

刘松昱, 单冰淇, 周小苗, 等. 归类法在食品研究与开发中的应用及研究现状[J]. 食品工业科技, 2022, 43(16): 458-466. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021080051

LIU Songyu, SHAN Bingqi, ZHOU Xiaomiao, et al. Application and Research Status of Sorting in Food Research and Development[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(16): 458-466. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021080051

· 专题综述 ·

归类法在食品研究与开发中的应用及研究现状

刘松昱¹, 单冰淇¹, 周小苗¹, 陈号涵¹, 彭龚飞雪¹, 刘月², 宋昊², 朱保庆¹, 王晓楠^{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. 北京一轻研究院有限公司, 北京 101111)

摘要: 感官分析方法广泛应用于食品工业中, 由于传统感官分析方法具有培训时间长、投入大等局限性, 因此多种快速分析方法得到发展, 归类法 (Sorting) 就是其中一种。归类法要求评价人员根据产品感官特征的相似性进行归类, 利用因子分析和聚类分析等多元统计方法分析数据, 从而快速获得产品的感官分布图。本文主要对归类法的实验设计、数据处理、发展情况、在食品研究中的应用以及优势和局限性进行综述, 并对归类法的发展趋势进行了展望, 旨在为该方法在食品工业中的进一步研究和应用提供借鉴。

关键词: 归类法, 快速感官分析方法, 应用, 优势, 局限

中图分类号: TS207.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2022)16-0458-09

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021080051



本文网刊:

Application and Research Status of Sorting in Food Research and Development

LIU Songyu¹, SHAN Bingqi¹, ZHOU Xiaomiao¹, CHEN Haohan¹, PENG Gongfeixue¹, LIU Yue², SONG Hao², ZHU Baoqing¹, WANG Xiaonan^{1,*}

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

Abstract: Sensory analysis methods are widely used in the food industry. Due to the limitations of traditional sensory analysis methods such as long training time and high investment, various rapid analysis methods have been developed, one of which is the sorting method. Sorting method requires assessors to categorize products according to the similarity of their sensory characteristics and use multivariate statistical analysis methods to quickly obtain the sensory distribution of products. This paper mainly introduces the experimental design, data analysis, development, application in food research, and advantages and limitations of Sorting. The development trend of sorting is also prospected, aiming to provide a reference for further research and application of the method in the food industry.

Key words: sorting; rapid sensory analysis methods; applications; advantages; limitations

感官评价是评价人员通过感官 (视觉、嗅觉、味觉、触觉和听觉) 来检查产品特性 (质地、风味、味道、外观、气味等) 的一种方法^[1]。由于感官品质对食品至关重要, 所以无论在学术界还是工业界, 感官

评价都得到了极其普遍的应用。定量描述分析法 (Quantitative Descriptive Analysis, QDA) 是感官分析中最常用的描述性工具^[2-3], 应用该方法对产品进行定量描述, 获得产品完整的感官特性, 并借助多元

收稿日期: 2021-08-05

基金项目: 北京市自然科学基金面上项目 (6192017); 北京林业大学 2020 年教育教学研究一般项目 (BJFU2020JY036); 2020 年大学生创新创业项目 (G202010022092); 优秀青年科学基金项目 (31922058); 国家重点研发计划子课题 (2019YFD1000605-1)。

作者简介: 刘松昱 (1997-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品风味化学, E-mail: L19970202@163.com。

* 通信作者: 王晓楠 (1971-), 女, 硕士, 高级实验师, 研究方向: 食品加工, E-mail: w_angxiaonan@163.com。

统计方法分析数据,从而有效识别产品的特点及样品之间的差异。定量描述分析法虽然可以提供详细且可靠的结果,但创建和维护一个训练有素的感官评价小组,要对评价人员进行严格培训,还要定期关注他们在感官分析中的表现,需要耗费大量的时间和资金^[4]。因此,近年来快速感官分析方法的开发研究成为了非常有价值的研究领域,已发展了自选特性排序剖面法(Flash Profiling)、选择合适项目法(Check-All-That-Apply)以及开放式提问调查(Open-ended Question)等多种方法^[5-7]。

其中,归类法(Sorting)是一个收集相似性数据的简单过程,在整个过程中每个评价人员根据自身的感知按照样品的相似性进行归类。归类是一个自然的认知过程,在日常生活中经常用到,不需要有量化的反馈。归类法的最终目标是通过统计分析揭示产品的空间结构并解释其潜在维度^[8]。在评价过程中不需要评价人员依据任何量化的评级体系,需要的训练较少,不易产生疲劳感和无聊感^[9]。特别的是,该方法对评价人员的专业水平要求很低,使用未经训练的消费者往往也可以得到很好的结果。对于企业来说,当他们无法负担培训和维持一个训练有素的评价小组的费用,或者需要快速获得有关产品的感官特性时,常使用归类法。

归类法作为替代传统描述性分析的快速方法,可以成为食品开发和质量控制的重要工具,在食品工业实践中有广泛的应用前景^[10]。本文对归类法的实验设计、应用范围以及其优势和局限性等方面进行综述,同时对该方法的应用前景提出展望,旨在为归类法在食品工业中的进一步研究和应用提供参考。

1 归类法的方法介绍

1.1 样品选择

归类法的样品数量取决于样品本身和评价人员的记忆储备:对于酒精含量高的酒类样品,当实验需要通过品尝来比较样品时,样品数量过多会使评价人员混淆样品,从而需要反复多次的品尝样品,导致评价人员的敏锐度和注意力降低^[11]。一般来说,在实验中样本的数量越大,短期记忆负荷就越大,实验也就越困难,如 Chollet 等^[8]以啤酒为例,分别对 12、15、20 和 24 种啤酒进行归类法实验,发现当样品数量为 20 种时,完成实验的效率较高且分离效果也比 24 种样品的好。这可能是因为在实验时,评价人员尝了第一种啤酒并试图记住它。随后评价人员品尝第二种啤酒,并将其与第一种啤酒进行比较,以确定它们是否属于同一组,依此类推,直到最后一种啤酒被评估,当评价 24 种啤酒时,评价人员过度疲劳,导致结果不好。此外,该方法也应限于物理化学(温度、结构)和感官特性在整个评价过程中保持稳定的产品,否则产品发生变化会对评价人员的判断产生影响。如果产品仅能在特定条件下(如加热时)评价,则需要谨慎使用该方法。

1.2 评价人员

通常,使用归类法进行实验时,评价小组可以由训练有素的评价人员组成,需要 9~15 名评价人员;也可以由未经培训的评价人员或者未经训练的消费者组成,需要 9~98 名评价人员^[12]。Cartier 等^[9]比较了专家和新手的归类情况,结果发现无论评价人员的培训水平如何,与感官描述相结合的归类法都能得到有意义的产品感官分布图。然而,也有研究表明不同专业水平的评价人员得出的结果存在一些差异。在某些情况下,专家倾向于用独特的特征来描述他们的样品,而未经训练的评价人员没有使用独特的特征来描述他们的样品^[13]。儿童^[14]、青少年^[15]、成人^[16]和老年人^[17]目前均有参与归类法实验的报道。值得注意的是,评价时需要的评价人员数量在很大程度上取决于样品之间的同质性和产品空间的多样性。

1.3 实验过程

归类任务的实施需要在安静的室内进行。图 1 展示了一个简单的归类过程:所有产品同时随机展示在一张桌子上,每个评价人员面前产品顺序不同。评价人员首先要看、和/或闻、和/或尝(取决于研究的目标)所有产品,然后根据自己对产品的感知,根据样品的相似性进行分组。评价人员可以自由地创建任意数量的组,最小不少于两组,最多可创建比样品数少一个的组,并在每个组中放置任意多个产品,且该过程没有时间限制。归类后可以停止,也可以继续执行描述步骤,要求评价人员对每组产品进行整体描述。有研究表明,如果将归类法与描述相结合,可以得到接近定量描述性分析的结果^[18]。

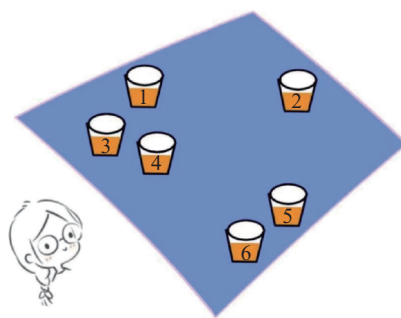


图 1 归类法实验设计图

Fig.1 Experimental design of sorting

1.4 数据整理与分析

每个评价人员的归类结果都被整理在一个单独的共生矩阵(Co-occurrence Matrix)中(图 2):其中,行和列是样品,行与列交叉处的值 1 表示该评价人员将这两个产品归类在一起,而值 0 表示两个产品未归类为一组,该矩阵为样品间相似矩阵,如将 0 转换为 1,则矩阵转换为相异矩阵^[19]。

归类法常用的数据统计分析方法主要包括两大类,如表 1 所示:a. 因子分析法,特别是多维标度(Multi-dimensional scaling, MDS)和多重对应分析(Multiple correspondence analysis, MCA);b. 聚类法,包括层次

A

	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5	样品 6
样品 1	1	0	1	1	0	0
样品 2	0	1	0	0	0	0
样品 3	1	0	1	1	0	0
样品 4	1	0	1	1	0	0
样品 5	0	0	0	0	1	1
样品 6	0	0	0	0	1	1

B

	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5	样品 6
样品 1	0	1	0	0	1	1
样品 2	1	0	1	1	1	1
样品 3	0	1	0	0	1	1
样品 4	0	1	0	0	1	1
样品 5	1	1	1	1	0	0
样品 6	1	1	1	1	0	0

图2 共生矩阵

Fig.2 The co-occurrence matrix

注: (A): 样品的相似矩阵; (B): 样品的相异矩阵。

聚类分析(Hierarchical clustering analysis, HCA)和加性树(Additive trees)等。

多维标度分析是归类法数据分析最常用的一种方法^[37],该方法用不同的点表示不同的样本,通过直观的空间图展示样品之间关系,可以获得样本间的相似性空间分布,其目的是寻找一个低维空间来研究产品之间的关系。多重对应分析,是对应分析(Correspondence Analysis)的延伸,可以看作是将归类法得到的数据进行主成分分析,通过展示评价人员如何权衡产品背后的各个维度来洞察产品的差异^[26]。聚类分析也是一种广泛应用于归类法数据处理的技术,层次聚类分析是通过计算欧式距离对样品进行聚类^[31],其目

的是将一组产品之间的不同描述划为一个层次树,或者在不同矩阵的基础上,将产品划分为给定数量的组,这样可以较好地发现类别之间的层次关系。加性树是以树的形式分析全局距离矩阵^[32];该方法将样品作为为树上的“叶子”,树上两片叶子之间的距离反映产品之间相似性程度,这种方法在揭示数据结构和评估其稳定性方面特别有效,如图3所示。

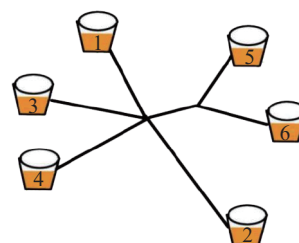


图3 加性树

Fig.3 Additive trees

值得注意的是,目前在很多研究中都用到将多维标度、层次聚类分析以及加性树等方法相结合的方法来更好地剖析数据。比如创建新的咖啡风味轮盘时^[23],首先使用了多重因子分析技术(MFA)比较数据,判断其差异是否显著。为了进一步确定描述词的聚类情况,使用层次聚类分析方法(HCA)判断各属性之间的关联。最后进行了多维标度分析(MDS)来补充层次聚类的结果,在一个二维空间中表示所有的99个属性,这是一个可视化的辅助工具,可以更直观地查看属性之间的接近程度,以便得到最精准的结果。

2 归类法在食品工业中的应用

目前,归类法已经应用于多种食品的感官评价,尤其是在乳制品、蔬菜、饮料、酒类等领域中应用广泛。详细包括调味品(如盐)^[38]、饮用水^[21]、橘子味饮料^[39]、热饮料^[40]、奶酪^[41-42]、酸奶^[43-44]、早餐谷物麦片^[9]、面包^[31]、豌豆和玉米^[17]、肝脏肉酱^[45]、葡萄果

表1 归类法中常用的数据统计分析方法例举

Table 1 Examples of statistical analysis methods commonly used in the sorting

方法系列	子系列	输入数据	方法	参考文献
因子分析法 (Factor analytical methods)	与多维标度相关的方法	产品之间的总体差异	计量多维标度(Metric MDS)	Piombino等, 2020 ^[20]
			非计量多维标度(Non-metric MDS)	Falahee等, 1997 ^[21] ; Faye等, 2004 ^[22] ; Spencer等, 2016 ^[23]
	与MCA相关的方法	产品之间的个体差异	DISTATIS (Metric)	Abdi等, 2007 ^[24]
		指标变量矩阵	主干归类分析(Sorting Backbone Analysis)	Lahne等, 2020 ^[25]
聚类法 (Classification methods)	全局相似(Global dissimilarities)		多重对应分析(MCA), MDSORT	Cariou等, 2018 ^[26] ; Cadoret等, 2009 ^[27]
			IDSORT, SortCC	Takane, 1982 ^[28] ; Qannari等, 2010 ^[14]
	个体分区(Individual partitions)		层次归类(Hierarchical classification)	Lawless, 1989 ^[29] ; Lebart等, 2006 ^[30] ; Pétel等, 2017 ^[31]
			加性树(Additive trees)	Dubois, 1993 ^[32]
			中央分区(Central partitions)	Guénoche, 2011 ^[33] ; Courcoux等, 2014 ^[34]
			隐性分区(Latent partitions)	Wiley, 1967 ^[35]

注: 转译自Delarue等^[36]。

冻^[46]、牛奶巧克力^[47]、黄瓜和番茄^[16]、食品级收敛剂^[12]、冷萃咖啡^[48]、葡萄酒^[49-52]、啤酒^[8,14,24]、威士忌^[53]及利口酒^[54]等。相关研究展现了归类法应用于食品感官评价的优越性,如表 2 所示。

2.1 乳制品

归类法适用于乳制品,如奶酪和酸奶的感官评价。Lawless 等^[41]将归类法应用于 16 种不同的奶酪的研究上:在正式实验开始之前对评价人员进行了一个奶酪知识测试,用以了解评价人员对奶酪的熟悉程度。根据测试结果将 16 名评价人员分成两个小组-“经验丰富”小组和消费者。应用多维标度分析法分析数据发现:两个小组得到的结果大致相似,都可以对奶酪进行区分;Rodrigues 等^[42]也在手工奶酪中进行了研究,他们选择 100 名消费者对 7 种手工奶酪进行了研究,发现归类法可以很好的描述这些手工奶酪的特征,并可以和生产区域之间形成较好的联系。Saint-Eve 等^[43]以低脂酸奶为例,招募了 16 名分析人员,选择了六种化合物对低脂酸奶进行组合或单一的

调味,发现归类法可以把经过化合物调味的低脂酸奶进行明确地分离,效果优于其他方法;这说明归类法能够揭示复杂食品体系中不同层次感官特性间的相互作用,可以反映消费者对复杂样品的整体反应,是一种对消费者非常友好的快速感官分析方法。Cruz 等^[44]也在益生菌酸奶中做了类似的研究,招募了 30 名普通酸奶消费者对 12 种酸奶进行感官评价,结果发现归类法可用于从感官角度开发具有多元特征的食物基质,并可以获得产品的感官分布图,这对以酸奶为主要产品的没有财力进行感官描述性分析(QDA)的中小型乳制品企业来说是非常有价值的。

2.2 蔬菜

归类法在蔬菜中也得到了应用。Cliceri 等^[17]选用不同年龄段的老年人对豌豆和甜玉米进行实验,第一段年龄为 65~69 岁,另一段年龄为 70~79 岁;同时也招募了年龄在 18~64 岁之间的评价人员(成人)作为对照组;他们发现 70~79 岁的老年人能够较好的归类,由此得出结论自由归类法是一种适用于健康老

表 2 归类法在食品领域的应用
Table 2 Application of sorting in the field of food

食品类别	应用	样品数量	评价人员数量	参考文献
调味品	基本口味	15	n=19	Lim等, 2005 ^[38]
	低脂酸奶	16	n=16	Saint-Eve等, 2004 ^[43]
	益生菌酸奶	12	n=30	Cruz等, 2013 ^[44]
	奶酪	16	n=16	Lawless等, 1995 ^[41]
乳制品		7	n=100	Jéssica等, 2020 ^[42]
	早餐谷物麦片	13	n=12	Cartier等, 2006 ^[9]
	干酵母和相关面包	15	n=40	Pétel等, 2017 ^[31]
			PanelA: n=13 PanelB: n=10	Dehlholm等, 2012 ^[45]
糖果制品	葡萄果冻	10	n=24	Tang等, 2007 ^[46]
蔬菜类	黄瓜和番茄	16	n=15	Deegan等, 2010 ^[16]
	豌豆和玉米	10	n=12	Cliceri等, 2017 ^[17]
	牛奶巧克力	14	n=25	Courcoux等, 2012 ^[47]
巧克力及巧克力制品	食品级收敛剂	10	n=30	Fleming等, 2015 ^[12]
食品添加剂	啤酒	6	n=9~22	Chollet等, 2011 ^[8]
		8	n=10	Abdi等, 2007 ^[24]
		8	n=10	Qannari等, 2010 ^[14]
	葡萄酒	18	n=23~27	Ballester等, 2009 ^[49]
		8	PanelA: n=9 PanelB: n=15	BÉCue-Bertaut等, 2011 ^[50]
		8	n=24	Brand等, 2018 ^[51]
	威士忌	96	n=156	Koeniga等, 2021 ^[52]
		10	n=21	Lahne等, 2016 ^[53]
		12	n=25	Lahne等, 2018 ^[54]
	苹果酒	18	n=65	Kessinger等, 2020 ^[55]
酒类	饮用水	9	n=20	Falahee 等, 1997 ^[21]
	橘子味粉状饮料	7	n=50	Ares等, 2011 ^[39]
	热饮料	8	PanelA: n=11 PanelB: n=24	Moussaoui等, 2010 ^[40]
		12	n=80	Hamilton等, 2020 ^[48]
	冷萃咖啡	10	PanelA: n=36 PanelB: n=118	Ferini等, 2020 ^[56]
		99	PanelA: n=29 PanelB: n=43	Spencer等, 2016 ^[23]

注: 分类参考《食品生产许可分类目录》(国家市场监督管理总局公告2020年第8号)。

年人的感官分析方法,对产品的熟悉程度是影响老年人归类的主要因素,且先前消费经验的认知信息似乎可以弥补老年人可能经历的感官损失。Deegan 等^[16]招募了 15 名评价人员对不同来源、不同成熟时期以及不同储存时间的 16 个黄瓜和 16 个番茄分别进行归类,研究发现当只需要找出感官相似性和差异性而不是描述精确的感官特征时,归类法是一种快速的选择。因此,单独使用归类法可以被认为是一种调查或初步的评估方法,可作为传统感官分析之前的附加分析。

2.3 饮料

目前归类法已经应用于饮料的感官评价中。Ares 等^[39]以 7 种不同品牌的橙味粉状果汁饮料为研究对象,招募了 200 名评价人员,使用归类法、投影地图法、强度标尺和适合项勾选法等 4 种感官分析方法评价样品,实验结束后,评价人员被要求用一个 9 点情绪量表对任务的难度进行评分。结果表明:四种方法均可以识别样品感官特征之间的差异,获得类似的感官分布图;但是归类法和投影地图比强度量表和选择合适项目法要稍难一些,可能是由于归类法更倾向于对样品的整体进行感知。这些方法均被认为可以作为新产品开发期间定量描述性分析的补充。Spencer 等^[23]为了建立一个新的咖啡风味轮,招募了 29 名没有专门接受咖啡方面培训的描述性分析小组成员和 43 名咖啡行业专家;他们不是对样品本身进行归类,而是被要求在没有品尝样本的情况下,根据经验及对样品味道属性的期望,运用自由归类法通过网页分为相应的类别和子类别,最终建立了新的咖啡风味轮。研究表明:使用归类法来处理给定的咖啡风味描述词,可以简化并标准化工业咖啡的描述过程。获得的风味轮可以作为咖啡行业沟通和产品表征的有效工具。Falahee 等^[21]招募了 20 名未经训练的评价人员使用归类法对三种饮用水进行感官评价,并使用多维标度分析进行数据处理,结果表明未经训练的评价人员能够有效的发现这些饮用水品质的变化并达成一致。Moussaoui 等^[40]对 7 种热饮料进行感官评价,通过观察、嗅闻和品尝来进行归类,并要求用相应的描述词来形容他们的归类标准;结果发现归类法更适用于多维度的感知,如涉及到外观、香气、味道、口腔质地和回味等。Hamilton 等^[48]以 12 种冷萃咖啡为例,探究在归类的同时增加语言描述是否是必要的,结果表明,将语言描述作为归类法的必要环节是非常有效的。Ferini 等^[55]也在咖啡中进行了研究,结果发现消费者可以感知到感官特征之间的差异。未来营销公司利用这一研究结果能够更好地与消费者沟通,当然也需要多通过实验来论证这一说法在其他样品中是否适用。

2.4 酒类

归类法常被用于利口酒、果酒、啤酒和葡萄酒等多种酒类的感官评价。Lahne 等^[54]选用 6 个国家的 12 款苦草本利口酒(酒精含量 23%~45%)对归类法进行了研究,实验选择了 25 名评价人员;这项研究

表明带有描述的归类法可以提供产品的特性,有 5 个样品被描述为甜的、浓郁、花香和柑橘味,另外 5 个为苦的、辛辣、泥土味和松香,还有两个样品被描述为热香料、茴芹和草本,这些描述词将有助于生产商更好地改进产品。Kessinger 等^[55]招募了 65 名小组成员对美国弗吉尼亚州产的 18 款苹果酒进行了自由归类,并将归类结果与收集的感官描述词相结合,最终发现该方法不仅可以判断小组成员如何对产品进行归类,还可以判断影响评价人员做决定的感官属性。这种方法同时要求评价人员通过产品标签上提供的信息来对产品进行评价,这也是第一次在苹果酒中应用这种方法,将有助于开发出更符合消费者期望的产品。

啤酒经常被用作样品来研究归类法的数据处理问题^[8, 14, 24]。Abdi 等^[24]招募了 10 名评价人员对 8 款啤酒进行评估,提出了一种用于归类法数据分析的方法,称为 DISTATIS。DISTATIS 是经典多维标度的延伸,通过分析三向距离表处理归类数据,而不是多维标度中使用的频率表;结果表明, DISTATIS 的结果更稳定,且在产品之间的分离度上更具优势;此外, DISTATIS 还能用来评估评价人员是否能得出一致的信息,可以比较来自不同文化环境或具有不同专业水平的评价人员群体结果的异同。Qannari 等^[14]提出 SORT-CC(CC stands for common components),他们用 SORT-CC 法来处理上述的数据^[24],结果发现 SORT-CC 在使用上相对简单,并且能通过展示评价人员如何权衡产品背后的各个维度来洞察评价人员的个体差异。Chollet 等^[8]以啤酒为实验样品使用了加性树、多维标度分析和 DISTATIS 等三种数据处理方法来进行数据分析,最终证明归类法可以帮助市场调研,提供产品与竞品的感官分布图。

归类法在葡萄酒领域中的应用也是非常广泛的, Ballester 等^[49]、Bécue-Bertaut 等^[50]、Brand 等^[51]以及 Koeniga 等^[52]多次将该方法应用于葡萄酒感官特性的研究中。Ballester 等^[49]选择了来自法国不同葡萄园的 18 款葡萄酒,包括红、白和桃红葡萄酒,由经过训练的评价人员、新手以及葡萄酒专家三个不同水平的小组进行了三元归类法(Ternary Sorting Task),三元归类法要求评价人员只能把样品分成特定的三组,以此来判断仅仅凭借嗅觉是否能将三种酒分开;结果发现,三组评价人员都能对白葡萄酒和红葡萄酒进行了准确的归类,但没有对桃红葡萄酒进行归类。在某种程度上来看,新手和专家并没有很大的区别,也表明了自由归类法在新手中的可应用性。Bécue-Bertaut 等^[50]选用了 9 位加泰罗尼亚专家和 15 位法国专家对八种加泰罗尼亚葡萄进行感官评价,要求评价人员根据自己的标准把样品分成若干组后,用相应的描述词来描述每一个或每一组样品,根据感官分布图最终发现两个国家的评价人员归类的结果有明显的相似之处,但是文本描述数据突出了来自加泰罗

尼亚和法国专家的一些差异;比如加泰罗尼亚小组对木质的定义是咖啡、香料、烘烤、烟熏和甘草味,法国小组则认为是复杂的、香草香、苦和植物;这也说明了归类法可以应用在跨文化研究中,且对葡萄酒市场拓展有一定作用。Brand 等^[51]首次将自由归类法(Free Sorting)和质量评分相结合进行使用,他们招募了 24 名评价人员用于 8 款南非长相思葡萄酒的感官评价,他们在自由归类之后增加对样品外观、嗅觉和味觉等的评分,外观评分为 3 分,嗅觉评分为 7 分,味觉评分为 10 分,从而将质量参数与内在感官特性联系起来,可以更好地了解样品的质量。因此归类法可以作为分析步骤来确定喜好的驱动因素,为产品开发和营销提供有用的关键信息。

2.5 其他食品

归类法还被广泛应用在其他食品中。Pétel 等^[31]选用了 40 名未经培训的评价人员研究了 6 种欧洲商业干酵母及对应面包的感官特性,首先对干酵母进行自由归类,之后又增加了一个关联任务,要求评价人员必须将每个面包与之前归类的酵母组进行匹配,结果发现不同干酵母可以改变面包的风味,可以通过优化干面团的配方和加工,从而得到更好品质的面包。这种关联任务可以描述出两个不明显相关的产品之间的距离,同时可增加评估的样品数量,这是仅通过自由归类法无法得到的,这对归类法的未来研究有进一步的作用。Dehlholm 等^[45]通过对 9 种不同类型的商业化肝脏肉酱进行研究,比较了自由多重归类法、部分 napping、napping、自选特性排序剖面法和传统剖面法这五种方法,结果表明自由多重归类法仅需要 1 h 就能较好地描述样品属性,因此使用起来较为快捷。Cartier 等^[9]采用归类法对 14 种早餐谷物麦片进行研究,发现不同水平的评价人员都可以得到相似的感官分布图。Lim 等^[38]招募了 19 名评价人员对包括四种基本的味觉刺激在内的 15 种去离子水溶液进行归类法评价,结果发现使用归类法可以区分这些感觉刺激,证实了归类法的可靠性和合理性,而且该方法不需要预先选择任何属性;当评价人员对被试样品不熟悉或词汇量有限时,这是一个很重要的优势。Tang 等^[46]对 10 种葡萄果冻进行研究,比较了多重归类法、相似标度法(similarity scaling)和自由选择剖面法(free-choice profiling)三种感官分析方法,一共招募了 24 名评价人员(15 名女性,9 名男性),最终发现这三种方法可以得到较为一致的结论,但是多重归类法相比其他两种方法一致性略低,但这并不妨碍它是一种有用的探索性工具。Courcoux 等^[47]招募了 25 名评价人员对 14 个英国品牌的牛奶巧克力应用分类学自由归类法(Taxonomic Free Sorting)进行研究,这种方法可以看成是改进的归类法,该方法要求评价人员在完成自由归类后,再经过感官分析师的指导把他们认为最相似的两个组放在一起,从而形成一个新的组;然后在这个新

的设置下(即组数减少一组),评价人员被要求重复相同的步骤,直到只剩下两组。研究表明该方法比通常的归类法能更好地洞察产品之间的关系,归类任务的细化也可有助于更好地将产品区分开来。这种方法可以作为一种有效的工具来了解消费者对市场产品的感知。

2.6 食品包装

归类法还应用到食品包装的研究上,如酒标^[57]、酒杯^[58]、油瓶^[59]等(表 3)。Honoré-Chedozeau 等^[57]招募了包括葡萄酒专家、熟悉和不熟悉酒类消费者在内的 90 名评价人员,对 70 个代表博若莱红酒的酒标进行自由分级归类和半定向访谈(Free Hierarchical Sorting and a Semi-directed Interview)。结果表明当研究目标是想弄清楚评价人员对产品的认识时,在自由分级归类之后添加访谈是非常有用的工具,可以改善不同专业水平评价人员之间的交流。Santosa 等^[59]在当地超市招募了 31 名消费者作为评价人员,基于对油瓶的视觉评价 25 种进口和本地的特级初榨橄榄油,这些油被单独放在未打开的瓶子包装中,品牌、标签和其他信息可以在正面和/或背面标签上看到。该方法探索了消费者对产品的认同水平以及特级初榨橄榄油的产品结构,这种改进的方法可以对产品进行精细的划分,也可以作为一种了解产品的工具,从而在消费者研究中起到重要的作用。

表 3 归类法在食品包装上的应用
Table 3 Application of sorting in other areas

所属领域	应用	样品数量	评价人员数量	参考文献
食品包装	酒标	70	PanelA: n=30 PanelB: n=30 PanelC: n=30	Honoré-Chedozeau, Lelièvre-Desmas 等, 2017 ^[57]
	酒杯	30	n=209	Faye 等, 2013 ^[58]
	油瓶	25	n=31	Santosa 等, 2010 ^[59]

3 归类法的优势和局限性

3.1 优势

归类法的优势如表 4 所示。归类法是对产品之间的相似性进行评估的全局感知方法,可以减少对产品的单独分析。一般来说,描述性分析所需的小组培训及确定样品描述词列表等需要很长的时间,而使用归类法时评价人员需要的培训少,甚至可以由未经培训的评价人员来完成。此外,归类法的词汇是由评价人员在评价样品的时候生成的,所以不需要事先对属性进行任何选择,因此可以用来更好地理解消费者对样品的感知。不仅如此,归类法可以用来分析样本数量相对较大的一组产品,即可以在最快的时间内测试较多样本量。除此之外,受试者的年龄也不太受限,从儿童到老年人都可以作为受试者来参与该实验;该方法还可以用于比较不同语言或文化的消费者群体。

3.2 局限

尽管归类法有很多的优势,但是也存在一些局

表4 归类法的优势和局限
Table 4 Strengths and limitations of sorting

优势性	局限性
1、能减少对产品单独的感知。 2、评价人员所需的培训量较少,甚至可以由未经培训的小组成员来完成。 3、可以比较具有不同语言或文化的评价人员或消费者群体,更好地理解消费者的感知。 4、所需时间短并且可处理样品量相对较大的产品。 5、受试者的年龄不受限,从儿童到老年人都可以作为受试者。	1、需要同时呈现整套产品,不适用于所有样品。仅限于物理化学性质(温度、结构)和感官特性在整个感官过程中保持稳定的食品。 2、要增加一个语言的描述与之相结合,才能提供有效信息。 3、所需评价人员的数量较多。是对样品整体进行评估,很难得到单个样品的属性。 4、由于新手评价人员没有接受过培训,所以数据处理过程复杂。

限(见表4): a. 归类法在实验时需要同时呈现整套产品,因此不适用于热制品和质量控制研究; b. 单独执行归类任务而不附带感官描述时,得到的结果不提供任何有关归类依据的信息; c. 归类法所需的评价人员数量较多,并且是对样品整体进行评估,很难得到单个样品的属性; d. 在数据处理上,新手评价人员使用的词汇往往难以分析和解释:由于新手没有接受过培训,评价人员的描述存在很大的差异。所以在执行多重对应分析之前,通常需要对属性进行预处理(例如,删去无意义或无关的词语);一般评价人员会自发地用各种定量术语来限定他们的属性,比如“非常”、“很多”、“稍微”、“多于”和“少于”;此外,个体间还存在高度变异性和描述的不精确性,这都使得数据解释会十分复杂。

4 总结与展望

归类法是一个根据产品的相似性进行归类的简单过程,该方法对评价人员的要求较低,且不需要经过培训。当只需要找出产品之间的感官相似性和差异性而不是准确描述产品感官特征时,使用归类法是一种较为便捷的选择。单独使用归类法也可以被认为是一种调查或初步评估方法,或可作为传统感官分析之前的附加分析。目前有很多研究也将归类法与感官描述相结合,可以提高归类的准确性,这样即得到能够带有描述样品属性的结果,还可以增强不同专业水平之间评价人员的交流。目前该方法已经得到了迅速的发展,其优势也越来越被企业和研究者们发现,尤其是将该方法应用于产品研发和风味营销等方面,可以极大地节省时间和成本。需要注意的是,使用归类法分析复杂样品时有一定局限性,目前还不够成熟,仍需进一步完善。

未来,人们应该不断通过实践来明确和规范归类法的流程、要求以及适用范围,完善和拓展更多的数据分析方法,从而能更好地发挥该方法的优势;其次,随着技术的不断进步,网络问卷与在线数据处理工具也得到了快速发展,将这些工具应用到归类法的实验设计以及数据处理中,相信也能提高实验完成的速度和效率,推动归类法不断的进步;此外,目前已证实将归类法与质量评分等相结合可发挥更大的作用,那么将归类法与其他感官分析技术联用可能会在提高结果准确性和精度,这也是该方法发展的重要方向。相信在科研工作者的不断努力下,归类法未来一

定可以更好的为产品开发和营销提供更多有用的关键信息,满足食品工业的需求。

参考文献

- [1] MUÑOZ A, CIVILLE G, CARR B. Comprehensive descriptive method[J]. Springer US, 1992: 52-107.
- [2] BERGET I, BECH S, GIACALONE D, et al. Sound quality perception of loudspeakers evaluated by different sensory descriptive methods and preference mapping[J]. Journal of Sensory Studies, 2021, 36(1): e12620.
- [3] 马德秀, 洪梅玲, 冯作山, 等. 促溶工艺对赤霞珠葡萄汁香气成分及感官评价的影响[J]. 食品科技, 2019, 44(7): 101-108. [MA Dexiu, HONG Meiling, FENG Zuoshan, et al. Effects of solubilizing process on aroma components and sensory evaluation of cabernet sauvignon grape juice[J]. Food Science and Technology, 2019, 44(7): 101-108.]
- [4] ALCANTARA M D, FREITAS-SÁ D D G C. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis uma atualidade na ciência sensorial[J]. Brazilian Journal of Food Technology, 2018, 21: e2016179.
- [5] 陈亦新, 兰义宾, 问亚琴, 等. 自选特性排序剖面法在食品研究与开发中的应用及研究现状[J]. 食品工业科技, 2022, 43(13): 475-483. [CHEN Yixin, LAN Yibin, WEN Yaqin, et al. Application and research status of flash profile in food research and development[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(13): 475-483.]
- [6] LEE S, KWAK H S, KIM S S, et al. Combination of the check-all-that-apply (CATA) method and just-about-right (JAR) scale to evaluate korean traditional rice wine (yakju)[J]. Foods, 2021, 10(8): 1895.
- [7] 单冰淇, 刘松昱, 王春光, 等. 开放式提问调查在食品研究与开发中的研究现状[J]. 食品工业科技, 2022, 43(12): 468-474. [SHAN Bingqi, LIU Songyu, WANG Chunguang, et al. Current research status of open-ended questions in food research and development[J]. Science and Technology of Food Industry 2022, 43(12): 468-474.]
- [8] CHOLLET S, LELIÈVRE M, ABDI H, et al. Sort and beer: everything you wanted to know about the sorting task but did not dare to ask[J]. Food Quality and Preference, 2011, 22(6): 507-20.
- [9] CARTIER R, RYTZ A, LECOMTE A, et al. Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map[J]. Food Quality and Preference, 2006, 17(7-8): 562-571.
- [10] AGUIAR L A, MELO L, DE LACERDA DE OLIVEIRA L. Validation of rapid descriptive sensory methods against conventional descriptive analyses: A systematic review[J]. Critical Reviews in

Food Science and Nutrition, 2019, 59(16): 2535–2552.

[11] PATRIS B, GUFONI V, CHOLLE S, et al. Impact of training on strategies to realize a beer sorting task: Behavioral and verbal assessments[C]// In D. Valentin, D. Z. Nguyen, & L. Pelletier (Eds.), New trends in sensory evaluation of food and non-food products. Ho Chi Minh (Vietnam): Vietnam National University-Ho Chi Minh City Publishing House, 2007.

[12] FLEMING E, ZIEGLER G, HAYES J. Check-All-That-Apply (CATA), sorting, and polarized sensory positioning (PSP) with astringent stimuli[J]. *Food Quality and Preference*, 2015, 45: 41–49.

[13] LELIÈVRE M, CHOLLET S, ABDI H, et al. What is the validity of the sorting task for describing beers? A study using trained and untrained assessors[J]. *Food Quality and Preference*, 2008, 19(8): 697–703.

[14] QANNARI E M, CARIOU V, TEILLET E, et al. SORT-CC: A procedure for the statistical treatment of free sorting data[J]. *Food Quality and Preference*, 2010, 21(3): 302–308.

[15] BUCHER T, COLLINS C, DIEM S, et al. Adolescents' perception of the healthiness of snacks[J]. *Food Quality and Preference*, 2016, 50: 94–101.

[16] DEEGAN K C, KOIVISTO L, NÄKKILÄ J, et al. Application of a sorting procedure to greenhouse-grown cucumbers and tomatoes[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2010, 43(3): 393–400.

[17] CLICERI D, DINNELLA C, DEPEZAY L, et al. Exploring salient dimensions in a free sorting task: A cross-country study within the elderly population[J]. *Food Quality and Preference*, 2017, 60: 19–30.

[18] MIELBY L H, HOPFER H, JENSEN S, et al. Comparison of descriptive analysis, projective mapping and sorting performed on pictures of fruit and vegetable mixes[J]. *Food Quality and Preference*, 2014, 35: 86–94.

[19] PARIZET E, KOEHL V. Application of free sorting tasks to sound quality experiments[J]. *Applied Acoustics*, 2012, 73(1): 61–65.

[20] PIOMBINO P, PITTARI E, GAMBUTI A, et al. Preliminary sensory characterisation of the diverse astringency of single cultivar Italian red wines and correlation of subqualities with chemical composition[J]. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2020, 26(3): 233–246.

[21] FALAHEE M M, AW. Perceptual variation among drinking waters: The reliability of sorting and ranking data for multidimensional scaling[J]. *Food Quality Preference*, 1997, 8(5-6): 389–394.

[22] FAYE P, BRÉMAUD D, DURAND DAUBIN M, et al. Perceptive free sorting and verbalization tasks with naive subjects: an alternative to descriptive mappings[J]. *Food Quality and Preference*, 2004, 15(7-8): 781–791.

[23] SPENCER M, SAGE E, VELEZ M, et al. Using single free sorting and multivariate exploratory methods to design a new coffee taster's flavor wheel[J]. *Journal of Food Science*, 2016, 81(12): 2997–3005.

[24] ABDI H, VALENTIN D, CHOLLET S, et al. Analyzing as-

sessors and products in sorting tasks: DISTATIS, theory and applications[J]. *Food Quality and Preference*, 2007, 18(4): 627–640.

[25] LAHNE J. Sorting backbone analysis: A network-based method of extracting key actionable information from free-sorting task results[J]. *Food Quality and Preference*, 2020, 82: e103870.

[26] CARIOU V, QANNARI E M. Statistical treatment of free sorting data by means of correspondence and cluster analyses[J]. *Food Quality and Preference*, 2018, 68: 1–11.

[27] CADORET M, LÊ S, PAGÈS J. A factorial approach for sorting task data (FAST)[J]. *Food Quality and Preference*, 2009, 20(6): 410–417.

[28] TAKANE Y. IDSORT: An individual differences multidimensional scaling program for sorting data[J]. *Behavior Research Methods Instrumentation*, 1982, 14(6): 546.

[29] LAWLESS H T. Exploration of fragrance categories and ambiguous odors using multidimensional scaling and cluster analysis[J]. *Chemical Senses*, 1989, 14(3): 349–360.

[30] LEBART L, PIRON M, MORINEAU A. Statistique exploratoire multidimensionnelle: Visualisations et inférences en fouille de données[M]. Dunod, 2006.

[31] PÉTEL C, COURCOUX P, GÉNOVESI N, et al. Free sorting and association task: A variant of the free sorting method applied to study the impact of dried sourdough as an ingredient on the related bread odor[J]. *Journal of Food Science*, 2017, 82(4): 985–992.

[32] DUBOIS D. Sémantique et cognition: Catégories, prototypes, typicalité[J]. *Language*, 1993, 69(1): 200.

[33] GUÉNOCHE A. Consensus of partitions: A constructive approach[J]. *Advances in Data Analysis and Classification*, 2011, 5(3): 215–229.

[34] COURCOUX P, FAYE P, QANNARI E M. Determination of the consensus partition and cluster analysis of subjects in a free sorting task experiment[J]. *Food Quality and Preference*, 2014, 32: 107–112.

[35] WILEY D E. Latent partition analysis[J]. *Psychometrika*, 1967, 32(2): 183–93.

[36] DELARUE J, LAWLOR B, ROGEAUX M. Rapid sensory profiling techniques: Applications in new product development and consumer research[M]. Elsevier, 2014.

[37] KRUSKAL J B. Nonmetric multidimensional scaling: A numerical method[J]. *J Psychometrika*, 1964, 29(2): 115–129.

[38] LIM J, LAWLESS H T. Qualitative differences of divalent salts: multidimensional scaling and cluster analysis[J]. *Chem Senses*, 2005, 30(9): 719–726.

[39] 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.

[40] 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.

[41] LAWLESS H T, SHENG N, KNOOPS S S C P. Multidimen-

- sional scaling of sorting data applied to cheese perception[J]. *Food Quality and Preference*, 1995, 6(2): 91–98.
- [42] RODRIGUES J F, MANGIA B A, SILVA J G E, et al. Sorting task as a tool to elucidate the sensory patterns of artisanal cheeses[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2020, 35(3): e12562.
- [43] SAINT-EVE A, PAÇI KORA E, MARTIN N. Impact of the olfactory quality and chemical complexity of the flavouring agent on the texture of low fat stirred yogurts assessed by three different sensory methodologies[J]. *Food Quality and Preference*, 2004, 15(7-8): 655–668.
- [44] 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): 601–10.
- [45] 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.
- [46] TANG C, HEYMANN H. Multidimensional sorting, similarity scaling and free-choice profiling of grape jellies[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2007, 17: 493–509.
- [47] COURCOUX P, QANNARI E M, TAYLOR Y, et al. Taxonomic free sorting[J]. *Food Quality and Preference*, 2012, 23(1): 30–35.
- [48] HAMILTON L M, LAHNE J. Assessment of instructions on panelist cognitive framework and free sorting task results: A case study of cold brew coffee[J]. *Food Quality and Preference*, 2020, 83: e103889.
- [49] BALLESTER J, ABDI H, LANGLOIS J, et al. The odor of colors: Can wine experts and novices distinguish the odors of white, red, and rosé wines?[J]. *Chemosensory Perception*, 2009, 2(4): 203–213.
- [50] BÉCUE-BERTAUT M, LÊ S. Analysis of multilingual labeled sorting tasks: application to a cross-cultural study in wine industry[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2011, 26(5): 299–310.
- [51] BRAND J, KIDD M C, VAN ANTWERPEN L, et al. Sorting in combination with quality scoring: a tool for industry professionals to identify drivers of wine quality rapidly[J]. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 2018, 39(2): 163–175.
- [52] KOENIG L, CARIOU V, SYMONEAUX R, et al. Additive trees for the categorization of a large number of objects, with bootstrapping strategy for stability assessment. Application to the free sorting of wine odor terms[J]. *Food Quality and Preference*, 2021, 89: 104–137.
- [53] LAHNE J, COLLINS T S, HEYMANN H. Replication improves sorting-task results analyzed by DISTATIS in a consumer study of american bourbon and rye whiskeys[J]. *Journal of Food Science*, 2016, 81(5): 1263–1271.
- [54] LAHNE J, ABDI H, HEYMANN H. Rapid sensory profiles with DISTATIS and barycentric text projection: An example with amari, bitter herbal liqueurs[J]. *Food Quality and Preference*, 2018, 66: 36–43.
- [55] KESSINGER J, EARNHART G, HAMILTON L, et al. Exploring perceptions and categorization of virginia hard ciders through the application of sorting tasks[J]. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 2020, 79(2): 1–14.
- [56] FERINI J L, MORALES M V, DA SILVA T A, et al. Consumers' perception of different brewed coffee extractions using the sorting technique[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2021, 36(2): e12633.
- [57] HONORÉ-CHEDOZEAU C, LELIÈVRE-DESMAS M, BALLESTER J, et al. Knowledge representation among assessors through free hierarchical sorting and a semi-directed interview: exploring beaujolais wines[J]. *Food Quality and Preference*, 2017, 57: 17–31.
- [58] FAYE P, COURCOUX P, GIBOREAU A, et al. Assessing and taking into account the subjects' experience and knowledge in consumer studies. Application to the free sorting of wine glasses[J]. *Food Quality and Preference*, 2013, 28(1): 317–327.
- [59] SANTOSA M, ABDI H, GUINARD J-X. A modified sorting task to investigate consumer perceptions of extra virgin olive oils[J]. *Food Quality and Preference*, 2010, 21(7): 881–892.