1.78	1.00	1.79

对原变量进行因子分析,结果见表8。前4个因子累计方差贡献率为99.95%>85%,表明前4

2.2.5 模型的验证

模型的验证结果见表 10, 随机抽取 8 个样品, 以其 L 值、硬度、感官弹性为变量, 带入式(7)中检验, 误差最小为 0.96 %, 最大为 13.06 %, 平均误差 7.24 %, 表明该模型对板栗面皮的品质拟合度较好。

3 结论

以不同配方制作出的 15 份板栗面皮为试验材料, 测定感官、色泽、质构及理化指标。感官指标间存在良好的相关性关系; 以逐步回归方式选出的感官评价指标为色泽、质感与滋味, 权重分别为 38.22 %、14.42 %、47.36 %, 优化的感官评价方法 ($R^2=0.97$) 可代替原评价方法。以感官得分为因变量, 对板栗的质构、色差及理化指标进行因子分析, 以标准回归系数与荷载为标准, 选择模型的预测自变量, 建立出的多元线性回归方程:

$$Y(\text{感官评分}) = 94.425 + 0.34 \times L \text{ 值} - 0.495 \times \text{硬度} - 0.228 \times \text{感官弹性}.$$

各变量残差正常, VIF 检验表明无明显多重共线性, 该模型的预测值与观测值拟合度较好, 平均误差 7.24 %。新评价方法优化了原有品质评价体系, 对板栗面皮的配方进一步优化, 提高面皮品质具有重要的指导意义。

(参考文献)

- [1] 苏云霞, 张丛兰, 邬学勤, 等. 板栗壳原花青素提取工艺优化及结构鉴定 [J]. 食品科技, 2017, 42(12): 196-203.
- [2] 杨丹, 徐元芬, 张驰. 正交试验优化板栗中硒蛋白的提取工艺 [J]. 山东化工, 2017, 46(7): 10-14.
- [3] 张乐, 王赵改, 杨慧, 等. 不同板栗品种营养成分及风味物质分析 [J]. 食品科学, 2016, 37(10): 164-169.
- [4] 李照茜, 文晓语, 金凤, 等. 湿热处理对板栗淀粉结构及理化性
- 质的影响 [J]. 中国粮油学报, 2017, 32(9): 69-74, 80.
- [5] 贾一凡, 邱增莲, 汪涛, 等. 氧化板栗淀粉的制备及性质研究 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(4): 242-246.
- [6] 郑剑, 周竹, 仲山民, 等. 基于近红外光谱的褐变板栗识别建模方法研究 [J]. 食品科技, 2016, 41(1): 285-290.
- [7] 谢强, 苗淑萍, 毛羽扬. 小笼包面皮制作优化工艺研究 [J]. 食品科技, 2014, 39(11): 158-162.
- [8] 孙莹, 江连洲, 李爽. 基于模糊数学综合感官评价的马铃薯粉饺子皮的工艺研究 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(13): 177-180.
- [9] 彭琪, 赵力超, 刘欣, 等. 优质烤鸭面皮加工工艺的研究 [J]. 食品工业科技, 2009, 30(3): 267-270.
- [10] 段人钰, 张坤生, 任云霞. 变性淀粉和瓜尔豆胶在速冻包子面皮中的应用研究 [J]. 食品工业科技, 2014, 35(1): 196-201.
- [11] 潘治利, 罗元奇, 艾志录, 等. 不同小麦品种醇溶蛋白的组成与速冻水饺面皮质构特性的关系 [J]. 农业工程学报, 2016, 32(4): 242-248.
- [12] 易宇文, 范文教, 乔明峰, 等. 7 种鱼香肉丝调料智能嗅觉识别 [J]. 食品与机械, 2017, 33(1): 27-31, 54.
- [13] 赵雪梅, 廖诚成, 丁捷, 等. 挤压型速冻青稞鱼面品质评价模型的建立 [J]. 食品科技, 2018, 43(2): 189-195.
- [14] 张昕, 朱珠, 潘艳. “黑包子”面皮新配方及加工工艺研究 [J]. 食品与机械, 2014, 30(4): 216-219, 230.
- [15] 王晓慧, 李玲伊, 韦泽悟, 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.
- [16] 乔明峰, 彭毅秦, 丁捷, 等. 速冻青稞鱼面的研发及配方优化 [J]. 食品科技, 2017, 42(3): 162-168.
- [17] 杨炜, 蔡艳君, 刘丽娅, 等. 小麦馒头品质评价方法优化 [J]. 食品科学技术学报, 2016, 34(2): 31-38.
- [18] 刘景, 王荫榆, 郭本恒, 等. 发酵乳储存期内风味模型的建立与检验 [J]. 食品科学, 2011, 32(12): 296-300.
- [19] 张景阳, 潘光友. 多元线性回归与 BP 神经网络预测模型对比与运用研究 [J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2013, 38(6): 61-67.
- [20] 钱丽丽, 李平惠, 杨义杰, 等. 不同产地芸豆中矿物元素的因子分析与聚类分析 [J]. 食品科学, 2015, 36(14): 102-106.

表 10 模型的检验

样品	1	2	3	4	5	6	7	8
模型预测值	76.46	78.54	78.85	78.67	76.24	78.22	76.77	75.82
感官评价观测值	80.88	79.33	90.71	73.49	69.06	72.95	72.36	70.46
误差/%	5.46	0.96	13.06	7.04	10.40	7.22	6.09	7.61
平均误差/%					7.24			