

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20240228012

芝士焗甘薯风味轮建立与感官特征解析

张 蜜¹, 徐锡明^{1,2*}, 魏煜航¹, 何丽娜¹, 李佳怡¹, 王周敏²

(1. 浙江省农产品品质改良重点实验室/浙江农林大学薯类作物研究所/现代农学院/食品与健康学院/风景园林与建筑学院, 杭州 311300; 2. 遂昌蔓果食品开发有限公司, 丽水 323309)

摘要: **目的** 构建适用于芝士焗甘薯的感官风味评价方法。**方法** 本研究通过对市售芝士焗甘薯进行感官品评, 分析其风味。筛选并概括描述词, 构建一套科学完善的芝士焗甘薯风味轮并设计感官评价工具。**结果** 获得38个描述词, 构建以气味、口感、滋味、基本味、回味为主的芝士焗甘薯风味轮, 并构建一套适用于普通消费者的评估适合项目法(rate-all-that-apply method, RATA); 进一步筛选 $M>0.10$ 的风味轮廓描述词, 明确了能够表征芝士焗甘薯感官特点的气味描述词2个、味道(包括: 滋味、基本味、回味)描述词3个和口感描述词4个。将描述词经过层次分析, 确定芝士焗甘薯感官评价权重比为: 外观: 气味: 味道: 口感=7: 7: 26: 60。在此基础上构建一套适用于评价员的百分评分法。**结论** 本研究构建了一整套系统的芝士焗甘薯感官评价体系, 为生产者和消费者之间的感官沟通提供基础, 并对芝士焗甘薯品质控制和改良提供了指导意义。

关键词: 芝士焗甘薯; 风味轮; 感官评价; 感官描述词; 评估适合项目法

Analysis of sensory characteristics of cheesy sweet potato gratin and establishment of flavor wheel

ZHANG Mi¹, XU Xi-Ming^{1,2*}, WEI Yu-Hang¹, HE Li-Na¹, LI Jia-Yi¹, WANG Zhou-Min²

(1. The Key Laboratory for Quality Improvement of Agricultural Products of Zhejiang Province/Institute of Root and Tuber Crops/College of Advanced Agricultural Sciences/College of Food and Health/College of Landscape and Architecture, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Hangzhou 311300, China; 2. Suichang Manguo Food Development Co., Ltd., Lishui 323309, China)

ABSTRACT: Objective To conduct a sensory flavor evaluation method suitable for cheesy sweet potato gratin. **Methods** This study analyzed the flavor of commercially available cheesy sweet potato gratin through sensory evaluation. The descriptive words were selected and summarized, a scientifically sound cheesy sweet potato gratin flavor wheel was constructed, and sensory evaluation tools were designed. **Results** The 38 descriptive words were obtained, a cheesy sweet potato gratin flavor wheel that focuses on odor, taste, taste, basic taste, and aftertaste was constructed, and a rate-all-that-apply method (RATA) suitable for ordinary consumers was constructed. Further

基金项目: 浙江省教育厅科研资助项目(Y202147184)、浙江农林大学人才启动项目(2021LFR017)、国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-10-Sweetpotato)、浙江省重点研发计划项目(2021C02057)、浙江省“三农九方”科技协作计划项目(2022SNJF008)

Fund: Supported by the Research Funding Project of Zhejiang Provincial Department of Education (Y202147184), the Zhejiang Agriculture and Forestry University Talent Launch Project (2021LFR017), the Special Funds for the Construction of the National Modern Agricultural Industry Technology System (CARS-10-Sweetpotato), the Key Research and Development Program Projects in Zhejiang Province (2021C02057), and the Zhejiang Province “San Nong Jiu Fang” Science and Technology Cooperation Plan Project (2022SNJF008)

*通信作者: 徐锡明, 博士, 讲师, 主要研究方向为农产品质量检测。E-mail: xuximing@zafu.edu.cn

*Corresponding author: XU Xi-Ming, Ph.D, Lecturer, Zhejiang Agriculture and Forestry University, No.666, Wusu Street, Lin'an, District, Hangzhou 311300, China. E-mail: xuximing@zafu.edu.cn

screen for flavor profile descriptive words with $M>0.10$, and clarify 2 odor descriptive words that could characterize the sensory characteristics of cheesy sweet potato gratin, 3 taste (including taste, basic taste, and aftertaste) descriptive words, and 4 taste descriptive words. After conducting a hierarchical analysis of descriptive words, the weight ratio of sensory evaluation for cheesy sweet potato gratin was determined to be: Appearance:odor:taste:taste=7:7:26:60. On this basis, a percentage scoring method suitable for evaluators was constructed. **Conclusion** This study constructs a comprehensive sensory evaluation system for cheesy sweet potato gratin, providing a foundation for sensory communication between producers and consumers, and providing guidance for quality control and improvement of cheesy sweet potato gratin.

KEY WORDS: cheesy sweet potato gratin; flavor wheel; sensory evaluation; sensory descriptors; rate-all-that-apply method

0 引言

芝士焗甘薯(cheesy sweet potato gratin, CSPG), 又称芝士焗番薯、芝士焗红薯, 是一种在我国备受欢迎的即热型预制菜(prefabricated food), 因其极大简化烹饪时间且具有独特的风味, 而深受市场欢迎^[1]。用料简单、制作难度低、富含营养物质、风味独特诱人是芝士焗甘薯的特色^[2]。自 2023 年中央 1 号文件提出要“培育发展预制菜产业”以来, 各地预制菜产业迅速发展, 预计市场规模 2026 年超万亿^[3]。甘薯预制菜产业逐渐成为乡村振兴的重要推动力, 芝士焗甘薯也因此迎来发展机遇^[4]。风味是决定芝士焗甘薯品质的重要指标, 也是影响消费者购买行为的关键因素。尽管近年来有关甘薯风味的仪器分析研究数量相对较多^[5], 感官特征在食品风味分析中仍占重要地位^[6]。随着国内预制菜产业快速增长, 通过开发风味轮和感官评价方法, 将有利于完善预制菜的研发和品控体系, 促进预制菜产品的品质提升。

风味轮(flavor wheel)最早由美国化学家莫滕·梅尔加德于 1979 年应用于啤酒品控^[7], 后在咖啡评价中得到推广应用^[8-9]。风味轮以形象的方式展示食品的感官属性, 便于专业人士和消费者之间的沟通, 使人们能够轻松识别和区分不同的风味属性^[8-11], 是监测和评估食品品质与安全性的有效工具。通过风味轮清晰展示食品风味特征, 可帮助食品研究人员对产品进行改良^[12]。目前风味轮已广泛应用于多种食品感官评价领域, 包括酱油^[11]、白酒^[12-13]、茶叶^[14-15]、食醋^[16]、鱼肉^[17]、芝士^[18]、甘薯^[19-20]等。

目前主要使用的感官描述性分析方法有 2 种, 即定量描述分析法(quantitative descriptive analysis, QDA)^[21]和适合项勾选法(check-all-that-apply, CATA)^[22-23]。QDA 法能够较准确地反映产品的感官特征, 但需要受过培训的评价员参与, 因此在实际应用中消耗较多时间和人力成本。与 QDA 法相比, CATA 法更高效、短时、灵活和低成本。CATA 法是一种消费者从给定的感官描述词列表中选出所有能感知到的感官特征的快速描述分析方法。然而, 由于具有较

强的主观性, 评价结果可能受到评价员个人偏好和经验的影响, 因此在评价准确性和可靠性方面稍显不足^[19-20]。在 CATA 法的基础上, 出现了评估适合项目法(rate-all-that-apply method, RATA)这一变体, 要求消费者指出列表中的术语是否适用于描述给定的产品, 如果适用, 则对其强度进行评级。RATA 问题被认为比 CATA 问题更有助于向消费者提供感官特征。因此, 通过风味轮将两种方法结合可有效提高评价过程的效率, 并提高结果的准确性和可靠性。

根据以往的芝士感官评价研究发现, 马苏里拉奶酪的物理和化学特性是影响其烘烤后感官质量的重要因素, 从而影响奶酪制品的感官质量。本课题组此前对甘薯风味品质进行了初步研究, 结果显示在烘烤过程中, 甘薯会发生美拉德反应, 具有提色和增香作用。通过利用风味轮法和评定法优化烘烤工艺参数, 成功提升了甘薯的风味^[19]。然而目前缺乏针对芝士焗甘薯这一产品的感官评价方法, 这限制了对芝士焗甘薯的客观有效评估, 也制约了芝士焗甘薯预制食品的改良和升级。

因此, 开发适用于芝士焗甘薯的感官评价方法, 将有助于推动甘薯预制菜产业的发展和提升芝士焗甘薯加工保鲜技术。本研究以芝士焗甘薯为研究对象, 展开感官品质评价测试, 并构建了相应的风味轮和评价方法, 探讨了影响芝士焗甘薯食味品质的主要感官特征, 以期为预制菜食味品质感官评价方法的建立提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

本研究所使用的 30 份芝士焗甘薯预制菜产品均为市场热销产品, 涵盖了我国芝士焗甘薯的主要品牌, 如表 1。

1.2 评价员筛选

参考孔祥伟等^[16]研究对食醋的感官评价方法, 面向浙江农林大学师生招募品尝志愿者, 共计 417 名, 参考 GB/T 16291.1 标准以选拔、培养、管理优选评价员。经过初筛(招募人员, 经过问卷调查, 了解成员的生活地区、

表 1 开发芝士焗甘薯感官描述词所使用的芝士焗甘薯样品
Table 1 Cheesy sweet potato gratin samples used in the development of sensory descriptors for cheesy sweet potato gratin

序号	品牌名称	产品名称	薯肉类型	包装
1	非你魔薯	芝士焗番薯	红薯	包装袋+铝盒
2	非你魔薯	芝士焗番薯	红薯	包装袋
3	非你魔薯	芝士焗番薯	紫薯	包装袋
4	陆莱	芝士焗番薯	红薯	包装袋+铝盒
5	陆莱	芝士焗番薯	红薯	包装袋
6	陆莱	双层芝士焗番薯	红薯	包装袋+铝盒
7	戴瑶	芝士焗蜜薯	红薯、蜜薯	包装袋+铝盒
8	戴瑶	芝士焗紫薯	紫薯	包装袋+铝盒
9	餐百万	芝士焗红薯	红薯	包装袋+铝盒
10	丰优	芝士焗红薯	红薯	包装袋+铝盒
11	花薯食品	芝士焗红薯	红薯	包装袋+铝盒
12	花薯食品	芝士焗紫薯	紫薯	包装袋+铝盒
13	舌老板	芝士焗红薯	红薯	包装袋+铝盒
14	萨米佳	芝士焗红薯	红薯	包装袋+铝盒
15	芋厨	芝士焗红薯	红薯	包装袋+铝盒
16	焗友	芝士焗红薯	红薯	包装袋+铝盒
17	玉八斤	芝士焗番薯	红薯	包装袋+铝盒
18	麦可微	芝士焗番薯	红薯	纸盒
19	欧麦德	芝士焗红薯	红薯	包装袋+铝盒
20	欧麦德	芝士焗紫薯	紫薯	包装袋+铝盒
21	呷么呷么	芝士焗番薯	红薯	包装袋+铝盒
22	哈姆苏达	芝士焗黄金蜜薯	红薯、蜜薯	包装袋+铝盒
23	得百利	芝士焗紫薯	紫薯	包装袋+铝盒
24	一恒品正	榴莲蜜薯芝士	红薯、蜜薯	包装袋+铝盒
25	一恒品正	芝士焗紫薯	紫薯	包装袋+铝盒
26	御香伴	芝士焗番薯	红薯	包装袋+铝盒
27	御香伴	芝士焗紫薯	紫薯	包装袋+铝盒
28	康金九龙	芝士蜜薯	红薯、蜜薯	包装袋+铝盒
29	辽乡味道	芝士榴莲焗红薯	红薯	包装袋+铝盒
30	金禹圆	芝士榴莲焗红薯	红薯	包装袋+铝盒

民族、爱好兴趣、个人习惯等)、复筛(基础味觉嗅觉敏感度检测、差别型检验及气味描述检验等^[11]对成员进行基本味、嗅觉匹配、颜色辨认等测试,筛选出具备较好感官生理基础及描述能力的成员)、感官培训和强化培训,通过差别检验、喜好性测试、描述性分析、感官质量分级等方法提

高成员感官评价能力和熟练程度,综合评价成员的感官辨别能力,词汇发展能力和语言表达能力,最终筛选出熟练的芝士焗甘薯感官评价员,建立由 20 人组成的品尝评价小组。

1.3 实验方法

1.3.1 样品前处理

首先对芝士焗甘薯预制菜产品进行烘烤加工,随后将样品取出标号,放入预热好的烤箱(烤箱上层温度 200℃,下层温度 220℃),烘烤 10 min。取出样品,待样品降温到室温后进行品评,样品采用随机编码。每次随机呈送 2 个样品给评价员,样品轮次之间间隔不低于 10 min。

1.3.2 芝士焗甘薯感官品质定量描述分析方法

参考张海伟等^[11]、孔祥伟等^[16]、徐锡明等^[20]的研究,在经过整理的芝士焗甘薯风味轮基础上,通过讨论筛选意见统一的高频描述词。样品提前 20 min 制备,先进行香气评定,后进行味觉评定。评价员评阅样品的间隔为 3 min,每份样品重复检 3 次。

1.3.3 芝士焗甘薯感官风味轮建立方法

借鉴孔祥伟等^[16]、张毅等^[19]方法,3 次重复性实验(在每一份样品评价完所有指标后随即用纯净水漱口,然后再进行下一个样品的品评),筛选所得到的描述词。将得到的描述词进行归类,并以此绘制芝士焗甘薯的风味轮。

1.3.4 芝士焗甘薯轮廓描述方法

通过感官评价小组对芝士焗甘薯的强度评分,以及参考徐锡明等^[20]前期研究,按几何平均值 M 筛选出描述词语。 $M=(F \times I)^{-2}$ (F 表示描述词出现次数占总数的百分比; I 表示描述词强度占最大可能强度的百分比)。其中变异系数表示的是样本间风味属性的差异大小,越大的样本之间的差异越大。

1.4 数据处理

采用 Excel 2021 对调查结果进行筛选,建立有效数据库,应用 SPSS 22.0 进行数据统计分析,使用 Excel 2021 和 JMP 10.0 绘制图形。

2 结果与分析

2.1 芝士焗甘薯感官描述词的获取

将芝士焗甘薯样品提供给评价小组进行嗅觉、味觉、触觉和视觉的描述分析,提出感官描述词。如表 2 所示,内层为触觉、前鼻嗅觉、味觉+后鼻嗅觉、视觉和味觉 5 大类。共获得描述词 38 个,分别是: 11 个触觉描述词、7 个前鼻嗅觉描述词、9 个后鼻嗅觉+味觉描述词、7 个视觉描述词和 4 个味觉描述词。值得注意的是,本次研究发现芝士焗甘薯基本味主要包括甜味、咸味、酸味和鲜味,并未发现苦味和肥味。咸味和鲜味芝士焗甘薯样品中有较多的芝士,酸味在甜味较浓的产品中进行回味时略微体会到。

表 2 芝士焗甘薯感官描述词
Table 2 Sensory descriptors for cheesy sweet potato gratin

触觉感官		前鼻嗅觉感官		后鼻嗅觉+味觉感官		视觉感官	味觉感官
口感	细腻	气味	奶香	复合味	奶油味	金黄	酸味
	颗粒感		焦糖香		板栗味	棕色	甜味
	醇厚		焦味	回味	南瓜味	橙色	咸味
	易分散	基本味	黄油香		焦糖味	紫色	鲜味
	纤维感		谷物香		海盐味	褐色	
	油腻		榴莲香		苹果味	细腻	
	清爽		栗子香		榴莲味	光泽	
	顺滑	质感			短暂		
	黏稠				绵延		
	湿润						
	干噎感						

2.2 芝士焗甘薯风味轮的绘制

如图 1 所示, 经过评价员多次研究讨论, 绘制了芝士焗甘薯风味轮。内层感官: 前鼻嗅觉、味觉、触觉和后鼻嗅觉+味觉, 中层为感官对应的产品性状: 香气、基本味、口感、滋味和回味。香气有 6 种, 包括奶香、焦糖香、栗子香、黄油香、谷物香和榴莲香; 基本味为 4 种, 酸味、甜味、咸味和鲜味, 在此类产品中检验合格的产品是没有苦味出现的, 苦味的产生往往与甘薯原材料遭受黑斑病感染存在关联, 对人体有严重伤害, 因此在品评评价中忽略; 口感有 11 种: 细腻、颗粒感、醇厚、易分散、纤维感、油腻、清爽、顺滑、黏稠、湿润、干噎感; 滋味有 7 种, 包括苹果味、海盐味、奶油味、南瓜味、板栗味、焦糖味和榴莲味; 回味分为 2 种类型: 绵延和短暂。

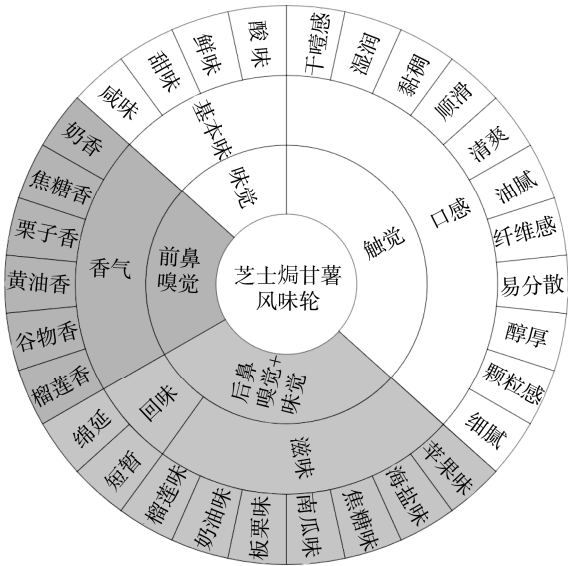


图1 芝士焗甘薯风味轮
Fig.1 Flavor wheel of cheesy sweet potato gratin

2.3 芝士焗甘薯 RATA 的构建

根据已构建的芝士焗甘薯风味轮及视觉描述词, 建立适合芝士焗甘薯感官评价的 CATA 和 RATA。通过受试者品尝样品, 从描述词汇表中勾选适宜的描述词汇, 这就形成了 CATA 的方法。如表 3 所示, 在此基础上, 将部分描述词整合, 如干噎感和湿润整合为沁润感。将描述词进行范围为 1~10 分的强度标记, 最终对该样品进行综合评价, 1 分表示强度低, 10 分表示强度高, 形成 RATA 评价法, RATA 评价法相比 CATA, 对相关描述词汇进行了量化评价。可直接通过消费者进行评价, 减少评价员培训成本。

表 3 基于评估适合项目法的芝士焗甘薯感官评价系统
Table 3 A sensory evaluation system for cheesy sweet potato gratin based on RATA

描述词强度 (单选)	描述词汇表 (多选)
1	薯肉颜色: 黄、橙、褐、棕、紫、均匀
2	产品外观质感: 细腻、光泽
3	基本味: 甜味、酸味、鲜味、咸味
4	复合味: 奶油味、板栗味、南瓜味、焦糖味、海盐味、苹果味、榴莲味
5	回味: 绵延
6	口感: 细腻、颗粒感、醇厚、纤维感、清爽、顺滑、
7	黏稠、沁润感
8	气味: 奶香、焦糖香、焦味、黄油香、谷物香、榴莲香、栗子香
9	
10	综合评价

2.4 芝士焗甘薯感官描述词的优化及主成分分析

采用国际标准 GB/T 16861《感官分析 通过多元分析方法鉴定和选择用于建立感官剖面的描述词》的方法, 在风味轮的基础上选择特征描述词用来描述芝士焗甘薯感官

基本特征。对 15 个芝士焗甘薯风味描述词进行选择。如表 4 所示,将回味、滋味、基本味统一归类为味道,保留 M 值大于 0.10 的描述词 9 个,其中变异系数最高的 3 个描述词分别是顺滑、谷物香和奶油味。

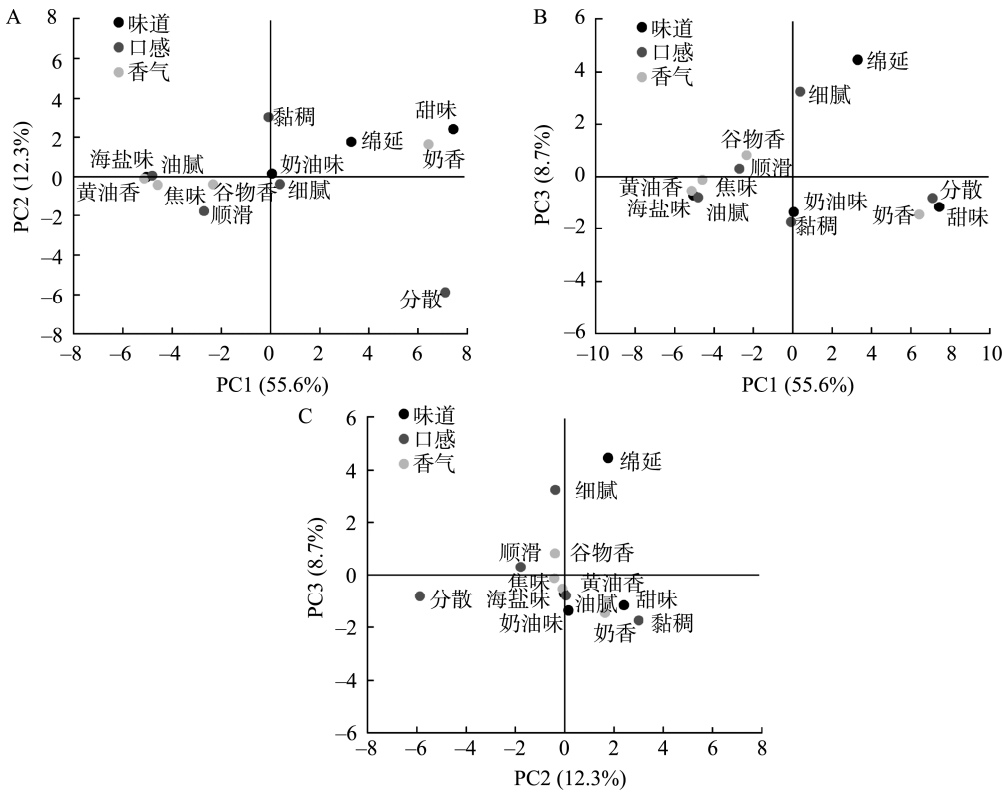
表 4 芝士焗甘薯描述词的几何平均数和变异系数
Table 4 Geometric mean and coefficient of variation of CSPG

类型	描述词	M 值	变异系数/%
味道	回味-绵延	0.55	76.35
	滋味-奶油味	0.39	100.22
	基本味-甜味	0.80	27.59
口感	黏稠	0.51	92.27
	细腻	0.40	99.94
	分散	0.69	56.99
	顺滑	0.18	187.96
香气	奶香	0.76	34.50
	谷物香	0.26	128.99

2.5 核心描述词主成分分析

针对核心描述词进行主成分分析,以得到影响芝士焗甘薯食味品质评价的主要因素。如图 2 所示,可以看出 3 个主成分(PC1~3)的贡献率达到 76.60%,说明这些描述词可以较好地反映出芝士焗甘薯的风味属性,方差贡献率最大的 PC1 其贡献率为 55.6%;其次是 PC2,为 12.3%。从

图 2A 中可以看出每个指标在空间位置对应的坐标值表示该指标被相应主成分所解释的强度。图 2 中变量在某一主成分上的系数绝对值越大,表明变量对主成分之间的贡献越大。“甜味”“奶香”“绵延”在第一象限,表明这 3 个描述词对 PC1 和 PC2 有较高正向贡献;“黏稠”在 Y 轴上,表明它对 PC1 的影响接近 0,在 PC2 中有较高正向贡献;“海盐味”“油腻”“焦味”“黄油香”“谷物香”在 X 负轴上或靠近 X 负轴上,表明它们对 PC2 的影响接近 0,对 PC1 有较高负向贡献;“顺滑”在第三象限,表明它对 PC1 和 PC2 有较高负向贡献;“奶油味”和“细腻”接近 2 个坐标轴原点,表明对 PC1 对 PC2 的影响接近 0;“分散”在第四象限,表明对 PC1 有较高正向贡献,对 PC2 有较高负向贡献。图 2B、C 所示,“细腻”“黏稠”“奶油味”“绵延”“奶香”“甜味”对 PC3 有较高影响,其中“细腻”在 Y 轴上,表明它对 PC1 和 PC2 的影响接近 0,在 PC3 中有较高正向贡献;“黏稠”在第四象限,表明它对 PC3 有较高负向贡献,它对 PC2 有较高正向贡献;“奶油味”在 Y 轴上,表明它对 PC1 和 PC2 的影响接近 0,在 PC3 中有较高负向贡献;“绵延”在第一象限,表明它对 PC1、PC2 和 PC3 有较高正向贡献;“奶香”在第四象限,表明它对 PC3 有较高负向贡献,它对 PC1 和 PC2 有较高正向贡献;“甜味”在第四象限,表明它对 PC3 有较高负向贡献,它对 PC1 和 PC2 有较高正向贡献。



注: A. PC1-PC2; B. PC1-PC3; C. PC2-PC3。

图2 对芝士焗甘薯感官描述词主成分分析

Fig.2 Principal component analysis of sensory descriptors for CSPG

2.6 感官层次分析

构建芝士焗甘薯感官百分评分方法需要明确各感官参数的权重。如表 5 所示,将外观、口感、味道和气味采用层次分析法进行权重赋值,甘薯感官评价指标权重和一致性检验计算结果为:CI(一致性指标)=0.047,RI(随机一致性指标)=0.882,CR(一致性比例)=0.053。由计算结果可知,一致性检验合格,表明本章研究所构建的判断矩阵是可接受的,因此对应的权重指标可作为甘薯感官评价指标的权重系数(表 5)。口感的权重为 60.89%,味道的权重为 25.73%,气味的权重为 6.69%,外观的权重为 6.69%,排序为:口感>味道>气味=外观。四舍五入后略微调整,最终权重比为:外观:气味:味道:口感=7:7:26:60。

2.7 芝士焗甘薯百分制评价方法的构建

基于表 5 和图 1、2 的结果,建立适合芝士焗甘薯感

官百分评分方法。如表 6 所示,口感为主要感官参数,权重赋值 60 分;其次是味道,权重赋值 26 分;最后是气味和外观,各赋值 7 分。口感分为 3 个二级指标,分别是黏稠度、细腻度、分散性。味道包含 3 个二级指标,分别是甜味、奶油味、回味。通过对评价测试人员的回访,调查口感、味道的二级指标的优先级,进行赋值。得出黏稠度≈细腻程度≈分散性,各赋值 20 分;甜味>奶油味≈回味,分别赋值 10 分、8 分和 8 分。

表 5 感官评价项层次分析 Table 5 Hierarchy analysis of sensory evaluation items		
感官评价项	特征向量	权重值/%
口感	3.742	60.89
味道	1.581	25.73
气味	0.411	6.69
外观	0.411	6.69

表 6 定量描述感官特征定义、描述及其分值——芝士焗甘薯
Table 6 Quantitative description of sensory characteristics of CSPG: Definition, description, and score

一级指标	二级指标	定义	具体感官特征描述及其分值
口感 60 分	黏稠度 20 分	咀嚼过程中口腔感受到的黏性大小	清爽,黏性适中不黏牙: 16~20 分 黏性较弱或稍有黏牙: 6~15 分 没有黏性或十分黏牙: 0~5 分
	细腻度 20 分	咀嚼过程中口腔感受到的细腻程度	口感细腻,无颗粒感: 16~20 分 感觉略粗糙或稀软,有颗粒感: 6~15 分 口感十分粗糙,颗粒感显著: 0~5 分
	分散性 20 分	咀嚼过程中食物在口腔完全溶解在唾液中的性质。	分泌唾液少,入口即化: 16~20 分 需要多次分泌唾液后吞咽: 6~15 分 分泌多次唾液后仍难以吞咽: 0~5 分
	甜味 10 分	舌头味蕾感受到的甜味感知	甜味适中: 7~10 分 甜味清淡或甜味过甜: 3~6 分 无甜味或甜味发腻: 0~2 分
味道 26 分	奶油味 8 分	舌头感受到的奶油味程度	芝士味、奶油味浓郁适中: 6~8 分 甜味清淡或甜味过甜: 3~5 分 无奶油味或奶油味发腻: 0~2 分
	回味 8 分	吃完后口腔中的余味	回味悠长: 6~8 分 回味较短: 3~5 分 无回味: 0~2 分
气味 7 分	香气 7 分	嗅闻过程中感受到的芝士和甘薯的焦香味	香气浓郁: 6~7 分 香气不明显: 4~5 分 无香气: 2~3 分
外观 7 分	外观色泽 7 分	产品外观的颜色和光泽	有明显的异味: 0~1 分 芝士均匀,薯肉有光泽, 无褐变: 6~7 分
			芝士均匀,薯肉无褐变: 4~5 分 芝士较均匀,无光泽: 2~3 分 芝士不均匀,薯肉有褐变: 0~1 分
总分 100 分		口感、味道、气味和外观 分数总和	

3 讨论与结论

尽管预制菜产业发展迅速,但产品升级速度缓慢、生产企业品控不完善等问题也逐渐显现,严重阻碍了预制菜产业的高质量发展^[1]。感官评价是最直观、最便捷的食品品质评价方法^[24],在甘薯食品加工工艺中,感官评价已广泛应用,如发酵饮品^[25]、功能性饮料^[26]、生浆面包^[27]、营养馒头^[28]等。然而,以往研究的感官评价方法的主观性较强,在系统性方面存在不足,无法充分获取有效信息,常常忽略重要的风味品质。因此,通过构建风味轮可以完善感官评价过程的系统性,迅速展现产品的感官风味特征,完善感官品质评价^[29]。

本研究与先前关于烤制甘薯风味的研究^[20]对比发现,芝士焗甘薯的口感层次较烤制甘薯略有增加,而气味层次和味道层次明显降低,特征描述词略减。表明市场上的芝士焗甘薯存在较大程度的同质化,且产品类型单一,仍有开拓新风味的潜力。有趣的是,芝士焗榴莲甘薯的整体评价远不及芝士焗甘薯,推测是榴莲的臭味掩盖了甘薯的香味所致。本研究中,“绵延”和“短暂”在风味轮部分是一种定性描述词,用于描述产品的性状,有的芝士焗甘薯产品是绵延型的,有的是短暂型的。这与茶叶风味轮例如“浓度味型”“感觉味型”相似^[30]。本研究在构建感官评价方法的过程中,参照酸奶感官方法构建研究^[23],将这一类型修改为强度描述词,形成芝士焗甘薯的感官评价体系。值得注意的是,芝士焗甘薯的感官特征与烤制甘薯有所不同,口感是芝士焗甘薯感官评价中的首要参数,而非味道。同时,发现长时间加工会使产品的不良风味增加,如焦味、酸味^[31]。尽管芝士焗甘薯产品包装袋上标明了微波加热方法,但是微波加热会迅速分解淀粉水解酶,打断糖化过程,减少糖度,因此不建议使用微波加热产品^[32]。暂时性感官配方法是目前一种先进的感官评价方法,可尝试将其与风味轮结合,进一步优化芝士焗甘薯产品感官评价的准确性^[33]。制订感官评价方法有助于提升甘薯类加工食品的品质,增加甘薯产品效益,助力甘薯产业发展^[34]。

预制菜产业的发展必须依赖于食品感官品质的研究。本研究旨在为芝士焗甘薯的改良和升级提供感官评价工具,为芝士焗甘薯的改良提供新的视角。简化芝士焗甘薯的感官评价步骤,提高芝士焗甘薯感官评价效率,更好地指导芝士焗甘薯产品升级和工艺优化,为芝士焗甘薯市场拓展提供新的思路,推动预制菜产业的高质量发展。

本研究构建了一套芝士焗甘薯的风味轮,并基于此构建了一整套芝士焗甘薯感官评价方法。包括 RATA 和百分评价法,其中百分评价法在构建过程中,明确芝士焗甘薯感官评价指标权重:口感(60%)、味道(26%)、气味(7%)和外观(7%)。并从风味轮筛选 $M>0.10$ 的描述词: 3 个味道

(包括: 滋味、基本味、回味)描述词、2 个气味描述词和 4 个口感描述词作为主要特征描述词。

参考文献

- [1] 孙双双. 预制菜成为消费市场新风口[J]. 中国食品工业, 2022, (4): 11–13.
SUN SS. Prefabricated foods have become a new trend in the consumer market [J]. China Food Ind, 2022, (4): 11–13.
- [2] 应小青. 浙江农家点心的特色与开发[J]. 四川旅游学院学报, 2012, (4): 47–50, 54.
YING XQ. The characteristic and development of Zhejiang peasant family snacks [J]. J Sichuan Tourism Univ, 2012, (4): 47–50, 54.
- [3] 张誉, 陈潇, 范春梅, 等. “预制菜”相关标准及风险管理研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2023, 35(10): 1514–1519.
ZHANG Y, CHEN X, FAN CM, *et al.* Research on related standards and risk management of “prepared foods” [J]. Chin J Food Hygi, 2023, 35(10): 1514–1519.
- [4] 上官学平. 晋城市甘薯产业发展现状与对策[J]. 农业技术与装备, 2021, (9): 50–51, 53.
SHANGGUAN XP. Development status and countermeasures of sweet potato industry in Jincheng City [J]. Agric Technol Equip, 2021, (9): 50–51, 53.
- [5] LI C, KOU M, ARISHA MH, *et al.* Transcriptomic and metabolic profiling of high-temperature treated storage roots reveals the mechanism of saccharification in sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) [J]. Int J Molecul Sci, 2021, 22(13): 6641.
- [6] 沈升法, 项超, 吴列洪, 等. 甘薯块根可溶性糖组分特征及其与食味的关联分析[J]. 中国农业科学, 2021, 54(1): 34–45.
SHEN SF, XIANG C, WU LH, *et al.* Analysis on the characteristics of soluble sugar components in sweetpotato storage root and its relationship with taste [J]. Sci Agric Sin, 2021, 54(1): 34–45.
- [7] MEILGAARD MC, DALGLIESH CE, CLAPPERTON JF. Journal of the institute of brewing [J]. Beer Flavour Terminol, 1979, 85(1): 38–42.
- [8] WILLIAMS SD, ANDRADE D, LIU L. Coffee is more than flavor, the creation of a coffee character wheel [J]. J Sensor Stud, 2023, 38(6): e12886.
- [9] CHAMBERS IE, SANCHEZ K, PHAN UXT, *et al.* Development of a “living” lexicon for descriptive sensory analysis of brewed coffee [J]. J Sensor Stud, 2016, 31(6): 465–480.
- [10] 王洪琳. 黑糯米酒特征风味物质分析及风味轮构建[D]. 贵阳: 贵州大学, 2020: 42–54.
WANG HL. Characteristic flavor substance analysis of black glutinous rice wine and construction of flavor library [D]. Guiyang: Guizhou University, 2020: 42–54.
- [11] 张海伟, 江飞鸿, 杨欧, 等. 中国酿造酱油风味轮构建及感官定量描述分析[J]. 食品科学, 2023, 44(14): 258–265.
ZHANG HW, JIANG FH, YANG OU, *et al.* A flavor wheel development and sensory quantitative descriptive analysis of Chinese brewed soy sauce [J]. Food Sci, 2023, 44(14): 258–265.
- [12] 胡丽莎, 戴怡凤, 邱树毅. 感官分析在白酒风味物质研究中的应用进展[J]. 食品与发酵科技, 2022, 58(5): 101–106.
HU LS, DAI YF, QIU SY. Advances in the application of sensory analysis to the study of flavour substances in Baijiu [J]. Food Ferment Sci Technol, 2022, 58(5): 101–106.
- [13] 任金玖, 陈君平, 贾玮, 等. 凤香型白酒风味轮的初步建立及感官特征研究[J]. 中国酿造, 2023, 42(10): 80–85.
REN JM, CHEN JP, JIA W, *et al.* Construction of flavor wheel of Feng-flavor Baijiu and study on sensory characteristics [J]. China Brew,

- 2023, 42(10): 80–85.
- [14] 戴前颖, 叶颖君, 安琪, 等. 黄大茶感官特征定量描述与风味轮构建[J]. 茶叶科学, 2021, 41(4): 535–544.
DAI QY, YE YJ, AN Q, *et al.* Sensory characteristics of yellow large leaf tea by quantitative descriptive analysis and construction of flavor wheel [J]. J Tea Sci, 2021, 41(4): 535–544.
- [15] 朱艳, 胡腾飞, 黄甜, 等. 茯砖茶感官特征定量描述与风味轮构建[J]. 食品与生物技术学报, 2023, 42(9): 1–9.
ZHU Y, HU TF, HUANG T, *et al.* Sensory characteristics of Fu brick tea by quantitative descriptive analysis and construction of flavor wheel [J]. J Food Sci Biotechnol, 2023, 42(9): 1–9.
- [16] 孔祥伟, 周志磊, 郑福平, 等. 中国酿造食醋风味轮的构建及应用[J]. 食品与生物技术学报, 2020, 39(2): 74–80.
KONG XW, ZHOU ZL, ZHENG FP, *et al.* Construction of flavor wheel for the brewing vinegar in China and its applications [J]. J Food Sci Biotechnol, 2020, 39(2): 74–80.
- [17] SCHRADER KK. Flavor wheel for sensory analysis of fish raised in recirculating aquaculture systems [J]. North Am J Aquac, 2023, 85(1): 87–91.
- [18] BANVILLE V, POWER N, POULIOT Y, *et al.* Relationship between baked-cheese sensory properties and melted-cheese physical characteristics [J]. J Text Stud, 2015, 46(5): 321–334.
- [19] 张毅, 孙健, 岳瑞雪, 等. 冰烤薯风味轮的构建及应用[J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(23): 236–245.
ZHANG Y, SUN J, YUE RX, *et al.* Construction of flavor wheel for quickly frozen baked sweet potato and its applications [J]. Food Ferment Ind, 2023, 49(23): 236–245.
- [20] 徐锡明, 俞景辉, 林燕, 等. 烤制甘薯风味轮的构建与应用[J]. 中国粮油学报, 2023, 38(3): 170–178.
XU XM, YU JH, LIN Y, *et al.* Construction and application of flavor wheel for baked sweetpotato [J]. J China Cere Oils Assoc, 2023, 38(3): 170–178.
- [21] MARDIANA, FAUZA G, MUHAMMAD DRA, *et al.* Sensory profile analysis of steamed brownies using quantitative descriptive analysis (QDA) [J]. IOP Conf Ser Earth Environ Sci, 2021, 828(1): 012058.
- [22] FREDERICA S, AD M, SUSANA M, *et al.* CATA vs. FCP for a rapid descriptive analysis in sensory characterization of fish [J]. J Sensor Stud, 2020, 35(6): e12605.
- [23] 杨洋, 杨敏, 索化夷, 等. Check-all-that-apply 和定量描述分析法对褐色酸奶感官性质的分析[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(18): 209–214.
YANG Y, TANG M, SUO HY, *et al.* Application of check-all-that-apply and quantitative descriptive analysis in sensory evaluation of brown yogurt [J]. Food Ferment Ind, 2020, 46(18): 209–214.
- [24] FISZMAN S, TARREGA A. The dynamics of texture perception of hard solid food: A review of the contribution of the temporal dominance of sensations technique [J]. J Text Stud, 2018, 49(2): 202–212.
- [25] 索文静, 邓雨欣, 龚魁杰, 等. 甘薯生浆面包加工工艺优化[J]. 粮食与油脂, 2022, 35(6): 101–105.
SUO WJ, DENG YX, GONG KJ, *et al.* Optimization of processing technology of sweet potato pulp bread [J]. Cere Oils, 2022, 35(6): 101–105.
- [26] 程微, 刘天植, 徐壮, 等. 紫甘薯饮料加工技术优化研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(5): 1627–1633.
CHENG W, LIU TZ, XU Z, *et al.* Optimization of processing technologies of purple sweet potato beverage [J]. J Food Saf Qual, 2022, 13(5): 1627–1633.
- [27] 刘欣, 吴添添, 雷永伟, 等. 甘薯粉与紫薯粉复配馒头的制备及其品质影响研究[J]. 粮食与饲料工业, 2023, (2): 28–33, 50.
LIU X, WU TT, LEI YW, *et al.* Study on the preparation and quality of steamed bread mixed with sweet potato and purple potato powder [J]. Cere Feed Ind, 2023, (2): 28–33, 50.
- [28] 曹晶晶, 木泰华, 马梦梅. 不同乳酸菌发酵对甘薯淀粉加工浆液营养成分成分及感官特性的影响[J]. 食品科学, 2022, 43(18): 134–142.
CAO JJ, MU TH, MA MM. Effect of fermentation with different lactic acid bacteria starter cultures on nutritional and functional components and sensory characteristics of sweet potato slurry for starch production [J]. Food Sci, 2022, 43(18): 134–142.
- [29] 屠婷瑶, 贾俊杰, 牛曼思, 等. 发酵型米酒感官风味特征及其风味轮的构建[J]. 中国酿造, 2023, 42(2): 40–45.
TU TY, JIA JJ, NIU MS, *et al.* Sensory flavor characteristics of fermented rice wine and construction of its flavor wheel [J]. China Brew, 2023, 42(2): 40–45.
- [30] 张颖彬, 刘栩, 鲁成银. 中国茶叶感官审评术语基元语素研究与风味轮构建[J]. 茶叶科学, 2019, 39(4): 474–483.
ZHANG YB, LIU X, LU CY, *et al.* Study on primitive morpheme in sensory terminology and flavor wheel construction of Chinese tea [J]. J Tea Sci, 2019, 39(4): 474–483.
- [31] TSAI YJ, LIN LY, YANG KM, *et al.* Effects of roasting sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam.): Quality, volatile compound composition, and sensory evaluation [J]. Foods, 2021, 10(11): 2602.
- [32] 赵俊梅, 王学清, 韩美坤, 等. 不同类型甘薯最佳烹饪方式评价[J]. 中国粮油学报, 2022, 37(8): 102–110.
ZHAO JM, WANG XQ, HAN MK, *et al.* Evaluation on the best cooking methods of different types of sweetpotatoes [J]. J China Cere Oils Assoc, 2022, 37(8): 102–110.
- [33] 张明成, 柴慧坤, 李铭, 等. 暂时性感官支配法及其在食品感官评价中的研究进展[J]. 食品科学, 2023, 44(15): 360–367.
ZHANG MC, CHAI HK, LI M, *et al.* The temporary sensory domination method and its research progress in food sensory evaluation [J]. Food Sci, 2023, 44(15): 360–367.
- [34] 李强, 赵海, 靳艳玲, 等. 中国甘薯产业助力国家粮食安全的分析与展望[J]. 江苏农业学报, 2022, 38(6): 1484–1491.
LI Q, ZHAO H, JIN YL, *et al.* Analysis and perspectives of sweetpotato industry contributing to national food security in China [J]. Jiangsu J Agric Sci, 2022, 38(6): 1484–1491.

(责任编辑: 于梦娇 蔡世佳)

作者简介



张 蜜, 主要研究方向为食品质量与安全检测。

E-mail: zhangmi@stu.zafu.edu.cn



徐锡明, 博士, 讲师, 主要研究方向为农产品质量检测。

E-mail: xuximing@zafu.edu.cn