DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20251117004
引用格式: 钟葵, 温烃, 安志丛, 等. 商业化纯牛奶的消费喜好与情绪响应的关联分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(5): 178–186.
ZHONG K, WEN T, AN ZC, *et al*. Correlation analysis between consumer preferences and emotional responses for the commercialized pure milk products [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2026, 17(5): 178–186. (in Chinese with English abstract).

商业化纯牛奶的消费喜好与情绪响应的关联分析

钟 葵[1,2], 温 烃[3], 安志丛[3], 史波林[1,2], 汪厚银[1,2], 李洪亮[3], 赵 镭[1,2*]

[1. 中国标准化研究院农业与生物技术标准化研究所, 北京 102200; 2. 国家市场监督管理总局重点实验室(食品感官分析), 北京 102200; 3. 内蒙古蒙牛乳业(集团)股份有限公司, 呼和浩特 750336]

摘 要: 目的 探究不同类型纯牛奶的消费喜好及其与所激发情绪响应的关联。**方法** 采用 9 点喜好标度和前期建立的纯牛奶制品情绪量表(pure dairy product emotion scale, PDPES), 并结合聚类分析、相关性分析、多重因子分析和偏最小二乘等多种统计手段对市面上 6 种纯牛奶产品的喜好和情绪特性响应展开研究。**结果** 不同类型的纯牛奶产品的消费喜好差异显著, 乳糖水解奶和有机奶更被消费者偏爱(P<0.05), 性别和年龄对纯牛奶的消费喜好没有显著影响(P>0.05)。6 种纯牛奶产品在认知感知、接受性评估和中性特性 3 个维度上的大多数情绪特性响应上表现出显著差异(P<0.05), 乳糖水解奶、有机奶和低温鲜奶表现出更强的情绪响应。偏最小二乘分析结果表明纯牛奶的消费喜好与接受性评估维度情绪特性关联性最强, 影响消费喜好差异的关键情绪特性为认知感知和接受性维度情绪特性。**结论** 本研究阐明了不同类型纯牛奶的喜好差异及其相关的典型情绪特性指标, 为后期产品感官宣称、配方升级和消费洞察提供了理论依据和数据支撑。

关键词: 纯牛奶; 消费喜好; 情绪响应; 情绪量表; 关联性

Correlation analysis between consumer preferences and emotional responses for the commercialized pure milk products

ZHONG Kui[1,2], WEN Ting[3], AN Zhi-Cong[3], SHI Bo-Lin[1,2], WANG Hou-Yin[1,2], LI Hong-Liang[3], ZHAO Lei[1,2*]

[1. *Agriculture and Biotechnology Standardization Sub-institute*, *China National Institute of Standardization*, *Beijing* 102200, *China*; 2. *Key Laboratory of Food Sensory Analysis*, *State Administration for Market Regulation*, *Beijing* 102200, *China*; 3. *Inner Mongolia Mengniu Dairy* (*Group*) *Co*., *Ltd*., *Hohhot* 750336, *China*]

ABSTRACT: Objective To explore the consumer preferences for different types of pure milk products and their relationship with emotional responses they trigger. **Methods** The 9-point hedonic scale and the previously established pure dairy product emotion scale (PDPES) were used in this study. Cluster analysis, correlation analysis, multiple factor analysis and partial least squares analysis were also used to study preferences and emotional responses

收稿日期: 2025-11-17
基金项目: 中央基本科研业务费项目(562024Y-11423); 国家重点研发计划项目(2023YFF1104700)
第一作者: 钟葵(1979—), 女, 博士, 研究员, 主要研究方向为感官分析与消费喜好。E-mail: zhongkui@cnis.ac.cn
***通信作者:** 赵镭(1968—), 女, 博士, 研究员, 主要研究方向为感官分析技术与标准化。E-mail: zhaoleicnis@163.com

to 6 kinds of pure milk products. **Results**　Consumer preferences for different types of pure milk products differed significantly, with lactose-hydrolyzed milk and organic milk being more favored by consumers (P<0.05). Gender and age had no significant influence on pure milk consumer preferences (P>0.05). The 6 kinds of pure milk products showed significant differences in most emotional responses across the 3 dimensions: Property cognition, acceptance appraisal and neutral property cognition (P<0.05). Lactose-hydrolyzed milk, organic milk and pasteurized milk elicited stronger emotional responses. Partial least squares analysis showed that consumer preference for pure milk product was most strongly associated with the factor of acceptance appraisal, and the key emotional characteristics affecting differences in consumer preference were property cognition and acceptance appraisal. **Conclusion**　This study identifies differences in preferences for different types of pure milk and their associated typical emotional characteristic indicators, providing a theoretical basis and data support for future product sensory claims, formula upgrades and consumer insights.

KEY WORDS: pure milk products; consumer preferences; emotional response; emotion scale; correlation

0　引　言

牛奶营养全面均衡, 是日常膳食消费的健康选择, 居民膳食营养指南中《中国居民膳食指南》中建议每人每天饮奶 300 g[1–2]。伴随国民健康意识觉醒与消费结构升级, 当前牛奶消费市场呈现出品类高度丰富的特点, 满足了消费者个性化、精细化的需求趋势。目前已有有机全脂奶、高端全脂奶(脂肪含量>3.5%)、普通全脂奶(脂肪含量>3%)、低脂奶(脂肪含量范围 1.0%~2.0%)和脱脂奶(脂肪含量<0.5%)等多种类型[3–5]。同时, 为满足消费者个性化需求和高营养需求, 市面上还出现了针对乳糖不耐症群体的乳糖水解奶和蛋白质含量更高、营养价值更好的超滤奶[6]。

不同类型的牛奶产品呈现出差异化的香气、滋味和口感, 不仅满足消费者个性化的需求, 也是影响产品感官品质和市场接受性的重要因素之一[7–8]。神经科学和感官心理学等越来越多研究表明, 食物多感官刺激(如视觉、味觉、嗅觉、触觉)下, 不同风味和质地会产生不同的情绪响应[9]。如辛辣食物能产生内啡肽从而有助于释放情绪和缓解压力[10], 感觉疲倦或负面情绪的被试更偏好高热量、高美味食物, 如奶油味、淀粉类的、甜食等[11–12]。此外, 当消费者心情愉悦时, 会选择提神的、有趣的食物, 如酸甜的、带气泡的或清新风味[13]。因此, 研究食物风味对消费者情绪的影响对于提升消费者偏好和改善食物选择行为的预测能力具有积极意义, 帮助进一步区分具有类似喜好程度的食品[14]。

已有研究表明, 乳制品有助于缓解焦虑和调节情绪[15–16]。但这种情绪调节效应是否与消费者喜好之间存在关联尚不明确, 且不同类型乳制品的情绪调节效应是否存在差异, 也有待进一步研究。基于此, 本研究拟以市面上不同类型的牛奶产品为研究对象, 采用感官分析技术手段开展消费者喜好测试和情绪响应测试, 阐明不同类型牛奶产品的喜好和情绪响应差异, 揭示喜好驱动下的关键情绪响应指标, 旨在为后期牛奶产品消费喜好和产品风味预测、提升提供基础数据支撑和科学依据。

1　材料与方法

1.1　材料与试剂

实验选择了 6 款市售纯牛奶产品(M1~M6), 6 款产品基本包含了市面上主流、代表性的纯牛奶类型, 且为同品类中销量排名前 TOP5 的国产奶产品, 能够充分反映市场牛奶产品的主流品质和消费偏好。产品生产日期与实验测试时间间隔不超过 5 个月。其中, 5 款为常温纯牛奶产品, 1 款为低温鲜牛奶产品(M4), M1 是 1 款超滤纯牛奶产品, M2 是枕包全脂纯牛奶产品, M3 是 1 款乳糖水解奶产品, M5 是低脂奶产品, M6 是一款有机奶产品。6 款纯牛奶产品的主要营养成分见表 1。

表 1　纯牛奶产品的主要营养成分

Table 1　Main nutritional content of pure milk products

名称	样品编号	脂肪/g	蛋白质/g	碳水化合物/g	Na^+/mg
超滤奶	M1	1.5	6.0	6.5	70
全脂奶枕包	M2	3.7	3.0	4.8	62
乳糖水解奶	M3	4.0	3.2	4.8	62
低温鲜牛奶	M4	4.2	3.6	5.3	60
低脂奶	M5	1.3	3.6	5.1	58
有机奶	M6	4.4	3.6	5.0	58

1.2　实验方法

1.2.1　样品制备

每次测试前制备纯牛奶测试样品。样品从打开包装到完成测试完成整个过程不超过 6 h。测试前, 纯牛奶样品保存温度为常温(20 ℃±2 ℃), 低温鲜牛奶(M4)放置 4 ℃下保存, 测试前 2 h 提前取出放置常温下, 确保样品测试时的温度与其他常温样品的测试温度一致。采用 50 mL 透明具盖品评杯, 每个样品品评量为 15 mL, 样品编码为 3 位随机编码。样品测试时样品温度为常温(20 ℃±2 ℃)。

1.2.2　消费者招募

消费者招募程序参见国家标准 GB/T 41408—2022《感

官分析 方法学 受控区域消费者喜好测试一般导则》开展。其中, 男性 24 名, 女性 46 名, 年龄 20~45 岁之间, 喝纯牛奶频次不少于每周 2 次, 平日无乳糖不耐症的情况。同时, 消费者应嗅味觉功能正常, 无吸烟习惯, 且无慢性鼻炎、嗅觉丧失或味觉障碍等可能影响评价的疾病。同时, 要求在实验开始前近期无感冒、鼻塞等急性症状, 且身心健康状况良好, 且近 2 周内无重大引发情绪波动的事情发生。最终消费者数量 70 人。

1.2.3 喜好测试

喜好测试采用 9 点中文喜好标度, 9 个中文喜好程度描述词分别为极其不喜欢、很不喜欢、不喜欢、较不喜欢、谈不上喜欢不喜欢、较喜欢、喜欢、很喜欢和极其喜欢, 分别对应数值1~9分[17]。测试环境条件符合GB/T 41408—2022中的要求, 采用测试软件 App sense 10.0 进行消费喜好测试。每个样品 15 mL, 样品提供顺序平衡随机[18], 确保每个样品在所有被试中的呈现顺序均保持一致, 每个样品均用 3 位数随机编码[19]。消费者测试前先用纯净水清洁口腔, 再进行样品品尝。2 个样品之间用纯净水清洁口腔, 并休息 5 min, 待口腔中无上一个样品风味残留后再品评下一个样品。

实验组织者测试前均应先向每位消费者讲解实验目的、测试过程和注意事项, 待其了解相关情况并签署知情同意书, 再开展相关测试。

1.2.4 情绪响应测试

牛奶产品的情绪响应测试采用 ZHONG 等[20]中的乳制品情绪量表, 共有 33 个情绪特性描述词, 分为 4 个维度。被试首先饮用 3 位随机编码的牛奶样品, 先完成喜好评价, 再对该样品的情绪响应进行回答。使用 5 点量表, 描述词包括非常不符合、不符合、不确定、符合、非常符合, 分别对应 1~5 分, 消费者对每个情绪词进行符合性评分。33 个情绪词出现的顺序采取随机平衡的原则。

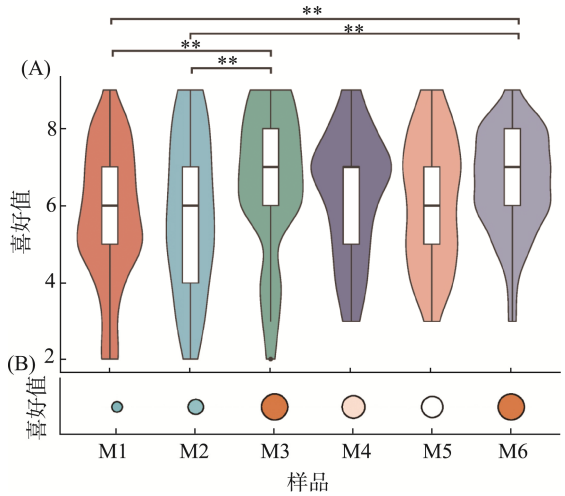
1.3 数据处理

采用 Origin 2021 和 XLSTAT 2025.1 进行数据统计分析和图形绘制, 包括聚类热图分析、相关性分析、多重因子分析等。采用方差分析(analysis of variance, ANOVA)和非参数检验(Friedman 检验和 Wilcoxon 检验)进行数据统计, 显著性水平设置为 0.05。

2 结果与分析

2.1 喜好结果分析

采用 9 点喜好标度对 6 个纯牛奶产品进行喜好测试, 结果如图 1 所示。除 M2 以外, 其余纯牛奶产品均呈现较为集中的喜好分布, 下四分位和上四分位差异均不超过 2 分[图 1(A)]。6 款产品均呈现较高的喜好, 喜好均值范围为 5.7 到 6.5 之间[图 1(B)], 表明消费者对 6 种纯牛奶产品的喜好水平介于较喜欢和喜欢之间[21]。超滤奶 M1 (5.7)和枕包全脂奶 M2 (5.7)的喜好均值偏低, 极显著低于乳糖水解奶 M3 (6.5)和有机奶 M6 (6.5) (P<0.01)。低温鲜奶 M4 (6.2)和低脂奶 M5 (6.1)的喜好均值介于中间, 与其他 4 个牛奶样品没有显著差异(P>0.05)。有研究表明脂肪完全脱除后会显著降低整体喜好, 但部分脱脂对于产品整体喜好影响较小, 本研究得到相同结论[22]。M3 和 M6 的喜好均值没有显著差异, 但 M3 的极喜欢(9 分)人群比例(16%)高于 M6 (3%), 推测是乳糖水解后产品具有淡淡的甜味, 从而显著提升了高喜好人群比例(P<0.05)。乳糖水解过程中, 乳糖酶将乳糖分解为葡萄糖和半乳糖, 这两种单糖的甜度均显著高于乳糖, 使得水解后的牛奶呈现出淡淡甜味[23]。提升的甜味改善了牛奶风味, 分解的糖分更易被人体消化吸收, 适合乳糖不耐受的人群, 同时也显著提升了产品的高偏好程度, 与前期研究报道结果一致[22]。



注: (A)喜好分布小提琴图; (B)喜好均值图; **表示样品间具有极显著性差异(P<0.01)。

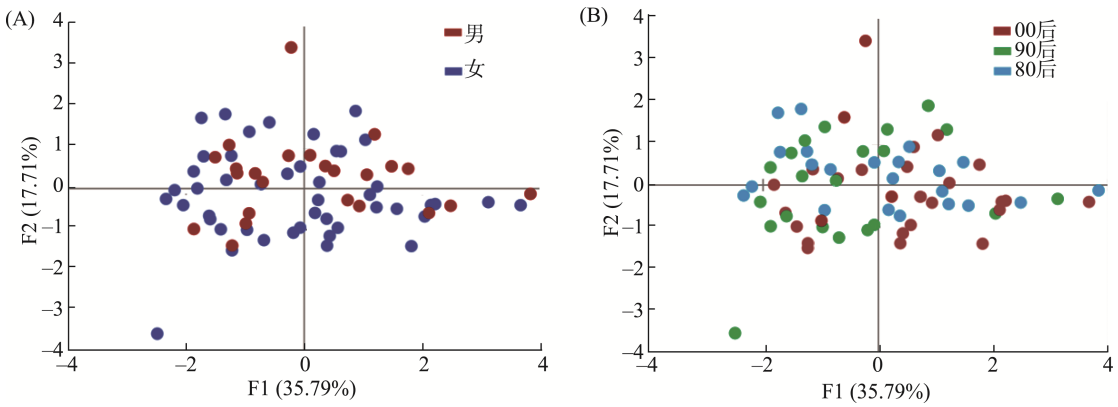
图 1 纯牛奶产品的喜好差异(n=70)

Fig.1 Differences in preference for pure milk products (n=70)

此外, 采用内部偏好图进一步考察了年龄和性别对不同类型牛奶产品的偏好影响, 结果如图 2 所示。前 2 个维度特征值贡献率分别为 35.79%和 17.71%, 累计贡献率已达 53.50%, 基本包含了样本的大部分信息。图 2(A)表明性别对不同类型纯牛奶产品的喜好没有显著性影响(P>0.05), 男性被试和女性被试基本分布在一起。根据年龄, 将被试分成了 00 后、90 后和 80 后 3 个年龄段, 图 2(B)显示 3 个年龄段被试分布没有差异, 表明对不同类型纯牛奶产品喜好同样没有显著性影响(P>0.05)。

2.2 情绪响应分析

图 3 描述了 6 种纯牛奶产品的情绪轮图。33 个情绪特性上, 6 种纯牛奶产品在真材实料的、温暖的、欣喜的、安全放心的、值得信赖的、想要的、放松的、欣赏赞美的、有品位的、真心实意的、治愈有疗效的、取悦自己的等 12 个情绪特性上未表现出显著差异(P>0.05)。

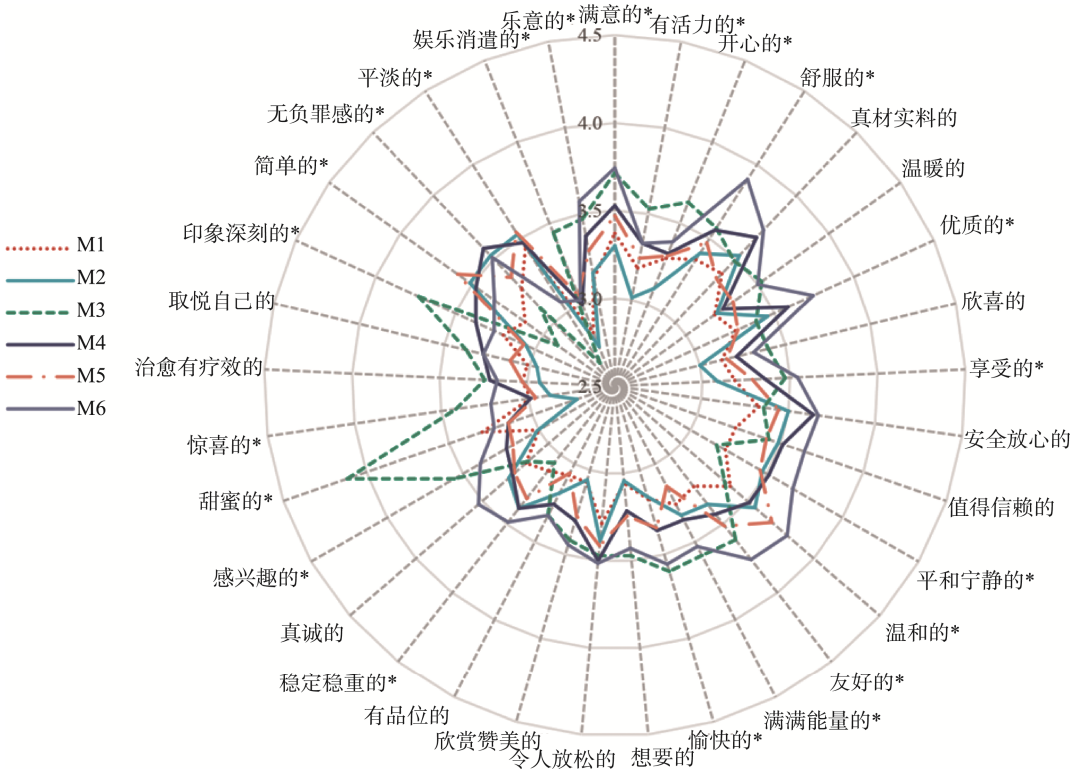


注: (A)性别; (B)年龄。图 5 同。

图 2　纯牛奶产品喜好的内部偏好图(n=70)

Fig.2　Internal preference map for pure milk products (n=70)

前期团队在纯牛奶产品情绪响应的研究结果表明，饮奶消费群体对纯牛奶产品的情绪响应主要以正向情绪为主，负面情绪较少[20]。同时建立了纯牛奶产品的情绪量表中，包括 33 个情绪特性。这些情绪特性分为 4 个维度，分别为产品的特性认知(维度 1)，包括 13 个情绪描述词：满满能量的、惊喜的、印象深刻的、欣喜的、甜蜜的、欣赏赞美的、感兴趣的、有活力的、有品味的、友好的、想要的、治愈有疗效的和娱乐消遣的；产品的质量感知(维度 2)，包括 6 个情绪描述词：安全放心的、温暖的、优质的、值得信赖的、真诚的和真材实料的；产品的接受性评估(维度 3)，包括 9 个情绪描述词；舒服的、令人放松的、取悦自己的、无负罪感的、乐意的、开心的、享受的、愉快的和满意的；以及产品的中性特性认知，包括 5 个情绪描述词：平和宁静的、温和的、平淡的、简单的和稳定稳重的[20]。本研究结果中，除“优质的”特性外，6 个纯牛奶产品在质量感知维度上其他情绪特性均没有显著差异(P>0.05)，符合性均值分布范围为 3.2~3.7，表明消费者对于 6 种纯牛奶产品都具有较好的质量感知，且产品之间具有较好的质量感知一致性。



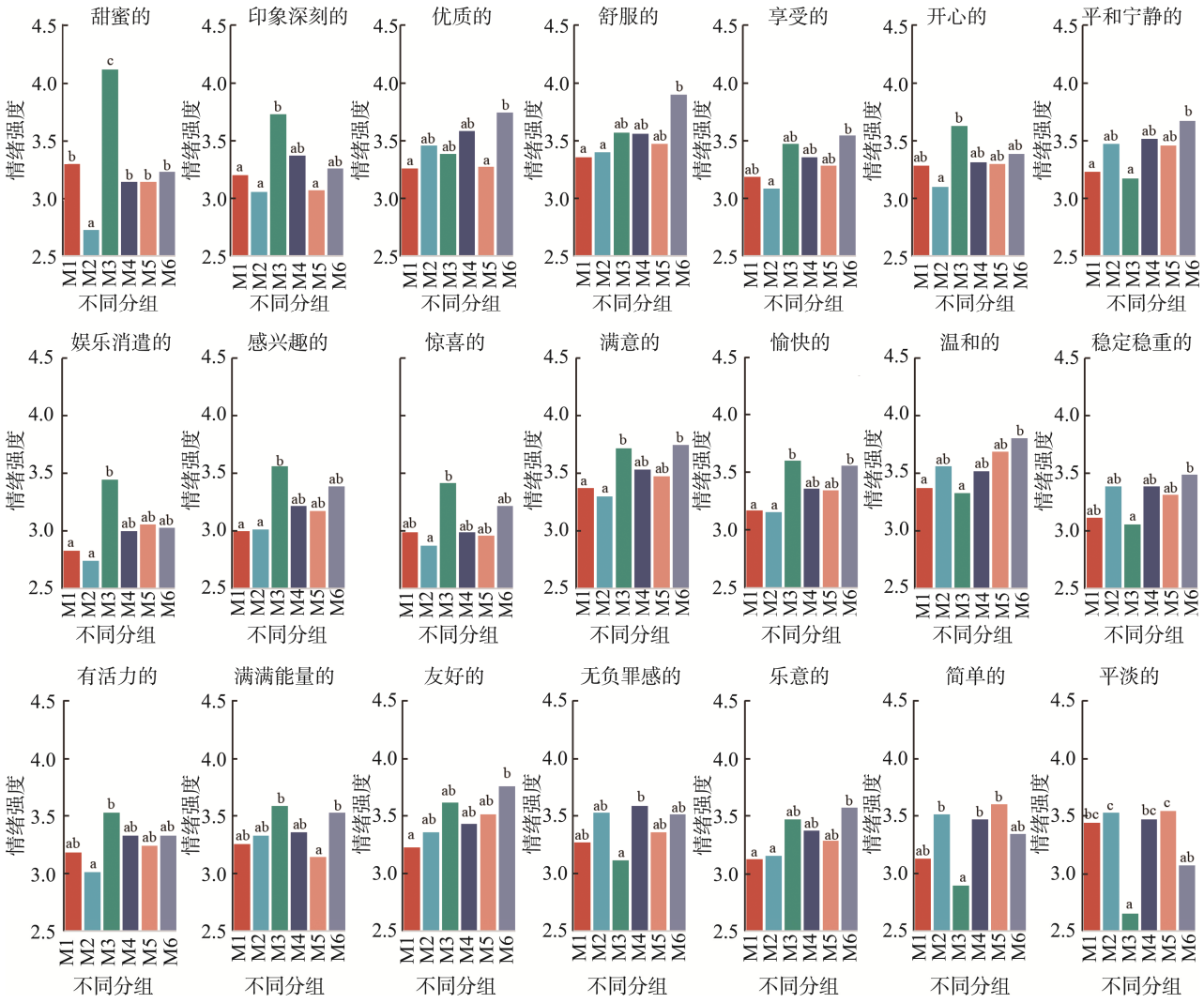
注: *表示样品在该特性下具有显著性差异(P<0.05)。

图 3　纯牛奶产品的情绪响应轮图(n=70)

Fig.3　Emotional response profiles for pure milk products (n=70)

图 4 给出了 6 种纯牛奶产品中具有显著差异的 21 个情绪特性的结果。在特性认知维度的 13 个情绪特性上，6 种纯牛奶产品在 8 个情绪特性存在显著差异(P<0.05)。其中，乳糖水解奶 M3 在甜蜜的、印象深刻的和娱乐消遣的 3 个特性上呈现最强的符合程度，推测是乳糖水解后增强了产品甜度，从而显著增强了这些情绪特性的符合程度。在质量特性上，有机奶 M6 优质的特性最高。在接受性评估维度上的 9 个情绪特性中，6 个产品在 7 个情绪特性存在显著差异(P<0.05)，M3 和 M6 在这些特性上(除无负罪感特性外)呈现出更强符合程度，M1 和 M2 呈现出更弱的符合程度。5 个中性特性维度上，6 个纯牛奶产品均表现出显著差异，M3 表现出最弱的符合程度，而 M1、M2、M4 和 M5 表现出更强的符合程度，包括简单的和平淡的等特性。

进一步采用多重因子分析(multiple factor analysis，MFA)，考察了年龄和性别对情绪响应的影响，结果如图 5 所示。MFA 是一种多元统计方法，主要用于处理多组多维数据，通过降维和因子提取揭示变量值与观测值对象之间的关联[24–25]。目前 MFA 被广泛用于多种食品的喜好响应、感官感知与情绪响应之间的关联性分析，如可食用昆虫、乳制品、甜点和咖啡等[26–28]。RV 值是 MFA 的一个重要参数，用于表征两个表中变量之间的关联性。相关性越强，RV 值越高[29–30]。图 5 结果表明，性别对情绪响应没有显著性影响，RV 值为 0.845，表明男性和女性对 5 种纯牛奶产品的情绪响应具有较好的一致性[图 5(A)]。不同年龄段对 6 种纯牛奶产品的情绪响应存在差异[图 5(B)]。其中，90 后和 80 后对 6 种纯牛奶产品的情绪响应较为一致，RV 值高达 0.856，尤其在 M1、M2、M4 和 M5 上表现出高度的一致性。00 后与 90 后对 6 种纯牛奶产品的情绪响应一致性偏低，RV 值仅为 0.564，特别与 80 后的情绪响应一致性更低(0.309)。因此结果表明，相比 36~45 岁消费者(80 后)，纯



注：不同字母表示样品间具有显著性差异(P<0.05)。

图 4 纯牛奶产品具有显著性差异的情绪特性分析(n=70)

Fig.4 Analysis of emotional characteristics with significant differences for pure milk products (n=70)

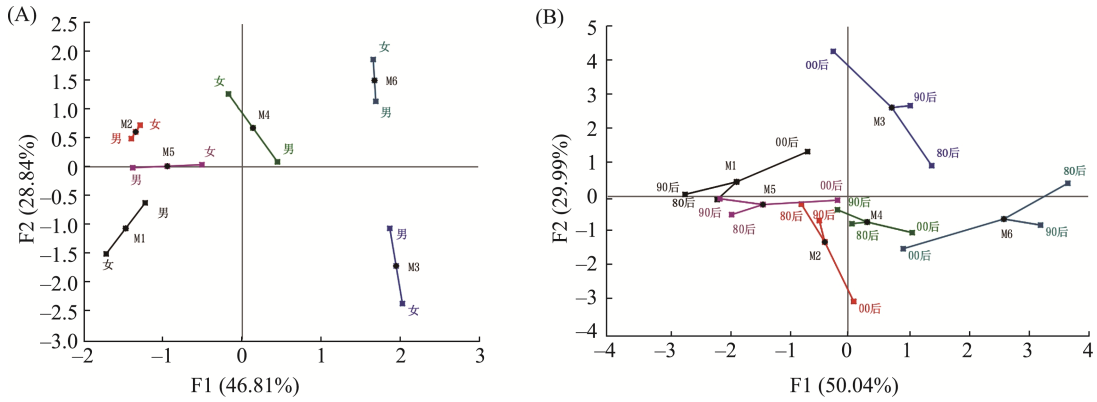


图 5　纯牛奶产品情绪响应影响因素的 MFA 图

Fig.5　MFA diagram of emotional response influencing factors for pure milk products

牛奶激发的情绪响应与 18~35 岁消费者(90 后和 00 后)存在显著差异(P<0.05)，后期再开展纯牛奶产品的情绪响应测试时，应按年龄对消费者群体进一步细分。

绘制不同类型纯牛奶产品情绪响应特性的聚类热图。热图可将数据可视化，橙色代表同种情绪特性在某一样品中的响应更高，绿色则代表该情绪特性在对应样品中的响应偏低[31]。图 6 结果表明，6 个样品被分为 2 大类。M3、M4 和 M6 分为一类，这 3 个产品在大多数情绪特性响应显著高于其他 3 个产品。其中 M3 在特性感知维度上(E1)的响应最高，M6 在接受性(E3)维度上，如舒服的、满意的、享受的、乐意的以及质量感知特性(E2)上具有较高响应，M4 在大部分情绪特性上具有中等的响应。M1、M2 和 M5 分为一类，M1 主要表现在质量特性(E2)和接受性(E3)上多数情绪特性响应最低，M2 在特性感知(E1)维度和部分接受性(E3)上维度上多数情绪特性响应最低，同时具有较为中等响应的质量特性和中性特性的情绪响应，M5 的大部分情绪响应处于中间水平，以及较高的中性特性的情绪响应。

2.3　喜好与情绪响应的关联分析

采用相关性分析研究不同类型纯牛奶产品的整体喜好与情绪特性的关联性，结果如图 7 所示。饼图表示显著正相关，空格表示不存在显著相关性，绿色表示负相关，橙色表示正相关。整体喜好与认知特性(E1)维度中的 9 个特性指标和接受性(E3)维度中的 7 个特性指标存在显著正相关性，表明整体喜好与产品情绪响应存在较强的相关性，且主要集中在认知特性和接受性 2 个维度情绪特性上。

采用偏最小二乘回归(partial least squares regression, PLSR)模型对不同类型纯牛奶产品情绪特性和整体喜好进行分析(图 8)。6 类奶产品在 95%的置信区间空间分布的区域性明显，模型参数 Q^2=0.834，R^2 和 Q^2 相差没有超过 0.3，

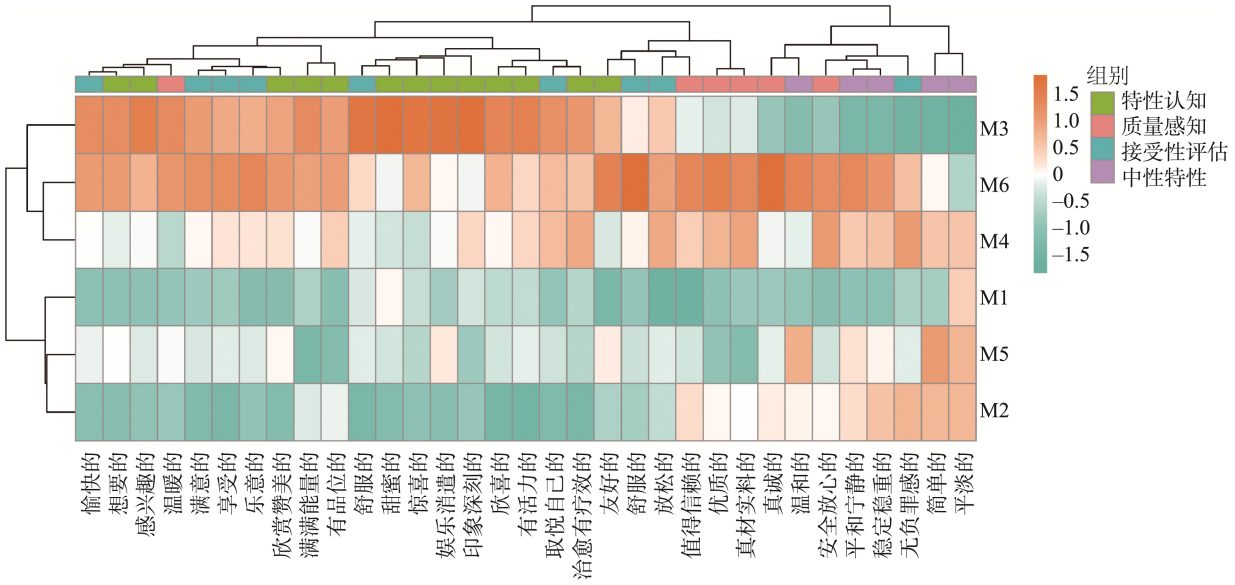


图 6　纯牛奶产品情绪响应的聚类热图分析

Fig.6　Cluster heatmap analysis of emotional responses for pure milk products

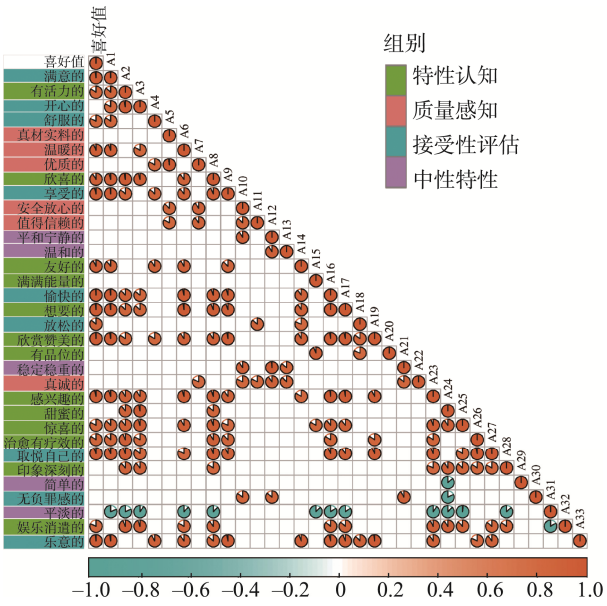


图 7 纯牛奶产品整体喜好与情绪响应的相关性分析

Fig.7 Correlation analysis of overall preferences to emotional responses in pure milk products

表明模型具有较好的预测能力。第一主成分对结果解释占比 54.6%，第二主成分对结果解释占比 25.4%。前两个主成分特征值的累计贡献率已达 80.0%，表明第一主成分及第二主成分基本包含了样本的全部信息。整体喜好和大部分情绪特性均分布在坐标轴右边，整体喜好与大部分接受性维度情绪特性存在显著正相关，包括享受的、满意的、愉快的、想要的、乐意的、取悦自己等。质量特性维度情绪特性主要分布在 X 轴上部，与 M6 产品具有强相关性。感知特性的大部分情绪特性主要分布在 X 轴下部，与 M3 产品具有强相关性。简单的、平淡的 2 个情绪特性都在 X 轴左侧，与 M5 强相关，但与整体喜好之间没有显著相关性。M1 和 M2 与喜好强负相关。

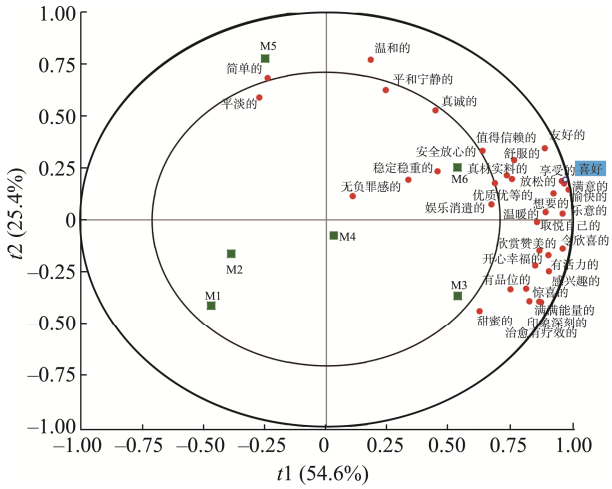


图 8 基于整体喜好和情绪响应的纯牛奶产品的 PLSR 双极图

Fig.8 PLSR bio-plot diagram of pure milk products based on overall preferences and emotional responses

不同类型纯牛奶产品 PLSR 的变量投影重要度(variabe importance for the projection, VIP)如图 9 所示，前期研究结果表明，VIP>1 时表示该物质对此 PLSR 模型建立具有重要作用[31]。VIP 值常用于衡量 PLS-DA 模型下每个变量因子表达模式对各组样本分类判别的影响强度和解释能力。VIP 越大，表明该物质组间差异越大，对于类型判别越关键。由图 9 可见，VIP>1 的共有 20 种情绪特性，表明这 20 种情绪特性对于模型具有较大影响力。这 20 种特性主

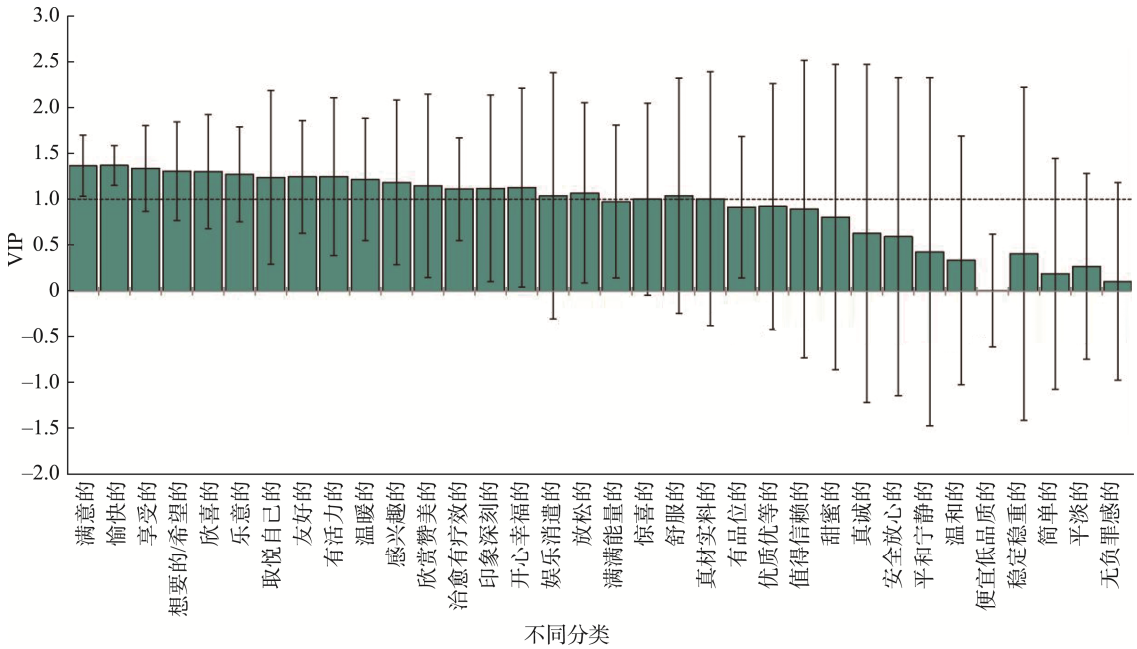


图 9 纯牛奶产品情绪响应的 VIP 分析

Fig.9 VIP analysis of emotional responses in pure milk products

要包括接受性维度(8)和认知特性维度(10), 表明这两个情绪维度是不同类型奶产品喜好的主要差异因素。有机奶M6具有最强的接受性维度情绪特性, 乳糖水解奶M3具有最强的认知特性的情绪特性, 鲜奶 M4 具有中等强的接受性维度和特性认知维度情绪特性, 低脂奶 M5 与简单的、平淡的显著性正相关, 同时具有较低的特性认知维度情绪特性, M1 和 M2 具有偏弱的接受性情绪特性。

3　结　论

食物引发的情绪响应是影响食品接受度和选择行为的重要因素。即使是喜好程度相近的产品, 通过情绪响应测量也能进行样品区分。本研究结果表明, 纯牛奶的整体喜好与产品的认知特性、接受性维度中大多数的情绪特性指标之间存在强正相关性, 高偏好的纯牛奶产品能够激发更多的认知特性和接受性相关的情绪特性。乳糖水解奶和有机奶最受消费者偏爱, 具有类似的喜好均值, 都能激发更多接受性维度情绪特性。但同时, 乳糖水解奶激发更强的认知特性维度相关情绪特性, 包括甜蜜的、印象深刻的、娱乐消遣的、取悦自己的等特性; 有机奶还激发了更多质量感知相关的情绪特性。本研究阐明了不同类型纯牛奶的情绪响应差异以及喜好相关的典型情绪特性指标, 为后期产品喜好研究、感官宣称、配方研发升级和市场洞察提供了基础数据和科学依据支撑。后期, 将进一步结合消费者情绪客观测量方法, 如脑电、生理信号等, 获取食品风味激发的、消费者喜好驱动的更多更客观的消费者情绪响应数据。

参考文献

[1] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2016)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
Chinese Nutrition Society. Dietary guidelines for Chinese residents (2016) [M]. Beijing: People's Health Press, 2016.

[2] ZHANG XM, AI NS, WANG J, *et al.* Lipase-catalyzed modification of the flavor profiles in recombined skim milk products by enriching the volatile components [J]. Journal of Dairy Science, 2016, 99(11): 8665–8679.

[3] CLAEYS WL, CARDOEN S, DAUBE G, *et al*. Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits [J]. Food Control, 2013, 31(1): 251–262.

[4] SCHWENDEL BH, WESTER TJ, MOREL PCH, *et al.* Invited review: Organic and conventionally produced milk-An evaluation of factors influencing milk composition [J]. Journal of Dairy Science, 2015, 98(2): 721–746.

[5] ZHANG XM, AN N, CHEN LJ, *et al.* Lipase-catalyzed modification of structural properties and sensory profile of recombined skim milk: From a non-volatile perspective [J]. LWT-Food Science and Technology, 2020, 118(1): 108838.

[6] 张丽静, 袁玮艺, 雷文平, 等. 无乳糖乳制品研究进展[J]. 农产品加工, 2021(18): 79–84.
ZHANG LJ, YUAN WY, LEI WP, *et al.* Research progress on lactose-free dairy products [J]. Farm Products Processing, 2021(18): 79–84.

[7] BAGNULO E, STROCCHI G, BICCHI C, *et al*. Industrial food quality and consumer choice: Artificial intelligence-based tools in the chemistry of sensory notes in comfort foods (coffee, cocoa and tea) [J]. Trends in Food Science & Technology, 2024, 147: 1–10.

[8] 王凤婷, 张坤, 王金玲, 等. 食品感官评价技术及其在乳制品中的应用进展[J]. 中国奶牛, 2025(9): 47–52.
WANG FT, ZHANG K, WANG JL, *et al*. Sensory evaluation technology of food and its application in dairy products [J]. China Dairy Cattle, 2025(9): 47–52.

[9] SPENCE C. Comfort food: A review [J]. International Journal of Gastronomy and Food Science, 2017, 9: 105–109.

[10] CHOY M, FASSI SE, TREUR J. An adaptive network model for pain and pleasure through spicy food and its desensitization [J]. Cognitive Systems Research, 2021, 66: 211–220.

[11] VAN-DILLEN LF, VAN STEENBERGEN H. Tuning down the hedonic brain: Cognitive load reduces neural responses to high-calorie food pictures in the nucleus accumbens [J]. Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 2018, 18(1): 47–459.

[12] MACHT M. How emotions affect eating: A five-way model [J]. Appetite, 2008, 50(1): 1–11.

[13] SPENCE C, LEVITAN CA. The taste of colours [J]. Food Quality and Preference, 2023, 104: 104784.

[14] MOURITSEN OG. The science of taste [J]. Flavour, 2015, 4(18): 1–2.

[15] SAKAI T, KUBOTA H, GAWAD A, *et al*. Effect of fermented milk containing *Lactobacillus casei* strain Shirota on constipation-related symptoms and haemorrhoids in women during puerperium [J]. Beneficial Microbes, 2014, 6(3): 1–10.

[16] DONG KF, XIE MY. Milk-derived bioactive peptides [Z]. 2004.

[17] OLEGARIO LS, ZALAMA L, ALBERTO GM, *et al*. Sensory and hedonic perception of meat versus ultra-processed plant-based meat analogs: A comparative study [J]. Journal of Food Science, 2024, 89(12). DOI: 10.1111/1750-3841.17531

[18] NESTRUD MA, MEISELMAN HL, CARDELLO AV. Development of EsSense25, a shorter version of the EsSense Profile® [J]. Food Quality and Preference, 2016, 48: 107–117.

[19] 赵镭, 刘文. 感官分析技术应用指南[M]. 北京: 中国轻工业出版社出版, 2011.
ZHAO L, LIU W. Sensory analysis technology application guide [M].

Beijing: China Light Industry Press, 2011.

[20] ZHONG K, WEN T, SHI BL, *et al*. An exploratory study on the development of a pure dairy product emotion scale (PDPES): A study on milk consumer in China [J]. Foods, 2025, 14(5): 827.

[21] ZHI RC, ZHAO L, SHI JY. Improving the sensory quality of flavored liquid milk by engaging sensory analysis and consumer preference [J]. Journal of Dairy Science, 2016, 99: 1–13.

[22] SU YF, WANG HY, WU ZY, *et al.* Sensory description and consumer hedonic perception of ultra-high temperature (UHT) milk [J]. Foods, 2022, 11(9): 1350.

[23] 侯瑾, 杨凯, 薛冰, 等. 乳糖酶的性质及其在低乳糖乳制品中的应用 [J]. 食品安全导刊, 2022(19): 172–177.
HOU J, YANG K, XUE B, *et al.* Properties of lactase and its application in low-lactose dairy products [J]. China Food Safety Magazine, 2022(19): 172–177.

[24] ESCOFIER B, PAGES J. L'analyse factorielle multiple [J]. Cahiers du bureau universitaire de recherche opérationnelle, Série Recherche, 1984, 42: 3–68.

[25] SCHOUTETEN JJ, DE-PELSMAEKER S, JUVINAL J, *et al*. Influence of sensory attributes on consumers' emotions and hedonic liking of chocolate [J]. British Food Journal, 2018, 120(7): 1489–1503.

[26] ARES G, GIMÉNEZ A, BARREIRO C, *et al*. Use of an open-ended question to identify drivers of liking of milk desserts. Comparison with preference mapping techniques [J]. Food Quality and Preference, 2010, 21(3): 286–294.

[27] PARTIDA-SEDAS JG, MUÑOZ-FERREIRO MN, VÁZQUEZ-ODÉRIZ ML, *et al.* Influence of the postharvest processing of the "Garnica" coffee variety on the sensory characteristics and overall acceptance of the beverage [J]. Journal of Sensory Studies, 2019, 34(4): 1–12.

[28] NERVO C, RICCI M, TORRI L. Understanding consumers attitude towards insects as food: Influence of insect species on liking, emotions, sensory perception and food pairing [J]. Food Research International, 2024, 182: 1–17.

[29] SEBASTIEN LE, HUSSON F. SensoMiner: A package for sensory data analysis [J]. Journal of Sensory Studies, 2008, 23(1): 14–25.

[30] WORCH T. PrefMFA, a solution taking the best of both internal and external preference mapping techniques [J]. Food Quality and Preference, 2013, 30(2): 180–191.

[31] BABICKI S, ARNDT D, MARCU A, *et al*. Heatmapper: Web-enabled heat mapping for all [J]. Nucleic Acids Research, 2016, 44(W1): W147–W153.

(责任编辑: 韩晓红 冯东慧)