

投影地图法在食品研究与开发中的研究现状

苏庆宇, 常晓敏, 刘雅冉, 许晓青, 李佳泽, 朱雨萱, 宋昊, 朱保庆

Current Status Research of Projective Mapping in Food Research and Development

SU Qingyu, CHANG Xiaomin, LIU Yaran, XU Xiaoqing, LI Jiaze, ZHU Yuxuan, SONG Hao, and ZHU Baoqing

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2021070202>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

感官评价在高汤研究中的应用进展

Application Progress of Sensory Evaluation in the Research of Soup

食品工业科技. 2019, 40(14): 342–345,352

主观客观组合权重法在食品感官评价中的应用

Application of Subjective and Objective Combination Weighting Method in Food Sensory Evaluation

食品工业科技. 2021, 42(18): 300–307

基于模糊数学感官评价法优化烧烤牛肚的制作工艺

Optimization on Processing Technology of Barbecue Tripe based on Fuzzy Mathematical Sensory Evaluation

食品工业科技. 2018, 39(19): 200–205

基于高维多元数据的酒体感官评价可视分析

Visual Analysis of Liquor Sensory Evaluation Based on High-Dimensional Multivariate Data

食品工业科技. 2021, 42(9): 78–84

基于智能感官与人工感官评价的中国三大干腌火腿风味特性分析

Flavor Characterization of Three Major Dry-Cured Hams in China Based on Intelligent Sensory Evaluation and Artificial Sensory Analysis

食品工业科技. 2020, 41(17): 231–236

五种苹果质构测定方法的比较及与感官评价的相关性分析

Comparison of Texture Determination Method and Correlation Analysis with Sensory Evaluation of 5 Kinds of Apple

食品工业科技. 2020, 41(22): 240–246



关注微信公众号，获得更多资讯信息

苏庆宇, 常晓敏, 刘雅冉, 等. 投影地图法在食品研究与开发中的研究现状 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(16): 390–399. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021070202

SU Qingyu, CHANG Xiaomin, LIU Yaran, et al. Current Status Research of Projective Mapping in Food Research and Development[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(16): 390–399. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021070202

· 专题综述 ·

投影地图法在食品研究与开发中的研究现状

苏庆宇¹, 常晓敏¹, 刘雅冉¹, 许晓青², 李佳泽¹, 朱雨萱¹, 宋昊^{3,*}, 朱保庆^{1,*}

(1. 北京林业大学生物科学与技术学院食品科学系,
林业食品加工与安全北京市重点实验室, 北京 100083;
2. 雀巢研发(中国)有限公司, 北京 100015;
3. 北京一轻研究院有限公司, 北京 101111)

摘要:随着感官分析方法在食品工业中的广泛应用, 研究人员对分析技术的要求不断提高, 快速感官分析方法应运而生, 投影地图法(Projective Mapping)是其中之一。投影地图法能够快速收集产品的感官属性, 分析产品之间感官特征的相似性或差异性; 也可以结合喜好问卷, 区分人群类别并探究影响消费者喜好的因素。本文对近年来投影地图法相关文献进行研究, 介绍了该方法的实验流程、影响因素及数据处理、优势与局限性、衍生方法及其在不同类型食品中的研究等, 并展望了这一方法的发展前景, 以期为食品感官评价相关领域的研究人员和企业提供借鉴。

关键词: 投影地图法, 快速感官分析方法, 感官评价, 食品研究, 发展

中图分类号: TS207.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2022)16-0390-10

DOI: [10.13386/j.issn1002-0306.2021070202](https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2021070202)

本文网刊:



Current Status Research of Projective Mapping in Food Research and Development

SU Qingyu¹, CHANG Xiaomin¹, LIU Yaran¹, XU Xiaoqing², LI Jiaze¹, ZHU Yuxuan¹, SONG Hao^{3,*},
ZHU Baoqing^{1,*}

(1. Department of Food Science and Engineering, College of Biological Sciences and Biotechnology,
Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;
2. Nestlé R & D (China) Ltd., Beijing 100015, China;
3. Beijing Industrial Technology Research Institute Co., Ltd., Beijing 101111, China)

Abstract: With the widespread use of sensory profiling methods in the food industry and the increasing demands of researchers on analytical techniques, rapid sensory analysis methods have emerged, one of which is projective mapping. projective mapping can quickly collect sensory attributes of products and analyze the similarity or difference of sensory characteristics among products, it can also be combined with preference questionnaires to distinguish people categories and explore the factors affecting consumer preferences. This paper examines the literature related to the projective mapping method in recent years, introduces the experimental procedure, influencing factors and data processing of the method, advantages and limitations, derivative methods and their research in different types of food products, and looks forward to the development of this method, in order to provide reference for researchers and enterprises in fields related to food sensory evaluation.

收稿日期: 2021-07-11

基金项目: 北京林业大学科技创新计划项目(2021ZY65); 北京林业大学2020年教育教学研究一般项目(BJFU2020JY036); 2021年大学生创新创业项目(X202110022056); 2020年大学生创新创业项目(G202010022093)。

作者简介: 苏庆宇(1995-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品风味化学, E-mail: qingyusu1009@163.com。

*通信作者: 宋昊(1979-), 女, 博士, 高级工程师, 研究方向: 食品与微生物发酵, Email: lyfd2002@163.com。

朱保庆(1982-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 食品感官分析、食品风味化学、食品生物技术, E-mail: zhubaoqing@bjfu.edu.cn。

Key words: projective mapping; rapid sensory profiling methods; sensory evaluation; food research; development

描述性分析(Descriptive Analysis, DA)是一种客观描述样品感官特征的方法^[1], 在食品感官分析中应用广泛。为了增加描述性分析方法在工业应用中的可行性和实用性, 提高描述性分析方法的效率, 减少研究的成本^[2], 研究人员开发了多种快速描述性分析方法^[3], 投影地图法(Projective Mapping, PM)是其中一种^[4]。

PM 方法来源于心理学, 最初于 1994 年被提出^[4], 并作为描述性分析的一种辅助方法出现在 Pagès 的文章中, 直到 2003 年 Pagès 等^[5-6] 使用了 Napping 一词重新介绍了该方法(Napping 在法语中表示桌布), 才得以广泛应用^[7-9]。近年来 PM/Napping 方法不断发展变化, 衍生出不同的形式, 主要包括: Napping 与超自选特性排序剖面法(Ultra-flash profiling, UFP)结合^[5-6]; 与归类法(Sorting)结合的归类 Napping (Sorted Napping)法^[10]; 要求评价员重点感知样品的特定感官特征(外观、香气、口感或质地)的部分 Napping 法(Partial Napping)^[8,11]; 参考极化感官定位方法(Polarized Sensory Positioning, PSP)^[12]设计的极化投影地图方法(Polarized Projective Mapping, PPM)^[13] 以及结合了消费者喜好的偏好 PM 法(Projective Mapping on Preference)^[14] 等。

本文系统的综述了 PM 方法的实验流程、影响因素、数据分析、优缺点、衍生方法及其在食品行业的应用, 并对 PM 方法进一步的发展做出展望。

1 PM 方法介绍

1.1 实验流程和影响因素

开展 PM 实验需要保证标准化的实验条件。首先, PM 需要在标准化的感官实验室中进行^[15]。感官实验室应保证光线充足、通风良好, 具备单独的感官实验间, 尽量减少评价人员之间的讨论和干扰, 并且可以根据 PM 实验目的对实验室环境进行调整。评价人员参加实验前也会被要求避免使用带有香味的化妆品。

评价人员在评价样品时, 需要根据实验要求观察样品外观、和/或嗅闻香气、和/或品尝口感, 并根据样品间感官特征的相似性或差异性, 在限定的二维空间上摆放样品的位置。样品摆放示意图如图 1 所示。

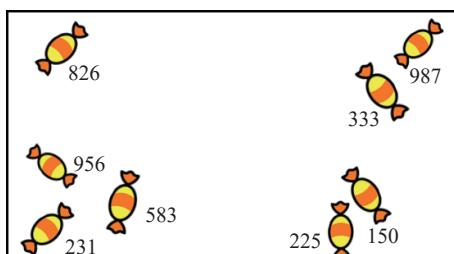


图 1 PM 实验样品摆放示意图^[16]

Fig.1 Schematic diagram of sample placement of projective mapping experiment^[16]

1.1.1 实验流程 一般会向评价人员提供用来摆放样品的空间(通常是一张白纸或网格纸), 评价人员通过摆放不同的位置来展示样品之间的感官区别。为了避免繁冗的样品位置信息手工录入工作, 近年来电子产品也被引入该实验, 用来记录评价人员样品摆放位置的数据。需要预先告知评价员: 如果她/他认为两个(或多个)样品的感官特征非常相似, 则样品在空间上的距离应该非常近; 反之, 如果认为样品之间差异非常大, 则它们之间的距离应该远离; 应尽可能的完全利用所提供的限定空间来摆放样品; 每个样品在空间上应该如何分布, 需要评价人员凭借自己的感知去判断, 不能提供提示。样品摆放好之后也可以要求评价人员依据自身感受到的某一个或某一组的样品的感官特征写下描述词(一般为 3~5 个); 这些描述词可以为后续分析投影地图结果提供重要补充信息。

在以往的研究中, 实验者使用过不同尺寸或规格的纸进行试验。Esmerino 等^[17] 选择 A4(210 mm×297 mm) 尺寸的纸用来获得 100 位消费者在 PM 实验中展示的希腊酸奶样品不同的空间位置。Moelich 等^[18] 邀请 10 位专业评价员使用规格为 60 cm×40 cm 的纸评价了 12 款蜂蜜花草。Wilson 等^[19] 也选择了规格为 60 cm×40 cm 的纸进行 PM 实验, 为研究各种香气挥发物对葡萄酒香气感知的复杂影响(掩盖或协同作用), 邀请 55 位经过训练的评价员对 12 款葡萄酒进行评价。Ribeiro 等^[20] 使用了 A3(297 mm×420 mm) 尺寸的纸进行试验, 邀请 100 位消费者对 12 款不同甜味剂配方酸奶的差异性进行评价。Orden 等^[21] 选择 A2(420 mm×594 mm) 尺寸进行 PM 实验, 邀请 349 位消费者评价了 9 款巧克力饼干。Hopfer 等^[22] 选择 18 种红葡萄酒作为样品, 着重研究了不同形状的纸(正方形与长方形)对 PM 实验结果的影响, 发现使用不同形状的纸, 评价员摆放样品时的定位方式不同, 结果也不同: 如正方形的结果显示, 样品在水平方向的区分度较小, 而长方形由于水平维度更大, 可以将样品间的差异更好的展示。一般来说, 根据研究目的选择纸张的规格或形状。通常推荐纸张大小为 60 cm×40 cm, 但其他规格的纸只要满足研究目的且能为评价人员提供充足的摆放样品的空间, 也可以用于实验^[23]。

1.1.2 实验样品 在 PM 实验中, 实验样品由感官分析师提供给评价人员。所有的样品会同时摆放在评价人员面前的桌上, 每位评价员面前的样品顺序是预先随机的, 且样品一般应该用三位随机编码命名。样品为 4~n 个, n 需依据实验目的与待评价样品的特点而定。Smith 等^[24] 邀请消费者在不同光照条件下评价 6 款葡萄酒的口感特征, 因为葡萄酒的口感复杂多样, 评价较少的样品来提高实验结果的可靠性。Kim 等^[25] 为描述韩国发酵豆酱的感官轮廓, 选用

15 种豆酱进行试验, 主要由于豆酱产品口感比较单一, 研究者在一次实验中可以提供给评价人员较多样品。评价样品的个数也与评价人员的水平有关, 样品之间的差异很小时, 普通消费者很难识别出样品之间的相似性或差异性, 该方法并不适用^[26]。此外, 由于 PM 实验要求一次品尝全部样品, 样品数量不宜过大^[27], 否则会引起评价人员的感官疲劳, 从而影响实验结果。

1.1.3 评价员 PM 实验所需评价人员的数量主要取决于样品特点和评价人员水平, 通常在 20~70 名之间, 没有明确的数目限制。评价人员可以是经过培训的专业人员, 也可以是普通消费者, 一般根据实验目的和样品特点确定。Barcenas 等^[28] 分别邀请经过培训的评价人员与普通消费者对 8 种羊奶奶酪进行 PM 实验, 结果发现: 消费者个体差异很大, 而培训会极大地降低评价人员个人能力的差异, 经过培训的评价人员更具有可靠性, 因此, 在评价差异不大或对样品需要一定专业认知时, 建议最好使用经过培训的评价员。此外, 研究发现评价人员对样品的熟悉度也会影响实验结果。Kim 等^[29] 邀请消费者对韩国、中国和日本生产的 15 种绿茶进行感官评价, 结果显示与法国消费者相比, 韩国消费者对绿茶比较熟悉, 不仅能够根据产地和加工方法对样品进行鉴别, 还会使用与茶烘焙方法相关的词语来描述样品, 说明评价人员对样品的熟悉程度会影响其对样品的认知。Vidal 等^[30] 研究香草甜点时发现通过增加实验次数或增加评价人员数量也可以提高 PM 实验结果的稳定性。

1.2 数据收集与分析

实验结束后, 可以得到评价员摆放的样品位置图, 取一定点为坐标轴原点, 建立平面直角坐标系, 每个样品都有 X 轴坐标值和 Y 轴坐标值, 如图 2 所示。将样品全部评价人员的 X 和 Y 坐标值导入表格, 如图 3 所示, X1 和 Y1 是评价人员 1 的坐标, X2 和 Y2 是评价人员 2 的坐标, 以此类推。可以利用多元统计方法分析这些数据构成的矩阵。

目前, 能够用来分析 PM 数据的分析方法主要包括广义普氏分析(Generalized Procrustes analysis, GPA)^[31]、多重因子分析(Multiple factor analysis, MFA)^[32~34]、INDSCAL 模型(Individual difference scaling, INDSCAL)^[28,35] 等。Nestrud 等^[36] 使用 GPA 和 MFA 分析, 对经过培训的评价员和消费者评价 13 款

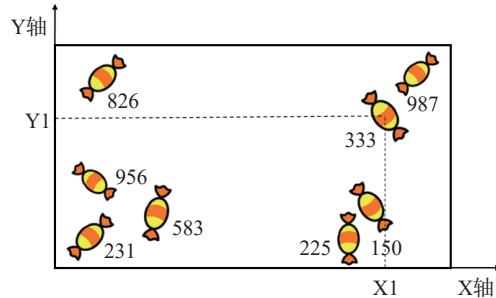


图 2 样品坐标示意图^[16]

Fig.2 Schematic diagram of sample coordinates^[16]



图 3 PM 数据导出图

Fig.3 Schematic diagram of PM data export

橘汁获得的数据进行分析, 获得了相似的结果。也有研究发现 GPA 揭示出的个体差异要小于 MFA, 而因 MFA 能够提取大于 2 个以上的主成分使得该方法可能优于 GPA^[37]。Naes 等^[38] 使用 INDSCAL 和 MFA 两种方法分析模拟和真实的 Napping 数据, 结果发现这两种方法在前两个维度的分析上表现出了非常相似的结果。最近, Berget 与 Varela^[39] 提出了一种新的 PM 数据分析方法—顺序聚类旋转(Sequential Clusterwise Rotations, SCR), 更加适合于对消费者进行分组, 了解消费者的个体差异。

1.3 优缺点

PM 方法的优势如表 1 所示。与两点检验、三点检验相比, PM 方法因为其独特的实验设计而更具有优势。在两点或三点检验中, 随着产品量的增加, 需要测评的次数会呈现类指数级的增加, 导致消耗大量的实验时间, 特别是评价人员会因此产生疲劳感进而影响实验结果的准确性。使用两点检验评价 10 个产品, 每位评价人员要进行 45 次实验, 而三点检验则要进行 120 次; PM 则可以弥补这一缺点, 可

表 1 PM 方法的优势与局限性对比

Table 1 Advantages and limitations of projective mapping

| 优势 | 局限性 |
|--|---|
| 1.PM方法快速灵活, 非常直观; 2.样品之间的差异很大时, PM可以提供快速且准确的结果; 3.评价人员可以经过训练, 也可以由消费者担任, 减少了建立/维护一个感官品评小组的时间与资金的消耗; 4.PM不需要强制将样品分组; 5.PM不需要得到专业的文字描述, 评价样品高效省时; 6.PM得到的结果对产品开发及市场营销有指导意义; | 1.相对于QDA, 精度不足; 2.样品之间差异很小时, 样品区分度较小; 3.相较于专家小组, 消费者经验不足, 稳定性较低; 4.样品量过大时, 评价人员容易感官疲劳; 5.同时评价大量样品, 可能会引起残留效应; 6.PM为一次实验, 不能分成小块实验进行; |

以在一轮实验中完成对 10 个产品的评价,从而节省大量时间和成本。在进行 PM 实验时,若选取差异较大的样品,一般可以快速得到准确且直观的结果^[40]。

PM 实验可以由经过训练的评价人员担任,也可以由消费者担任^[41]。但消费者经验不足,所提供的描述词准确性会比较差,且结果的稳定性较差^[26]。在实施阶段,PM 方法操作简单,可以快速灵活的对样品进行差异性判断^[42],且不需要得到专业的文字描述,

评价样品高效省时,但相对于定量描述分析方法(Quantitative Descriptive Analysis, QDA)法,PM 的精确度会较差^[43]。同时,PM 法需要一次实验评价全部样品,不能将实验分割,这也是制约 PM 实验中样品量的原因之一^[44]。

1.4 PM 与其他方法的比较及其衍生方法

从 PM 被引入以来,不断有研究者将 PM 与不同的感官分析方法进行了比较,如表 2 所示。

表 2 PM 与其他方法的比较^[22]
Table 2 Comparison of projective mapping with other methods^[22]

| 来源 | 年份 | 评价产品 | 感官方法 | 评价员 | PM space | 描述词 | 统计方法 | 总结 |
|-----------------------------------|------|----------------|---------------------------------------|---|-------------------|-----|--------------------------------|---|
| Risvik 等 ^[4] | 1994 | 5种商业巧克力 | DA与PM; | 经过培训的9名评价员 | 21 cm×29.7 cm(A4) | 无 | GPA; | PM是一种有效的感官分析方法 |
| King 等 ^[45] | 1998 | 18种商业点心 | Sorting、structured & unstructured PM; | 2个未经培训的小组(24名评价员) | 无 | 无 | GPA与CA | PM与Sorting两种方法在难易程度上没有差异性,但是消费者使用PM方法更易于改变不同分组想法 |
| Pagès ^[6] | 2005 | 10种白葡萄酒 | DA与PM; | 8名经过训练的消费者/11名未经训练的葡萄酒专业人士 | 40 cm×60 cm | 有 | MFA | 将产品数量限制在12种葡萄酒以内效果好,葡萄酒的感官描述属性在两个小组之间是相似的 |
| Perrin & Pagès ^[46] | 2009 | 10种红酒 | PM-UFP与DA; | 14名未经训练的葡萄酒专业人士/8名未经训练的葡萄酒专业人士 | 40 cm×60 cm | 有 | PCA与MFA | PM-UFP与DA结果相似 |
| Pagès 等 ^[10] | 2010 | 8种沙冰 | Sorted Napping/PM; | 24名评价员 | - | 有 | HMFA | sorted Napping/PM方法在实践中是可行 |
| Nestrud & Lawless ^[35] | 2010 | 10块奶酪,10种苹果 | PM和Sorting; | 未经培训的评价员(苹果19名,奶酪21名) | 60 cm×60 cm | 有 | MFA | PM比Sorting能更好的定义样品类别 |
| Ares 等 ^[7] | 2010 | 8种巧克力牛奶奶甜点 | CATA与PM; | 50名消费者/40名消费者 | 40 cm×60 cm | 有 | ANOVA与MFA | 两种方法的结果显示了非常相似的结果,表明它们具有很高的一致性 |
| Albert 等 ^[2] | 2011 | 3种不同处理的鱼块 | QDA、FP与PM; | 10名经过训练的评价员/10名具有感官品评经验的评价员/20名消费者 | 21 cm×42 cm | 有 | ANOVA、PCA、HCA与MFA) | 结果显示三种方法所得到的感官特征相似 |
| Veinand 等 ^[47] | 2011 | 8种柠檬冰茶 | PM-UFP、FP与RG; | 30名消费者/43名消费者/42名消费者 | 29.7 cm×42 cm(A3) | 有 | GPA与MANOVA | 三种方法能得到相似的产品感官特征,且评价员能判断出重复样 |
| Dehlholm 等 ^[8] | 2012 | 9种商业猪肝酱 | Sorting、部分Napping、Napping、FP与常規剖面 | Panel A(评价员13/9/9); Panel B(评价员10/9/8); | - | 有 | PCA与MFA | 相较于传统的感官分析方法,突出了快速感官分析方法的时间优势,但感官属性较少 |
| Cadena 等 ^[40] | 2014 | 8种低脂酸奶 | DA、CATA、PM与PSP; | 243名消费者,平均分为三组,每组81名评价员 | 42 cm×30 cm | 有 | ANOVA、PCA、CA(CATA)、MFA(PM、PSP) | DA仍然是最可靠的感官分析方法,能够提供详细和准确的信息,快速感官分析方法可以在短时间内提供有关产品的感官特征 |
| Heymann 等 ^[48] | 2014 | 19种白葡萄酒 | DA与PM; | 25名经过训练的评价员/25名未经训练的葡萄酒行业专业人士 | 60 cm×90 cm | 有 | MANOVA、CVA、MFA | 两个小组获得的葡萄酒的感官特征是相似的 |
| Marcano 等 ^[11] | 2015 | 8种希腊酸奶 | 整体PM与部分PM; | 整体PM(47名);基于风味的部分PM(53名);基于质地的部分PM(61名) | - | 有 | MFA | 部分PM能比整体PM在某一方面提供更全面的结果 |
| Vidal 等 ^[30] | 2016 | 13种香草甜点 | PM与CATA | 每种样品有41-95名消费者参与(共1332名) | 42 cm×30 cm | 无 | MFA与CA | 消费者人数的增加可以提高两种快速感官分析方法结果的可靠性和稳定性 |
| Esmerino 等 ^[17] | 2017 | 8种发酵乳制品 | PM、FG与WA; | 50名消费者 | 21 cm×29.7 cm(A4) | 有 | MFA | 三种方法都可确定影响消费者选择发酵乳制品的内在和外在因素 |
| Wilson 等 ^[27] | 2018 | 10种南非白葡萄酒 | PPM与PM; | 21名消费者 | 40 cm×60 cm | 有 | MFA与UFP | PPM与PN结果具有相似性,表明PPM结果的可接受性与可靠性 |
| Oliver 等 ^[41] | 2018 | 3种不同品种草莓(6个样品) | 定量描述分析(QDA)与Napping-UFP; | 12名经过培训的评价员/131名消费者 | 40 cm×60 cm | 有 | PCA与MFA | 当时间有限时,大量消费者使用UFP-Napping是QDA的一个合适的替代方法 |

Ares 等^[7] 分别用适合项勾选法(Check-all-that-apply, CATA)和 PM 法来描述巧克力的特征, 结果表明 PM 法有助于确定消费者喜欢或不喜欢巧克力样品的驱动因素。Moelich 等^[18] 选择 36 款蜂蜜花草茶, 邀请了 9 位专业评价员比较了 DA(Descriptive analysis)与 PM 两种方法, 两种方法能得到相似的感官轮廓, 评价人员使用 PM 法可以获得蜂蜜花草茶完整的感官特征, 这也证明 PM 法是一种有效的感官分析方法。

Albert 等^[2] 使用 QDA、FP 和 PM 等三种感官分析方法评价产品的感官特征, 结果表明: 三种方法可以得到相似的结果; 但 QDA 所需的时间约为 16 h, 而 FP 与 PM 所需的总时间均为 2 h。尽管 QDA 是一种非常精确的描述性分析方法, 但培训和维护一个品评小组需要消耗较多的时间、精力和支出, 这是制约研究者选择 QDA 进行感官实验的重要原因之一; 相对于 QDA, PM 实验更加直观、灵活, 允许未经培训的消费者参与, 且能获得与 QDA 相似的结果。Esmerino 等^[17] 使用 Pivot Profile(PP)法, CATA 法, PM 方法, 邀请 100 名消费者对 7 种不同的希腊酸奶进行感官评价, 三种快速感官方法能获得相似的结果。

PM 作为一种新型的快速感官分析方法自身也在不断地发展变化, 近年出现的衍生方法如表 3 所示。

PM/Napping 与 UFP 联用也是一种灵活的, 可以快速获得产品关键感官特征的感官评价方法^[49]。Perrin 等^[50] 使用了三种方法——Napping-UFP、常规剖面法(Conventional Profiling, CP)与 FP 来描述葡萄酒的主要感官特征, 证明 Napping 与 UFP 联用方法是最省时且易于提供葡萄酒特征的方法。

Torri 等^[51] 使用归类 Napping 法评价 9 种香醋, 结果显示韩国消费者和意大利消费者均按照自己的文化背景将香醋进行分组: 意大利消费者的描述词与欧洲美食文化相关, 如奶酪、葡萄酒等; 而韩国消费者的描述词则更多与亚洲饮食文化有关, 如中药、红参等。与 Napping 法相比, 归类 Napping 法的优点是可以收集评价员或消费者如何对产品进行分组, 并描述所创建的样品组^[52]。

Smith 与 McSweeney^[24] 使用部分 PM 与 UFP 联用的方法, 选择 6 种白葡萄酒作为实验样品, 设计了 4 组实验用来验证颜色是否会影响评价员对样品口感的评价, 结果表明即使要求消费者只关注样品的口感特征, 他们依旧受颜色与口感关联的影响, 从而产生一些偏向性的描述词。部分 PM/Napping 作为 PM 方法的一种拓展, 能更好的针对样品的某一感官特征, 来验证一些因素对样品特定感官特征认知的影响^[24]。Veinand 等^[47] 进一步研究发现部分 PM 比整体 PM 更适用于样本量较大的实验^[53]。

表 3 PM 及其衍生方法^[25]

Table 3 Projective mapping method and its derived methods

| 方法类型 | 方法特点 | 方法的应用 | 文献 |
|---|---|---|--|
| Projective Mapping/Napping 投影地图法 | 整体相似性(差异性) | 白葡萄酒; 酸奶; 乳酪; 酸奶; 发酵乳; 甘薯; 香草甜点; 巧克力曲奇 | Heymann 等 ^[48] (2014) Esmerino 等 ^[17] (2017) Barcenas 等 ^[28] (2004) Ribeiro 等 ^[20] (2020) Moelich 等 ^[18] (2017) Vicente 等 ^[14] (2017) Vidal 等 ^[30] (2016) Orden 等 ^[21] (2021) |
| Projective Mapping/Napping-Ultra-flash profile 投影地图-超闪现剖面法 | 整体相似性(差异性) | 葡萄酒; 绿茶; | Perrin 等 ^[50] (2008) Kim 等 ^[29] (2013) |
| Projective Mapping/Napping 与 Free Choice Profile 联用 投影地图-自由选择剖面法 | 整体相似性(差异性) | 葡萄酒; | Perrin 等 ^[50] (2008) |
| sorted Projective Mapping/Napping 分类PM/Napping | 整体相似性(差异性) | 沙冰; 香醋; | Pages 等 ^[10] (2010) Torri 等 ^[51] (2017) |
| Partial Projective Mapping/ Napping 部分PM/Napping | 单一属性(外观、香气、口感或质地)相似性(差异性) 多种属性(香气与味道、口感与味道等)相似性(差异性) | 白葡萄酒; 白兰地; 草莓; 肝脏; | Smith 等 ^[24] (2019) Louw 等 ^[57] (2015) Oliver 等 ^[41] (2018) Dehlholm 等 ^[8] (2012) |
| Partial Projective Mapping/ Napping 与 Ultra-flash profile 联用 部分投影地图-超闪现剖面法 | 单一属性(外观、香气、口感或质地)相似性(差异性) 多种属性(香气与味道、口感与味道等)相似性(差异性) | 葡萄酒; 白兰地; | Kemp 等 ^[16] (2018) Louw 等 ^[57] (2015) |
| Polarized Projective Mapping 偏振投影地图 | 与三个确定为参考样的样品的相似性(差异性) | 香肠; 白葡萄酒; | Horita 等 ^[54] (2017) Wilson 等 ^[27] (2018) |
| hedonic frame-PM 享乐框架PM | 使用喜好框架, 即喜好相似性 | 韩国发酵豆酱; | Kim 等 ^[25] (2019) |
| Sensory Frame-PM 感官框架PM | 使用感官框架, 即感官相似性 | 韩国发酵豆酱; | Kim 等 ^[25] (2019) |
| Projective Mapping on Choice/Preference 偏好投影地图 | 偏好相似性 | 商业全麦面包; | Varela 等 ^[56] (2017) |

PPM 是 PM 的一种新形式, 在 PPM 中, “poles”是指在评价员摆放样品的纸上, 有固定的、预先确定好位置的样品, 这个样品作为实验的参考样提供给评价人员^[13]。评价人员对比实验样品与参考样的相似与差异, 将其摆放在“poles”周围。Horita 等^[54]选用 8 种不同配方的低钠香肠比较 PPM 与 DA 两种方法, PPM 与 DA 相似的实验结果证明了 PPM 方法的可靠性。Wilson 等^[27]选择 17 种南非白葡萄酒作为样品, 比较 PM 与 PPM 两种方法, 结果表明两种方法能获得相似的结果。PPM 结合了 PM 和 PSP 的主要特点, 弥补了 PM 实验中样品不能过于复杂或样品量不宜过大的问题^[55]。一方面, PPM 实验具有分析大样本的能力, 使用已知或评价人员/消费者熟知样品作为参考, 直接比较来自多个实验的数据, 弥补了 PM 实验中样品量过大导致评价人员感官疲劳的缺点, 并且可以加入新的实验样品, 有效地增加了最大样本量^[27]。另一方面, PPM 的主要缺点是在实验之前需要进行关于确定参考样品的先验实验, 如 QDA, 并确定其在样品地图中的位置。PPM 另一个值得进一步考虑的问题是, 预先确定的参考样品位置是否会影响评价人员的认知过程, 从而影响感官空间^[55]。

偏好 PM 结合九点喜好标度, 探究决定消费者喜好的驱动因素^[56]。以面包为例, 与经典 PM 进行了比较, 偏好 PM 成功地从整体角度揭示了消费者喜欢和选择面包的驱动因素, 根据消费者的偏好结果, 总结出他们在现实生活中选择产品的主要驱动因素^[56]。在基于选择和偏好的 PM 实验中, 样品的感官方面较少被关注, 人们更多的关注消费者的偏好。通过这一方法, 能够提供消费者对样品偏好的驱动因素。偏好 PM 是一种适用于市场分析的有效工具, 但这种方法的个体差异和群体行为会影响实验结果, 应当进行进一步研究。

一些研究人员比较了基于喜好的 PM(Hedonic Projective Mapping, H-PM)和基于感官的 PM(Sensory-Projective Mapping, S-PM)两种方法。在 H-PM 方法中, 评价人员根据喜欢(不喜欢)样品原因的相似性对样品进行分组; 在 S-PM 方法中, 评价人员将具有相似感官特征的样本分组^[24]。H-PM 法是一种筛选样品的方法, 但是该方法需要评价人员熟悉待评价的样品, 判断出该样品是否适用于此方法, 以减少由于样品的复杂性而产生的潜在错误, 因此需要经过一定培训的评价人员进行实验^[25]。

综上, Napping 与 UFP 联用方法是能够有效的节省时间且易于提供产品的感官特征, 有益于研究者更好的解释实验结果, 适用于感官属性比较复杂的样品, 如葡萄酒, 茶等; 归类 Napping 法的优点在于研究者能够获得来自评价员或者消费者对样品的分类(分组)及分类(分组)的理由, 同时这种方法能够比较一个较大的样品组之间的差异, 这有效增加了样品数

量, 该方法适用于基于不同性别或文化背景等因素下不同人群的分类结果的研究; 部分 PM/Napping 法使评价员能够对样品的某一感官属性, 如外观、香气或口感, 进行有针对性的评价, 从而获得更好的感知样品感官特征的能力, 而部分 PM 的局限性在于, 参与实验的评价员或消费者会受到其它感官特征的影响, 一般需要通过重复的实验获取更可靠的结果, 该方法适用于深入挖掘产品某一感官属性的特点及感官属性之间相互影响的研究; PPM 法能够为评价员或消费者提供三个参考样品作为摆放位置的依据, 大大降低了实验复杂度与评价员或消费者在面对大量样品时的感官疲劳度, 适用于具有明显感官差异及样品量大的情况; 偏好 PM 法结合九点喜好标度获得消费者喜好或选择某些样品的驱动因素, 这种方法可以在产品开发和市场投放过程中为产品开发人员和营销人员提供更为实际、有效的信息, 适用于新产品开发及产品投放前的消费者调查, 该方法是企业或工厂进行感官实验的极佳选择; 基于喜好的 PM 法适用于研究者探究不同人群的消费者喜欢(不喜欢)某一样品原因是否相似; 基于感官的 PM 法适用于研究者探究不同人群的消费者是否能够根据样品的感官特征将样品进行分组。

2 PM 法应用于食品饮料的研究

目前, PM 法已用于饮料、糖果等不同类型的食品中, 也有在产品包装评价和营养宣称中的应用, 如表 4 所示。

2.1 PM 在饮料感官评价中的研究

PM 常被用于评价葡萄酒^[24,27,48]与白兰地^[57]等多种酒类饮料中。Torri 等^[26]使用 PM 方法, 比较了葡萄酒专家和消费者对高品质意大利红葡萄酒香气差异的感官分析。Aurand 等^[58]使用 PM 方法对葡萄酒中的香气进行了感官分析。Heymann 等^[48]在一项白葡萄酒研究中, 邀请葡萄酒行业专业人员进行 PM 实验, 探究评价人员是否能够就一组特定的葡萄酒感知到样品中“矿物质”这一感官属性, 并证明 PM 方法是区分葡萄酒的有效方法。Wilson 等^[27]使用 PPM 方法评价 17 种来自南非的白葡萄酒。同年, Kemp 等^[16]利用部分 Napping-UFP 方法来鉴别重复实验时, 评价员感知到葡萄酒风味的差异。Smith 与 Smith 等^[24]使用部分 PM 方法评价 6 款白葡萄酒, 探究红光掩盖白葡萄酒的颜色是否会影响消费者对白葡萄酒感官特征的描述。Louw 等^[57]使用部分 Napping 评价了 10 款白兰地, 以便于更有效地捕捉不同白兰地样品之间口感的差异。该方法也曾被应用于茶类饮料的评价, 如 Veinand 等^[47]使用了包括 PM 方法在内的三种感官评价方法, 评价了 8 款柠檬冰茶饮料。Kim 等^[29]使用 Napping-UFP 方法, 比较韩国和法国消费者对韩国、中国和日本生产的绿茶感官属性的差异, 研究表明评价人员对样品的熟悉程度可能会影响其对样品的感知。Moelich 等^[18]

表 4 PM 方法应用于食品饮料的研究汇总
Table 4 Summary of research on projective mapping applied to food and beverages

| 应用领域 | 具体应用 | 参考文献 |
|------------------|---|---|
| 饮料类 ^a | 葡萄酒; 白葡萄酒; 白兰地; 茶; 绿茶; 柠檬冰茶; 粉末饮料; 发酵乳饮料; 低脂酸奶; 酸奶; 奶酪、羊奶奶酪; 牛奶; | Perrin 等 ^[50] (2008); Torri 等 ^[26] (2013) Heymann 等 ^[48] (2014); Smith 等 ^[24] (2019); Wilson 等 ^[27] (2018) Louw 等 ^[57] (2015) Moelich 等 ^[18] (2017) Kim 等 ^[29] (2013) Veinand 等 ^[47] (2011) Ares, Varela, Rado, & Giménez ^[64] (2011) |
| 乳品类 | | Esmerino 等 ^[17] (2017) Cadena 等 ^[40] (2014) Cruz 等 ^[60] (2013) Deegan 等 ^[61] (2014); Barcenas 等 ^[28] (2004) Grygorczyk 等 ^[59] (2013) |
| 糖果制品类 | 巧克力; 焦糖玉米; | Risvik 等 ^[4] (1994); Kennedy & Heymann ^[65] (2009); Ares 等 ^[7] (2010); Mayhew 等 ^[66] (2016) |
| 调味品类 | 韩国发酵豆酱; | Kim 等 ^[25] (2019) |
| 肉制品类 | 鱼块; 肝脏; 香肠; | Albert 等 ^[2] (2011) Dehlholm 等 ^[67] (2012) Horita 等 ^[54] (2017) |
| 农产品类 | 甘薯; | Vicente 等 ^[14] (2017) |
| 水果类 | 苹果; 草莓; | Pickup 等 ^[68] (2018) Oliver 等 ^[41] (2018); Vicente 等 ^[63] (2013) |

注: ^a分类标准参考2020年最新版食品生产许可分类目录。

选择茶作为样品, 对比了描述性感官分析(Descriptive Sensory Analysis, DA)与 PM 两种方法, 证明两种方法得到关于茶的感官描述结果相似。

2.2 PM 在乳制品感官评价中的研究

Barcenas 等^[28]使用经过训练的评价员与消费者进行 PM 实验评价羊奶奶酪的感官特征。Grygorczyk 等^[59]邀请 12 名经过培训的评价员对 8 种不同均质处理的牛奶进行感官评价。Cruz 等^[60]评价了 6 款草莓味酸奶的风味。Deegan 等^[61]邀请 46 位消费者评价了 10 款不同类型的奶酪, PM 实验结果显示, 消费者也可以分辨出实验奶酪与商业奶酪之间的差异。Cadena 等^[40]使用 PM 法与 CATA 法比较, 评价了 8 种富含益生菌的低脂功能性酸奶感官特征, 证明不同感官分析方法的优缺点。Esmerino 等^[62]邀请了 50 位消费者使用 PM 方法评价了 8 款不同种类的酸奶, 证明消费者选择发酵乳制品主要与感觉因素与情感因素等密切相关。

2.3 PM 在其他食品感官评价中的研究

PM 还被广泛应用于其他类型的食品中。在糖果类制品中, Risvik 等^[4]就采用改法对巧克力进行评价; Ares 等使用 PM 法同 CATA 法比较, 评价了 8 种巧克力牛奶甜点的感官特征, 实验结果证明了两种方法具有很高的相似性。Marcano、Ares 与 Fiszman^[11]邀请了 161 名消费者进行了基于口感和风味的整体 PM 与部分 PM 实验, 获得了不同配方奶酪馅饼的特性。在肉制品中, Albert 等^[2]通过评价经过不同条件处理的鱼块, 证明 PM 法是一种快速灵活的分析方法, 直观且易使用; Santos 等^[44]也使用 PM 方法评价了 6 种商业香肠的感官特征。在水果类食品中, Vicente 等^[63]使用 PM 方法评价了三个收获季节

5 个草莓品种的感官特性, 结果说明不同草莓品种感官特征以及收获季节不同的草莓的感官特征, 对该地区的农业有较大的指导意义; Oliver 等^[41]也评价了 6 种不同品种的草莓。PM 也被用于调味品类中, Kim 等^[25]使用 H-PM 法对韩国发酵豆酱汤进行了评价。当然, PM 法也被应用于农产品中。Vicente 等^[14]对 9 种不同基因型的甘薯的感官特征进行评价, 确定不同基因型甘薯的主要感官特征, 并根据感官特征对甘薯品种进行区分, 确定未来甘薯品种的选择。这表明 PM 技术也可为农业中优良品种选育提供帮助。

2.4 在产品包装和营养声称的研究

PM 方法还成功地应用于食品感官评价以外, 如产品包装评价和营养声称对消费者感知的影响^[69]。

Carrillo 等^[69]将邀请到的 90 位消费者分成 3 组(第 1 组消费者盲评样品; 第 2 组消费者被告知样品信息; 提供给第 3 组消费者产品包装), 这 3 组消费者分别对 10 种不同热量的饼干在研究者提供的 A2 纸上进行感官评价。消费者通过产品感官特征的差异性摆放样品后, 又对样品的整体喜好度与健康程度进行评价, 结果显示: 在盲评样品时, 所有样品的整体喜好度都很高; 而提供给消费者产品包装后, 消费者对产品的评价也会受到包装上产品健康程度相关信息的影响。

Carrillo、Varela 与 Fiszman^[70]再次邀请 120 位消费者对 23 款热量不同的饼干使用 PM 方法进行评价。120 位消费者被分为 4 组: 第 1 组消费者并未看和品尝到饼干, 只被提供了饼干包装, 这组消费者根据包装的感官特征的相似或差异性将样品区分; 第 2 组消费者只根据提供的食品营养标签对样品进

行评价(未品尝);第3组消费者对23款样品进行盲评,消费者根据样品感官特征的相似或差异性进行区分;第4组消费者在拥有样品营养标签的条件下对样品进行品尝,并进行评价。结果表明消费者会受到产品包装及营养标签极大的影响,如在得知某一无糖样品富含纤维素后,消费者会联想到更多负面的感官特征描述词,而相应的样品在盲评时与“美味的”这样的积极的感官特征描述词相联系。

3 总结与展望

PM方法作为一种快速感官分析方法,不仅能够快速收集消费者对产品之间感官特征的相似性或差异性的描述,而且能够结合消费者的喜好程度,从而为实际产品的生产及有针对性的销售提供切实可靠的依据。PM方法的这一优势不断地被研究者们认识,研究的产品种类越来越多,研究的范围也逐步扩大,其在未来几年将是感官方法研究的一个重点领域。随着研究目的的变化及待测产品复杂性的增加,PM方法必然会不断发展,结合不同的感官评价方法来满足需求,使PM方法更好的适用于不同的场景中多种类型的样品评价。

在方法完善方面,PM实验需要邀请消费者或未经培训的评价人员进行,为了提高结果的稳定性和可靠性,需要进一步研究包括最佳评价小组人数以及如何减少评价人员感官疲劳等方面的内容。在方法应用方面,目前PM方法多用于不同类型的食品进行感官评价的食品研究,或为适应实验样品或实验目的的复杂性进行一些改变的方法学研究,这些研究的结果证明PM方法的适用性与实用性。食品企业建立感官评价小组,开展PM实验,可以帮助企业更好的了解产品的感官特征以及消费者的喜好。将PM方法应用于食品工业中,既符合消费者对食品品质愈来愈高的追求,也更帮助企业研发人员适应食品研发日新月异的变化。

每一种方法都具有一定的局限性,研究者们正在不断加快改进的步伐,完善补充PM方法,相信未来的PM方法能更好的满足科研工作者与食品工业的需求。

参考文献

- [1] LAWLESS H T, HEYMANN H. Sensory evaluation of food: Principles and practices[M]. Springer Science & Business Media, 2010: 1–10.
- [2] ALBERT A, VARELA P, SALVADOR A, et al. Overcoming the issues in the sensory description of hot served food with a complex texture. Application of QDA®, flash profiling and projective mapping using panels with different degrees of training[J]. *Food Quality and Preference*, 2011, 22(5): 463–473.
- [3] 周维军, 左文霞, 吴建峰, 等. 浓香型白酒风味轮的建立及其对感官评价的研究[J]. *酿酒*, 2013, 40(6): 31–36. [ZHOU W J, ZUO W X, WU J F, et al. The establishment of flavor wheel and research on sensory evaluation[J]. *Liquor Making*, 2013, 40(6): 31–36.]
- [4] RISVIK E, MCEWAN J A, COLWILL J S, et al. Projective mapping: A tool for sensory analysis and consumer research[J]. *Food Quality and Preference*, 1994, 5(4): 263–269.
- [5] PAGÈS J. Recueil direct de distances sensorielles: Application à l'évaluation de dix vins blancs du Val-de-Loire[J]. *Sciences des Aliments*, 2003, 23: 679–688.
- [6] PAGÈS J. Collection and analysis of perceived product inter-distances using multiple factor analysis: Application to the study of 10 white wines from the Loire Valley[J]. *Food Quality and Preference*, 2005, 16(7): 642–649.
- [7] ARES G, DELIZA R, BARREIRO C, et al. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception[J]. *Food Quality and Preference*, 2010, 21(4): 417–426.
- [8] DEHLHOLM C, BROCKHOFF P B, MEINERT L, et al. Rapid descriptive sensory methods—comparison of free multiple sorting, partial napping, napping, flash profiling and conventional profiling[J]. *Food Quality and Preference*, 2012, 26(2): 267–277.
- [9] VARELA P, ARES G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization[J]. *Food Research International*, 2012, 48(2): 893–908.
- [10] PAGÈS J, CADORET M, Lê S. The sorted napping: A new holistic approach in sensory evaluation[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2010, 25(5): 637–658.
- [11] MARCANO J, ARES G, FISZMAN S. Comparison of partial and global projective mapping with consumers: A case study with satiating cheese pies[J]. *Food Research International*, 2015, 67: 323–330.
- [12] TEILLET E, SCHLICH P, URBANO C, et al. Sensory methodologies and the taste of water[J]. *Food Quality and Preference*, 2010, 21(8): 967–976.
- [13] ARES G, DE SALDAMANDO L, VIDAL L, et al. Polarized projective mapping: Comparison with polarized sensory positioning approaches[J]. *Food Quality and Preference*, 2013, 28(2): 510–518.
- [14] VICENTE E, ARES G, RODRIGUEZ G, et al. Selection of promising sweet potato clones using projective mapping[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017, 97(1): 158–164.
- [15] 中国标准化研究院. GB/T 13868-2009/ISO 8589: 2007 感官分析建立感官分析实验室的一般导则 [S]. 2009-04-08. [China National Institute of Standardization. GB/T 13868-2009/ISO 8589: 2007 Sensory analysis-general guidance for the design of test rooms[S]. 2009-04-08.]
- [16] KEMP B, PICKERING G, WILLWERTH J, et al. Investigating the use of partial napping with ultra-flash profiling to identify flavour differences in replicated, experimental wines[J]. *Journal of Wine Research*, 2018, 29(4): 302–309.
- [17] ESMERINO E A, FERRAZ J P, FILHO E R T, et al. Consumers' perceptions toward 3 different fermented dairy products: Insights from focus groups, word association, and projective mapping[J]. *Journal of Dairy Science*, 2017, 100(11): 8849–8860.
- [18] MOELICH E I, MULLER M, JOUBERT E, et al. Validation of projective mapping as potential sensory screening tool for applic-

- ation by the honeybush herbal tea industry[J]. *Food Research International*, 2017, 99: 275–286.
- [19] WILSON C, BRAND J, DU TOIT W, et al. Matrix effects influencing the perception of 3-mercaptopropan-1-ol (3MH) and 3-mercaptopropanyl acetate (3MHA) in different chenin blanc wines by projective mapping (PM) with ultra flash profiling (UFP) intensity ratings[J]. *Food Research International*, 2019, 121: 633–640.
- [20] RIBEIRO M N, RODRIGUES D M, ROCHA R A R, et al. Optimising a stevia mix by mixture design and napping: A case study with high protein plain yoghurt[J]. *International Dairy Journal*, 2020, 110: 104802.
- [21] ORDEN D, FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ E, TEJEDOR-ROMERO M, et al. Geometric and statistical techniques for projective mapping of chocolate chip cookies with a large number of consumers[J]. *Food Quality and Preference*, 2021, 87: 104068.
- [22] HOPFER H, HEYMANN H J F Q. A summary of projective mapping observations—The effect of replicates and shape, and individual performance measurements[J]. *Food Quality and Preference*, 2013, 28(1): 164–181.
- [23] VALENTIN D, CHOLLET S, NESTRUD M, et al. Projective mapping & sorting tasks. descriptive analysis in sensory evaluation[M]. John Wiley & Sons, Ltd, 2018: 535–559.
- [24] SMITH A M, MCSWEENEY M B. Partial projective mapping and ultra-flash profile with and without red light: A case study with white wine[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2019, 34(5): e12528.
- [25] KIM M R, KIM K P, CHUNG S J. Utilizing hedonic frame for projective mapping: A case study with Korean fermented soybean paste soup[J]. *Food Quality and Preference*, 2019, 71: 279–285.
- [26] TORRI L, DINNELLA C, RECCHIA A, et al. Projective mapping for interpreting wine aroma differences as perceived by naïve and experienced assessors[J]. *Food Quality and Preference*, 2013, 29(1): 6–15.
- [27] WILSON C, BRAND J, DU TOIT W, et al. Polarized projective mapping as a rapid sensory analysis method applied to South African Chenin Blanc wines[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2018, 92: 140–146.
- [28] BARCENAS P, ELORTONDO F J P, ALBISU M. Projective mapping in sensory analysis of ewes milk cheeses: A study on consumers and trained panel performance[J]. *Food Research International*, 2004, 37(7): 723–729.
- [29] KIM Y K, JOMBART L, VALENTIN D, et al. A cross-cultural study using Napping®: Do Korean and French consumers perceive various green tea products differently?[J]. *Food Research International*, 2013, 53(1): 534–542.
- [30] VIDAL L, JAEGER S R, ANTÚNEZ L, et al. Product spaces derived from projective mapping and CATA questions: Influence of replicated assessments and increased number of study participants[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2016, 31(5): 373–381.
- [31] GOWER J C, DIJKSTERHUIS G B. Procrustes problems. New York: Oxford university press[J]. *Psychometrika*, 2005, 70(4): 799–801.
- [32] ABDI H, WILLIAMS L J, VALENTIN D. Multiple factor analysis: Principal component analysis for multitable and multiblock data sets[J]. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2013, 5(2): 149–179.
- [33] ESCOFIER B, PAGES J. Multiple factor analysis (AFMULT package)[J]. *Computational Statistics & Data Analysis*, 1994, 18(1): 121–140.
- [34] 许晓青, 苏庆宇, 王冬, 等. 多重因子分析技术在食品饮料行业感官分析中的应用[J]. 食品工业科技, 2021, 42(13): 427–434. [XU X Q, SU Q Y, WANG D, et al. Application of multiple factor analysis in sensory studies of food and beverage industry[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2021, 42(13): 427–434.]
- [35] NESTRUD M A, LAWLESS H T. Perceptual mapping of apples and cheeses using projective mapping and sorting[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2010, 25(3): 390–405.
- [36] NESTRUD M A, LAWLESS H T. Perceptual mapping of citrus juices using projective mapping and profiling data from culinary professionals and consumers[J]. *Food Quality and Preference*, 2008, 19(4): 431–438.
- [37] TOMIC O, BERGET I, NAES T. A comparison of generalised procrustes analysis and multiple factor analysis for projective mapping data[J]. *Food Quality and Preference*, 2015, 43: 34–46.
- [38] NAES T, BERGET I, LILAND K H, et al. Estimating and interpreting more than two consensus components in projective mapping: INDSCAL vs. multiple factor analysis (MFA)[J]. *Food Quality and Preference*, 2017, 58: 45–60.
- [39] BERGET I, VARELA P, NAES T. Segmentation in projective mapping[J]. *Food Quality and Preference*, 2019, 71: 8–20.
- [40] CADENA R S, CAIMI D, JAUNARENA I, et al. Comparison of rapid sensory characterization methodologies for the development of functional yogurts[J]. *Food Research International*, 2014, 64: 446–455.
- [41] OLIVER P, CICERALE S, PANG E, et al. Comparison of quantitative descriptive analysis to the napping methodology with and without product training[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2018, 33(3): e12331.
- [42] 苏晓霞, 黄序, 黄一珍, 等. 快速描述性分析方法在食品感官评定中应用进展[J]. 食品科技, 2013, 38(7): 298–303. [SU X X, HUANG X, HUANG Y Z, et al. Advance in the application of rapid descriptive sensory methods[J]. *Food Science and Technology*, 2013, 38(7): 298–303.]
- [43] MOUSSAOUI K A, VARELA P. Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis[J]. *Food Quality and Preference*, 2010, 21(8): 1088–1099.
- [44] SANTOS B A, POLLONIO M A R, CRUZ A G, et al. Ultra-flash profile and projective mapping for describing sensory attributes of prebiotic mortadellas[J]. *Food Research International*, 2013, 54(2): 1705–1711.
- [45] KING M C, CLIFF M A, HALL J W. Comparison of projective mapping and sorting data collection and multivariate methodologies for identification of similarity of use of snack bars[J]. *Journal*

- of *Sensory Studies*, 1998, 13(3): 347–358.
- [46] PERRIN L, PAGÈS J. Construction of a product space from the ultra-flash profiling method: Application to 10 red wines from the Loire Valley[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2009, 24(3): 372–395.
- [47] VEINAND B, GODEFROY C, ADAM C, et al. Highlight of important product characteristics for consumers. Comparison of three sensory descriptive methods performed by consumers[J]. *Food Quality and Preference*, 2011, 22(5): 474–485.
- [48] HEYMANN H, HOPFER H, BERSHAW D. An exploration of the perception of minerality in white wines by projective mapping and descriptive analysis[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2014, 29(1): 1–13.
- [49] DAIROU V, SIEFFERMANN J M. A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the flash profile[J]. *Journal of Food Science*, 2002, 67(2): 826–834.
- [50] PERRIN L, SYMONEAUX R, MAITRE I, et al. Comparison of three sensory methods for use with the Napping® procedure: Case of ten wines from Loire valley[J]. *Food Quality and Preference*, 2008, 19(1): 1–11.
- [51] TORRI L, JEON S Y, PIOCHI M, et al. Consumer perception of balsamic vinegar: A cross-cultural study between Korea and Italy[J]. *Food Research International*, 2017, 91: 148–160.
- [52] LÊ T M, HUSSON F, LÊ S. Digit-tracking: Interpreting the evolution over time of sensory dimensions of an individual product space issued from Napping® and sorted Napping[J]. *Food Quality and Preference*, 2016, 47: 73–78.
- [53] LOUW L, MALHERBE S, NAES T, et al. Validation of two Napping® techniques as rapid sensory screening tools for high alcohol products[J]. *Food Quality and Preference*, 2013, 30(2): 192–201.
- [54] HORITA C N, ESMERINO E A, VIDAL V A S, et al. Sensory profiling of low sodium frankfurter containing garlic products: Adequacy of polarized projective mapping compared with trained panel[J]. *Meat Science*, 2017, 131: 90–98.
- [55] DE SALDAMANDO L, ANTÚNEZ L, TORRES-MORENO M, et al. Reliability of polarized projective mapping with consumers[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2015, 30(4): 280–294.
- [56] VARELA P, BERGET I, HERSLETH M, et al. Projective mapping based on choice or preference: An affective approach to projective mapping[J]. *Food Research International*, 2017, 100(Pt 2): 241–251.
- [57] LOUW L, OEOFSE S, NAES T, et al. Optimisation of the partial napping approach for the successful capturing of mouthfeel differentiation between brandy products[J]. *Food Quality and Preference*, 2015, 41: 245–253.
- [58] AURAND J M, MEDINA K, BOIDO E, et al. Impact on tannat wines aroma produced by different yeast using three vinification systems[J]. *BIO Web of Conferences*, 2019, 12: 02007.
- [59] GRYGORCZYK A, LESSCHAEVE I, CORREDIG M, et al. Impact of structure modification on texture of a soymilk and cow's milk gel assessed using the napping procedure[J]. *Journal of Texture Studies*, 2013, 44(3): 238–246.
- [60] CRUZ A G, CADENA R S, CASTRO W F, et al. Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (CATA), projective mapping, sorting and intensity scale[J]. *Food Research International*, 2013, 54(1): 601–610.
- [61] DEEGAN K C, HOLOPAINEN U, MCSWEENEY P L H, et al. Characterisation of the sensory properties and market positioning of novel reduced-fat cheese[J]. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2014, 21: 169–178.
- [62] ESMERINO E A, TAVARES F E R, THOMAS C B, et al. Consumer-based product characterization using pivot profile, projective mapping and check-all-that-apply (CATA): A comparative case with greek yogurt samples[J]. *Food Research International*, 2017, 99(Pt 1): 375–384.
- [63] VICENTE E, VARELA P, DE SALDAMANDO L, et al. Evaluation of the sensory characteristics of strawberry cultivars throughout the harvest season using projective mapping[J]. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 2014, 94(3): 591–599.
- [64] ARES G, VARELA P, RADO G, et al. Are consumer profiling techniques equivalent for some product categories? The case of orange-flavoured powdered drinks[J]. *International Journal of Food Science & Technology*, 2011, 46(8): 1600–1608.
- [65] KENNEDY J, HEYMANN H. Projective Mapping and Descriptive Analysis of milk and dark chocolates[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2009, 24(2): 220–233.
- [66] MAYHEW E, SCHMIDT S, LEE S Y. Napping-ultra flash profile as a tool for category identification and subsequent model system formulation of caramel corn products[J]. *Journal of Food Science*, 2016, 81(7): S1782–1790.
- [67] DEHLHOLM C. Descriptive sensory evaluations: Comparison and applicability of novel rapid methodologies[D]. Department of Food Science, University of Copenhagen, 2012, 151p.
- [68] PICKUP W, BREMER P, PENG M. Comparing conventional Descriptive Analysis and Napping® : FP against physiochemical measurements: A case study using apples[J]. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 2018, 98(4): 1476–1484.
- [69] CARRILLO E, VARELA P, FISZMAN S. Effects of food package information and sensory characteristics on the perception of healthiness and the acceptability of enriched biscuits[J]. *Food Research International*, 2012, 48(1): 209–216.
- [70] CARRILLO E, VARELA P, FISZMAN S. Packaging information as a modulator of consumers' perception of enriched and reduced-calorie biscuits in tasting and non-tasting tests[J]. *Food Quality and Preference*, 2012, 25(2): 105–115.