

基于惩罚分析与偏好图技术的辣条消费接受性分析

岳营峰^{1,2}, 史波林^{2*}, 赵 镭², 高海燕¹, 钟 葵², 汪厚银², 王思思², 顾千辉³

(¹上海大学生命科学学院 上海 200444

²中国标准化研究院农业食品标准化研究所 北京 102200

³三只松鼠股份有限公司 安徽芜湖 241000)

摘要 随着国内休闲食品市场的不断扩大,了解影响消费者喜好的关键因素,并指导产品改进显得至关重要。以不同品牌辣条为研究对象,开展针对感官评价小组和消费者的关键感官属性评价。采用惩罚(Penalty)分析初探各产品需改进的感官属性及改进方向,通过方差分析、相关性分析关联研究各口味特征,利用偏好图技术深度处理与表征定量描述分析(QDA)和消费者喜好的映射结果,并验证惩罚分析结果的可靠性。结果表明,6个品牌的辣条样品感官属性与喜好均差异明显,惩罚分析提出影响消费者喜好的关键感官属性,初步确定辣条样品感官属性的改进策略。通过偏好图分析技术发现消费者对于样品 DLB、DDR、ZCL 和 WLQ 的偏好率为 50%~80%,推测这些样品中的甜味、筋道、油汁感为潜在影响消费者喜好的感官属性。消费者对于样品 GSW 与 HMH 的偏好率为 20%~30%,推测这 2 种辣条的咸味、辣味、麻味和香精香料味为潜在影响消费者喜好的感官属性。通过比较 QDA、惩罚分析和偏好图,结果发现整体结论一致。综合三者结论确定最终的优化改进策略。本研究建立的辣条感官属性改进模型为辣条的口味特征改进及新产品的研发提供了参考依据。

关键词 辣条; 惩罚分析; 偏好图; 感官属性改进

文章编号 1009-7848(2023)12-0438-11 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2023.12.043

辣条,学名为调味面制品,是一种休闲食品。它的主要原料为面粉,加入水、盐、糖等进行和面后^[1],进入膨化机高温挤压膨化,再辅以油、辣椒、麻椒等调味料,按照国家食品安全标准加入防腐剂等添加剂而制成的调味面制品^[2-4]。辣条已成为火爆的青少年零食之一,据业界统计,辣条已有超过 500 亿元的产值规模^[5]。目前,关于辣条的相关研究主要集中在对辣条中化学物质的测定。林海禄等^[6]利用高效液相色谱法测定辣条中苯并芘的含量。花露等^[7]利用超高效液相色谱-串联质谱法同时测定辣条中的 5 种罂粟碱。顾佳丽等^[8]测定辣条中甜味剂含量,研究其与蛋白质的相互作用。随着食品工业技术的发展,食品感官分析技术得到广泛的应用,感官分析又被称感官评价或感官检验,感官分析是通过视觉、嗅觉、味觉、触觉和听觉来感知食品及其它物质的特征性质的一种科学检验方法^[9]。食品企业发展的核心是新产品的开发^[10]。为了满足消费人群的口味需求,提高企业经济效

益,改良原有的生产加工工艺,在新品研发过程中对产品进行消费接受性研究是非常必要的工作^[11]。

定量描述分析(QDA)和消费者测试是食品感官分析中常用的感官评价方法,是一种有效的食品感官评价方法,可以运用多元统计分析进行数据处理^[12]。QDA 是美国 Tragon 公司在 20 世纪 70 年代研发提出的感官分析技术,其最终结果不是通过评价小组的讨论得到的一致性的结果,而是用统计分析方法分析试验数据得到的,一般采用雷达图展示^[13]。消费者测试包括接受性测试和偏爱性测试^[14],其中接受性测试的代表方法为恰好(JAR)标度法和喜好标度法。恰好是一种将产品感官属性强度与接受性关联起来的标度,用来评判产品属性强度是否恰到好处,这种标度的中点相当于属性强度“刚刚好”,即属性强度既不特别强也不特别弱,是一种理想感官强度的水平^[15]。喜好标度方法是采用标度的形式将消费者对产品的情感状态从不喜欢到喜欢的程度进行量化赋值^[13]。定量描述分析与消费者测试已被广泛应用于食品分析,如半甜硬面团饼干^[16]、葡萄酒^[17]、白巧克力^[18]、谷物面包^[19]、韩国传统米酒^[20]。通常结合恰好标度、喜好标度以及 QDA 的分析,可为产品配方

收稿日期: 2022-12-19

第一作者: 岳营峰,男,硕士

通信作者: 史波林 E-mail: shibl@cnis.ac.cn

优化提供有效信息^[21-22]。然而,在食品感官分析领域中,对于辣条的感官分析却鲜有报道。

本研究以 6 个品牌辣条为研究对象,基于多元统计分析方法筛选出辣条感官描述词。感官评价小组对辣条样品进行定量描述分析,绘制出感官剖面图,利用方差分析辣条样品间的感官差异。此外,对 6 个品牌的辣条进行消费者测试,包括喜好度测试和恰好标度测试。通过惩罚分析^[23-25]确定影响消费者喜好的关键属性,提出样品感官属性的改进策略。利用偏好图技术^[26-27]对定量描述分析数据和消费者喜好数据进行综合分析,验证惩罚分析的可靠性。最后对 QDA、惩罚分析和偏好图分析结果进行对比,最终确定 6 个辣条样品的优化改进策略,可为辣条产品的开发提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

景田水,北京景甜食品饮料有限公司;卫龙亲嘴烧红烧牛肉味(WLQ),漯河市平平食品有限责任公司;三只松鼠直尺辣条(ZCL),驻马店市慧洋食品科技有限公司;飞旺大辣棒(DLB),湖南省旺辉食品有限公司;麻辣王子地道辣条很麻很辣

(HMH),湖南省玉峰食品实业有限公司;良品铺子素大刀肉香辣味(DDR),平江县新翔宇食品有限公司;鸽鸽辣条果蔬味(GSW),江西省鸽鸽食品有限公司;太平梳打饼干,亿滋食品(北京)有限公司。还有用于建立描述词和培训评价员的其它 5 种辣条样品。

1.2 感官评价小组评价

1.2.1 建立感官评价小组 根据 GB/T 16291.1-2012《感官分析选拔、培训与管理评价员一般导则第 1 部分优选评价员》^[28],筛选出身体健康,无不良嗜好的评价员,且生活中常吃辣条等其它调味品制品,具有感官描述及分析经验,重复性和稳定性良好。采用实验室前期培训过的辣条专用评价员(男性 2 人,女性 11 人,年龄分布 25~40 岁)^[29]。每一次感官评价实验,均在独立评价间内进行,评价间环境符合 GB/T 13868-2009《感官分析建立感官分析实验室的一般导则》的要求^[30]。

1.2.2 确定辣条感官属性描述词 选择实验室前期建立的辣条描述词中的筋道(嚼劲)、咸味、辣味、甜味、油汁感、香精香料味及麻味^[29]7 个描述词作为本研究评价辣条的感官属性,如表 1 所示。

表 1 辣条感官描述词的定义或参比

Table 1 Definition or reference of sensory descriptors of spicy strip

描述词	定义或参比
筋道(嚼劲)	样品被吞咽前需要咀嚼的次数或者是在咀嚼过程中咬劲的大小,如咀嚼烤面筋的感受
咸味	由氯化钠(食盐)水溶液产生的一种基本味觉,是咸味物质特有的感官属性,如 0.2% 食盐水溶液
辣味	一种三叉神经感觉,指由葱、姜、蒜、辣椒、花椒、芥末等引起具有刺激感或疼痛感的口腔和鼻黏膜反应,实物参比如辣椒
甜味	一种基本的味觉,是具有糖和蜜一样的滋味,实物参比如 5% 或 10% 的蔗糖水溶液
油汁感	因产品自身所含的油,使得在口腔咀嚼过程中感受到的一种富含油分的状态,如食用植物油
香精香料味	通过口腔品尝到的一种香料经熬煮过后,所特有的香料味(鼻后嗅觉),如八角、茴香、月桂叶等复合味,也可以是食用天然香精通过鼻后嗅觉感受到的特有香味
麻味	指一种化学物理感觉,由不饱和脂肪酸酰胺类物质引起的口腔触觉和痛觉的感知,包括麻木感、针刺感、震颤感等,实物参比如花椒油

1.2.3 感官属性强度评价 首先对 6 种辣条样品进行样品制备,去掉外包装等产品信息,用 3 位数字给辣条样品随机编码,每份辣条样品质量 2.5 g,样品以随机顺序进行评价。采用 15 cm 线性标度对各辣条感官属性强度进行评价。线性标度的

两端分别代表“微弱”和“非常强”,让评价员选择 0~15 范围内的任意数值作为属性强度评分,在感官评价小组对样品正式评价前,对各评价员进行感官属性强度培训。进行正式感官评价时,每个样品重复评价 3 次,通过计算算数平均值用于后续

数据分析。每评价完一种辣条样品,评价员饮用景田水或梳打饼干缓解味觉疲劳,并休息 10 min。

1.3 消费者测试

在实验室所在地招募了 65 名消费者,消费者男女比例 1:1.5,年龄分布在 18~35 岁。消费者测试主要包括样品整体喜好度测试和感官属性恰好标度测试,利用 9 点喜好标度(1 代表极不喜欢、2 代表非常不喜欢、3 代表不喜欢、4 代表有点不喜欢、5 代表谈不上喜欢不喜欢、6 代表有点喜欢、7 代表喜欢、8 代表非常喜欢、9 代表极喜欢)对被测辣条样品整体喜好度进行评价,5 点恰好标度(1 代表太弱、2 代表有点弱、3 代表刚刚好、4 代表有点强、5 代表太强)对被测辣条样品关键感官属性强度进行评价。在正式测试前,对消费者进行简单培训,让消费者理解每个感官属性的释义、9 点喜好标度和 5 点恰好标度的使用方式。每评价完一种辣条样品,评价员饮用景田水或梳打饼干缓解味觉疲劳,并休息 10 min。

1.4 统计分析

对收集到的感官描述词数据使用 Microsoft Office Excel 2013 计算 M 值,应用 IBM SPSS Statistics 26 和 XLSTAT 2019 对样品数据进行方差分析、惩罚分析、偏好图分析等,并使用 Origin Pro 2022 作图。

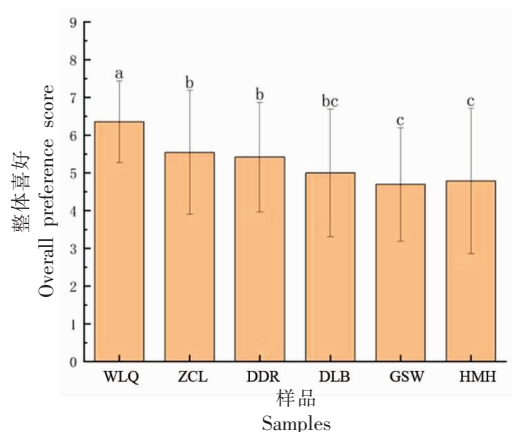


图 1 整体喜好平均值

Fig.1 Mean of overall liking

2.2 惩罚分析各样品感官属性消费接受性

前面主要采用算术平均值的方式进行喜好差异分析与恰好差异分析,这样难免会因消费者之间的测试结果离散性而受到干扰。惩罚分析是

2 结果与分析

2.1 样品间喜好差异和恰好差异分析

通过 9 点喜好标度分析消费者对 6 种样品的整体喜好差异。由图 1 所示,消费者对 6 种辣条样品的喜好存在显著性差异,样品 WLQ 的喜好度最高,显著高于其它样品。其次依次是样品 ZCL、DDR、DLB、HMH、GSW,样品 GSW 的喜好度最低,并且显著低于其它样品。消费者对样品 ZCL、DDR、DLB 喜好度无显著性差异,样品 DLB、GSW、HMH 间也无显著性喜好差异。基于喜好度,可以将样品分成 3 类,第 1 类为样品 WLQ,第 2 类为样品 ZCL 和 DDR,第 3 类是样品 HMH 和 GSW,样品 DLB 介于第 2 类与第 3 类之间。

从消费者易于理解和感知感官属性的角度出发,选择咸味、辣味、麻味、甜味、筋道,并采用香味代替香精香料味,作为消费者恰好标度测试的主要感官属性。蛇形图是处理恰好标度数据的常用方法之一,它可以简单、直观地反映出被测试样品感官属性偏离“刚刚好”的程度。在 6 种辣条样品的恰好标度蛇形图(图 2)中发现,样品 WLQ、DDR、DLB、GSW 的 6 种感官属性的适合度处于有点弱和有点强之间,其中样品 WLQ 的各属性适合度最优。但样品 ZCL 的辣味、麻味偏弱,而样品 HMH 的辣味和麻味偏强、甜味偏弱。

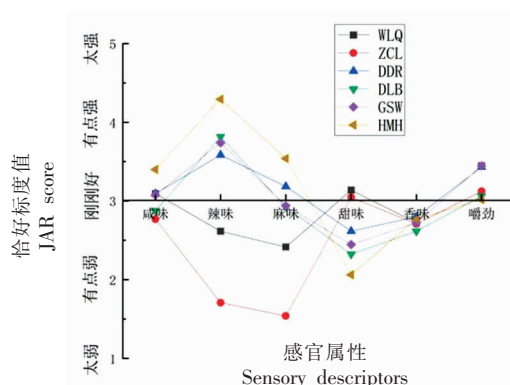


图 2 JAR 数据蛇形图分析

Fig.2 Serpentine diagram of JAR

JAR 问题分析中最常用的方法,它分别分析和对比“过弱”、“刚好”、“过强”这三类消费者表现的方式,在一定程度上避免了消费者间的结果离散性。在惩罚分析中,通过计算 Mean drop(惩罚系数)的

大小,能反映样品各属性对样品总体喜好的影响程度^[31],从而确定影响消费者喜好的关键感官属性;并同时借助于象限分析,最终可以确定样品属性的改进优先度和改进方向^[32]。其中 Mean drop 为某偏向(过弱或过强)消费者喜好均值与无偏向(刚好)消费者喜好均值差;如果将 Mean drop 乘以该偏向的人群比例,则可以计算出由于这个属性偏向某个方向,而导致消费者总体喜好下降的总分数,常称为 Total mean drops;将偏强和偏弱的 Total mean drops 作差,所得到的绝对值即为不满系数差,若不满系数差较大,需要重点关注是否进行调整。为了便于直观地展现各属性影响喜好的程度,让优先改进的属性靠近惩罚分析图的右上角,取 Mean drop 的相反数作为纵坐标值。一般 Mean drop 绝对值超过 0.5 且感受该类偏向的消费者人数百分比超过 20% 的属性,需要考虑改进^[33]。但更严谨的方式是参考 Total mean drops,在惩罚分析图中画上两条 Total mean drops 绝对值分别为 0.5(上面)和 0.25(下面)的曲线;若某属性的 Total mean drops 绝对值大于等于 0.5,表示该属性对总体喜好有很大影响;Total mean drops 绝对值如果小于等于 0.25,表示该属性对总体喜好影响不明显。

6 种辣条样品的惩罚分析结果如表 2 和图 3 所示。对于样品 WLQ,虽然有超过 50% 以上的消费者选择嚼劲太强、麻味太弱,不满系数差较大,但其对应的 Total mean drops 绝对值都不高;对于辣味,虽然也有接近 50%(47.60%)的消费者认为还不够辣,但 Total mean drops 绝对值更小为 0.171,也未影响最终的喜好度;因此没有特别需要改进的关键感官属性,这也是为什么该样品在所有样品中整体喜好度最优的原因。

对于样品 ZCL,有 90% 以上消费者认为辣味偏弱,Total mean drops 绝对值超过了 0.5(0.713),需首先通过提高辣味强度来改进该感官属性;其次是香味偏淡,需适当提高;对于该样品的麻味,虽然有高达 92.31% 的消费者认为还不够麻,但他们的喜好度并不低,其惩罚系数接近零,使得 Total mean drops 绝对值才 0.065,因此该属性未影响样品 ZCL 的整体喜好度。总之辣味、香味是具有显著影响消费者喜好的关键感官属性。

对于样品 DDR,有超过 60% 的消费者认为辣味太强,不满系数差最大,Total mean drops 绝对值也超过 0.5,需首先降低辣味强度,其次是适当降低嚼劲、提高香味;虽然麻味偏高、甜味偏低的消费者为 40% 左右,但其对应的 Total mean drops 绝对值在蓝色虚线附近,说明该 2 项感官属性的改进优先级不是很高;因此辣味、嚼劲、香味是具有显著影响消费者喜好的关键感官属性。

样品 DLB 有超过 40% 的消费者认为辣味过辣、甜味太弱、香味太弱,其对应的 Total mean drops 绝对值超过 0.5,需首先改进;其次是适当降低麻味;而对于嚼劲,有的消费者认为太弱,有的认为太强,在此有分歧,需要结合后续的评价小组结果开展进一步分析;不过辣味、甜味和香味是具有显著影响消费者对该样品喜好的关键感官属性。

对于样品 GSW,超过 65% 的消费者认为辣味偏强,而甜味、香味亦是偏弱,辣味和甜味是具有显著影响消费者喜好的关键感官属性,需要首先改进;而对于麻味,有的消费者认为太弱,有的认为太强,在此有分歧,需要结合后续的评价小组结果开展进一步分析;而对于该样品的嚼劲,虽然近 50%(46.16%) 的消费者认为太强,但他们的喜好度并不低,其 Penalty 系数接近零,使得 Total mean drops 绝对值才 0.023,因此该属性未影响样品 GSW 的喜好度。

对于样品 HMH,辣味、甜味、咸味及香味是具有显著影响消费者喜好的关键感官属性,需首先降低辣味和咸味、提高甜味和香味;对于该样品的麻味,也有超过 50%(50.77%) 的消费者认为太强,但其 Total mean drops 绝对值不到 0.3,改进优先级不高。

2.3 外部偏好图验证分析样品感官属性消费接受性

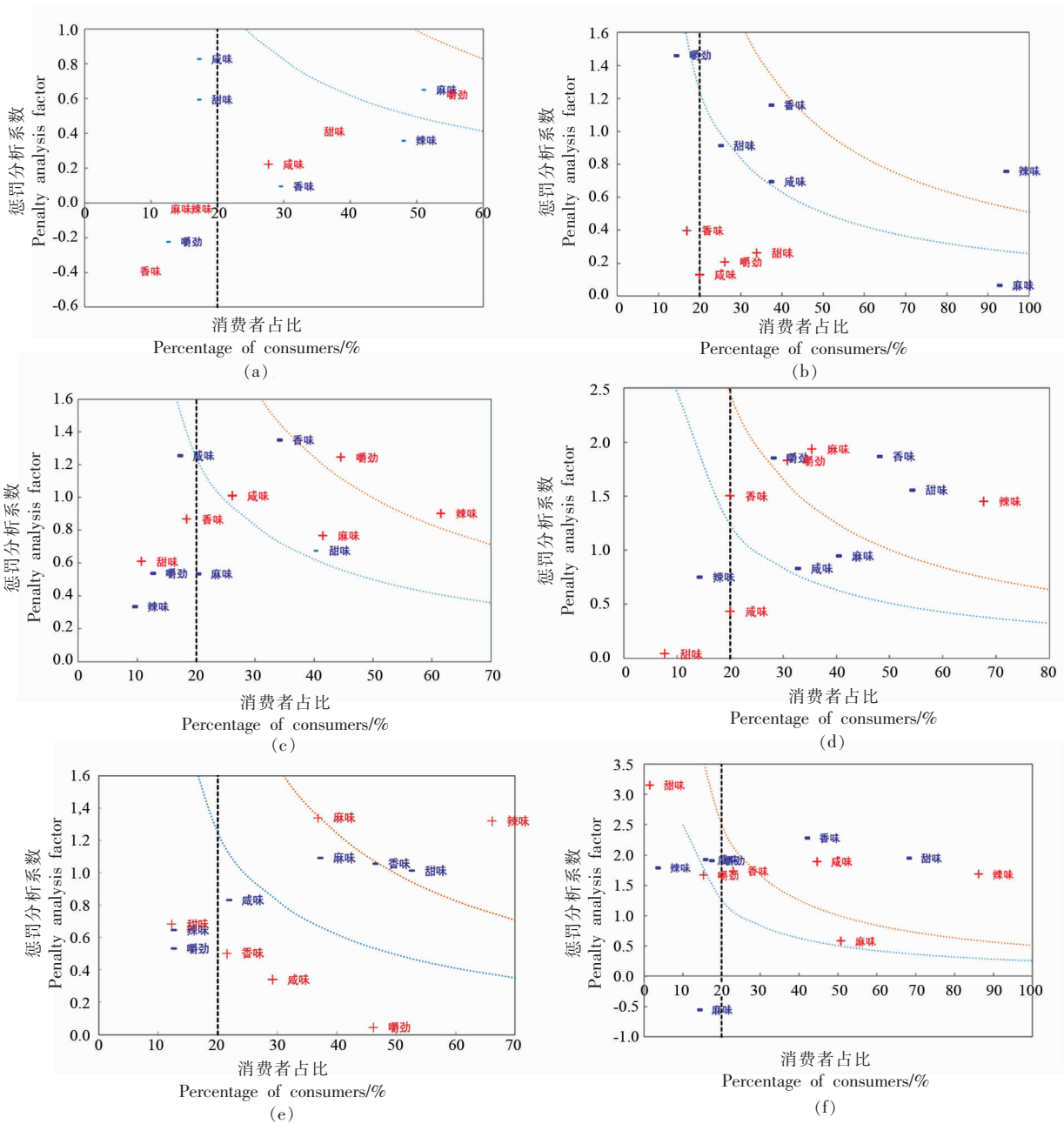
为了进一步验证完全基于消费者测试数据的惩罚分析结果(各样品需优先改进感官属性及改进方向)的可靠性,通过训练的专业评价小组对各辣条进行定量描述分析,深度洞察各样品在各感官属性上的差异程度,并结合消费者喜好数据,开展外部偏好图分析,深入探索喜好度、感官属性与样品三者之间的关系。

表2 6种辣条样品惩罚分析
Table 2 Penalty analysis of 6 spicy strips samples

样品	统计参数	感官属性					
		咸味	辣味	麻味	甜味	香味	嚼劲
WLQ	Total mean drops	-0.1405	-0.17136	-0.33001	-0.09989	-0.02924	0.028313
	惩罚系数	-0.83	-0.36	-0.65	-0.59	-0.1	0.23
	<i>P</i> (过少/弱)%	16.93%	47.60%	50.77%	16.93%	29.24%	12.31%
	<i>P</i> (刚好)%	55.38%	38.46%	38.46%	49.23%	64.62%	35.38%
	<i>P</i> (过多/强)%	27.69%	13.85%	10.77%	33.85%	6.15%	52.31%
	惩罚系数	-0.23	0.04	0.03	-0.41	0.39	-0.62
	Total mean drops	-0.06369	0.00554	0.003231	-0.13879	0.023985	-0.324322
	不满系数差	0.08	0.18	0.33	0.04	0.05	0.35
ZCL	Total mean drops	-0.25844	-0.71326	-0.06462	-0.22404	-0.42458	-0.20221
	惩罚系数	-0.7	-0.76	-0.07	-0.91	-1.15	-1.46
	<i>P</i> (过少/弱)%	36.92%	93.85%	92.31%	24.62%	36.92%	13.85%
	<i>P</i> (刚好)%	43.08%	6.15%	7.69%	41.54%	46.15%	60.00%
	<i>P</i> (过多/强)%	20.00%	0.00%	0.00%	33.85%	16.92%	26.16%
	惩罚系数	-0.13	0	0	-0.26	-0.39	-0.20
	Total mean drops	-0.026	0	0	-0.08801	-0.06599	-0.05232
	不满系数差	0.23	0.71	0.06	0.14	0.36	0.15
DDR	Total mean drops	-0.2115	-0.03046	-0.106	-0.268	-0.45684	-0.06647
	惩罚系数	-1.25	-0.33	-0.53	-0.67	-1.35	-0.54
	<i>P</i> (过少/弱)%	16.92%	9.23%	20.00%	40.00%	33.84%	12.31%
	<i>P</i> (刚好)%	56.92%	29.23%	38.46%	49.23%	47.69%	43.08%
	<i>P</i> (过多/强)%	26.16%	61.54%	41.54%	10.77%	18.46%	44.62%
	惩罚系数	-1.01	-0.9	-0.77	-0.61	-0.86	-1.25
	Total mean drops	-0.26422	-0.55386	-0.31986	-0.0657	-0.15876	-0.55775
	不满系数差	0.05	0.52	0.21	0.20	0.30	0.49
DLB	Total mean drops	-0.26815	-0.13846	-0.38	-0.87769	-0.89185	-0.51231
	惩罚系数	-0.83	-1	-0.95	-1.63	-1.87	-1.85
	<i>P</i> (过少/弱)%	32.31%	13.85%	40.00%	53.85%	47.69%	27.69%
	<i>P</i> (刚好)%	47.69%	18.46%	24.62%	38.46%	32.31%	41.54%
	<i>P</i> (过多/强)%	20.00%	67.69%	35.38%	7.69%	20.00%	30.77%
	惩罚系数	-0.43	-1.97	-1.93	-1.22	-1.5	-1.82
	Total mean drops	-0.086	-1.33354	-0.68292	-0.09385	-0.3	-0.56
	不满系数差	0.18	1.20	0.30	0.78	0.59	0.05
GSW	Total mean drops	-0.17878	-0.07878	-0.40243	-0.52823	-0.48919	-0.06524
	惩罚系数	-0.83	-0.64	-1.09	-1.01	-1.06	-0.53
	<i>P</i> (过少/弱)%	21.54%	12.31%	36.92%	52.30%	46.15%	12.31%
	<i>P</i> (刚好)%	49.23%	21.54%	26.15%	35.38%	32.31%	41.54%
	<i>P</i> (过多/强)%	29.23%	66.16%	36.93%	12.31%	21.54%	46.16%
	惩罚系数	-0.34	-1.31	-1.34	-0.67	-0.5	-0.05
	Total mean drops	-0.09938	-0.8667	-0.49486	-0.08248	-0.1077	-0.02308
	不满系数差	0.08	0.79	0.09	0.45	0.38	0.04
HMH	Total mean drops	-0.29491	-0.05513	0.07756	-1.31996	-0.94711	-0.32317
	惩罚系数	-1.92	-1.79	0.56	-1.95	-2.28	-1.91
	<i>P</i> (过少/弱)%	15.36%	3.08%	13.85%	67.69%	41.54%	16.92%
	<i>P</i> (刚好)%	40.00%	10.77%	35.38%	30.77%	35.38%	67.69%

(续表 2)

样品	统计参数	感官属性					
		咸味	辣味	麻味	甜味	香味	嚼劲
	$P(\text{过多/强})\%$	44.62%	86.15%	50.77%	1.54%	23.07%	15.39%
	惩罚系数	-1.89	-1.68	-0.58	-3.15	-1.73	-1.66
	Total mean drops	-0.84332	-1.44732	-0.29447	-0.04851	-0.39911	-0.25547
	不满系数差	0.55	1.39	0.37	1.27	0.55	0.07



注：a-f.分别表示样品 WLQ、ZCL、DDR、DLB、GSW、HMH；符号“-”代表属性“偏弱”，符号“+”代表属性“偏强”。

图 3 6 种辣条样品惩罚分析

Fig.3 Penalty analysis of 6 spicy strips samples

图4为13名评价员对6种辣条样品的定量描述感官剖面图,图中能清晰发现样品间在口味、口感等感官属性方面的不同特点。样品WLQ具有明显的甜味、筋道突出,辣味、麻味较弱,咸味、香精香料味以及油汁感适中;样品ZCL筋道最强、甜味明显,麻味、辣味很弱,咸味较弱,香精香料味和油汁感适中;样品DDR筋道明显,辣味、麻味和油汁感较弱,咸味、甜味和香精香料味适中;样品DLB筋道偏弱,其余各属性均一;样品GSW甜味较弱,具有明显的香精香料味,咸味、辣味和麻味较强,油汁感尚可;样品HMH辣味和麻味最强,咸味、香精香料味及油汁感突出,甜味很弱,筋道尚可。由方差分析结果可知(表3),同一感官属性的6种辣条样品存在显著性差异($P<0.05$),样品HMH的咸味、辣味、麻味、香精香料味和油汁感显著强于其它样品,但其甜味显著弱于其余样品。

消费者外部偏好图是一种将评价小组描述性分析结果与消费者喜好测试数据相结合的技术,通过偏最小二乘回归分析将样品的感官特征与消费者偏好之间的关系以二维偏好等高线图(图5)的形式直观显示出来^[15]。图中圆点代表消费者;图中背景色所代表的百分比表示消费者对该样品的喜好超过平均喜好度的占比,占比越高,表明该样品越受到消费者喜欢。消费者主要集中分布在左侧,

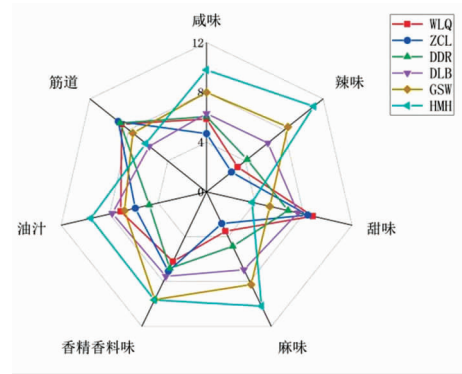


图4 6种不同辣条样品感官剖面图

Fig.4 Sensory profile of 6 spicy strips samples

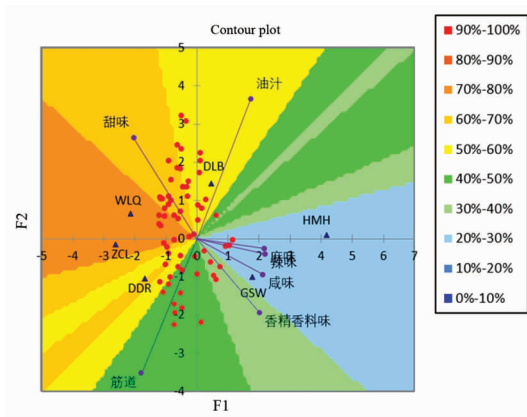


图5 消费者喜好等高线图

Fig.5 Contour plot of consumer preferences

表3 方差分析、惩罚分析结果及最终改进建议

Table 3 Results of ANOVA, Penalty analysis and final improvement suggestions

样品	WLQ	ZCL	DDR	DLB	GSW	HMH	P
咸味	5.87 ± 1.33 ^c	4.69 ± 1.66 ^d	6.06 ± 1.90 ^c	6.30 ± 1.61 ^c	8.00 ± 1.37 ^b	9.80 ± 1.82 ^a	0.000**
						太强 ↓	
辣味	3.20 ± 1.18 ^c	2.56 ± 0.89 ^e	4.18 ± 1.29 ^d	6.31 ± 1.93 ^c	8.37 ± 2.01 ^b	11.03 ± 2.33 ^a	0.000**
	偏弱	太弱 ↑	太强 ↓	太强 ↓	太强 ↓	太强 ↓	
甜味	8.77 ± 2.49 ^a	8.35 ± 1.49 ^{ab}	6.73 ± 1.90 ^c	7.54 ± 2.22 ^{bc}	5.22 ± 1.54 ^d	3.76 ± 1.89 ^e	0.000**
			偏低	太弱 ↑	太弱 ↑	太弱 ↑	
麻味	3.51 ± 1.05 ^e	2.82 ± 1.13 ^c	4.85 ± 1.62 ^d	6.94 ± 2.48 ^c	8.27 ± 2.07 ^b	10.19 ± 2.84 ^a	0.000**
	偏弱	偏弱	偏高	太强 ↓	分歧 ↓		
香精香料味	6.21 ± 1.39 ^c	7.08 ± 1.64 ^{bc}	6.82 ± 1.57 ^{bc}	7.53 ± 1.80 ^b	9.61 ± 2.31 ^a	9.65 ± 1.77 ^a	0.000**
		太弱 ↑	太弱 ↑	太弱 ↑	太弱 ↑	太弱 ↑	
油汁感	7.08 ± 2.37 ^b	5.88 ± 0.97 ^c	4.73 ± 1.68 ^d	7.78 ± 2.48 ^b	6.77 ± 2.47 ^{bc}	9.55 ± 2.20 ^a	0.000**
筋道	8.73 ± 1.97 ^a	9.09 ± 2.10 ^a	8.87 ± 1.51 ^a	5.89 ± 1.40 ^c	7.59 ± 2.22 ^b	6.25 ± 1.63 ^c	0.000**
	偏强		太强 ↓	分歧	偏强		

注:表中文字为惩罚分析得到的需要改进的结果;上下箭头代表最终建议的改进方向。

少部分消费者分布在右侧。样品 WLQ、ZCL 的偏好率为 80%~90%，样品 DDR 的偏好率为 60%~70%，样品 DLB 的偏好率为 50%~60%，样品 GSW 和 HMH 的偏好率为 20%~30%。通过外部偏好图发现，样品 WLQ、ZCL、DDR 的消费者偏好度较高的主要原因是，相对其它样品这 3 种样品的甜度和筋道偏强，咸味、麻味、辣味、香精香料味偏弱。基于以上结果，发现外部偏好图分析得出的结果与惩罚分析结果相似，间接验证了惩罚分析的可靠性。对辣条样品感官属性进行相关性分析并结合 6 种辣条样品的外部偏好图，得到咸味、辣味、麻味、香精香料味两两具有显著正相关($P<0.05$)，甜味与咸味、辣味、麻味、香精香料味呈显著负相关($P<0.05$)，筋道与油汁呈负相关。

对比定量描述分析、外部偏好图和惩罚分析结果，发现整体上结论一致。咸味方面，样品 HMH 咸味最强，需要调低。辣味方面，对于样品 WLQ 和 ZCL 偏低，特别是 ZCL 需要优先调高，而对于其它样品都需要调低，其适合的辣味值大概在 3.60 附近。甜味方面，除了 WLQ 和 ZCL，其它普遍太弱并需要调高，合适的甜味值大概至少需要 8.00。香精香料味(香味)方面，普遍太弱并需要调高。麻味方面，样品 WLQ、ZCL 偏弱，样品 DDR 偏高，但样品 DLB 麻味太高需要调低；对于样品 GSW 的麻味，惩罚分析结果有分歧，有的消费者认为太弱，有的认为太强，但结合定量描述结果发现该样品的麻味强度在所有样品中是第 2 麻，因此需要考虑降低该样品的麻味强度；样品 HMH 麻味是所有样品中最强的，也有超过 50%(50.77%)的消费者认为太强，但其 Total mean drops 绝对值不到 0.3，可能由于其它属性改进的优先级更高，导致其惩罚分析结果不建议改进，但结合定量描述结果，同样需要考虑降低该样品的麻味强度；其适合的麻味值大概在 4.10 附近。筋道方面，除了样品 DLB 和 HMH，其它样品都偏强；对于样品 DLB，有的消费者认为太弱，有的认为太强，在此有分歧，但定量描述分析结果发现该样品的嚼劲是最弱的，可能是其它属性影响和干扰了消费者的判断；对于样品 DDR，筋道太强需要调低；而样品 ZCL 的筋道最强，但惩罚分析结果没建议优先改进，可能是其它属性影响和干扰了消费者的判断。

3 结论

本文以 6 种市场主流品牌辣条样品为研究对象，根据建立的辣条感官描述词和评价小组，获得 6 种辣条的感官剖面，经方差分析及多重比较，表明 6 种辣条样品之间存在显著性差异，从消费者易于理解和感知感官属性两方面确定了消费者测试的关键感官属性为咸味、辣味、麻味、香味、甜味和筋道。通过招募 65 名消费者对 6 种辣条样品进行喜好测试和恰好测试，发现各样品之间的消费者喜好存在显著性差异，并可分为 3 类不同喜好程度的样品集，且消费者认为不同辣条样品的各感官属性离最适宜强度还有一定差距。采用惩罚分析初步提出了各品牌辣条样品的改进策略，并提出了影响消费者喜好的关键感官属性。将感官小组评价数据与消费者喜好数据结合，通过偏最小二乘回归分析建立了偏好等高线图，样品 DLB、DDR、ZCL 和 WLQ 的偏好率在 50%~80%，预测甜味、筋道、油汁感为潜在影响消费者喜好的感官属性；样品 GSW 与 HMH 的偏好率为 20%~30%，预测咸味、辣味、麻味和香精香料味为潜在影响消费者喜好的感官属性，同时验证了 Penalty 分析的可靠性。最后对比定量描述分析、惩罚分析和偏好图分析结果发现整体结论一致，并给出了各辣条样品的最终改进建议。通过以上分析建立的辣条样品改进策略模型，可为已有产品感官品质的提升或开发新产品提供参考依据。

参 考 文 献

- [1] 刘晓蔓, 程景民. 辣条是垃圾食品吗[J]. 农村新技术, 2021(11): 66.
LIU X M, CHENG J M. Are spicy strips junk food [J]. New Rural Technology, 2021(11): 66.
- [2] 梅媛, 双媛, 柯媛, 等. 低聚糖对小麦粉及辣条坯体品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(1): 230-237.
MEI Y, SHUANG Y, KE Y, et al. Effect of different polysaccharides on quality of wheat flour and spicy wheat gluten sticks[J]. Food and Fermentation Industries, 2023, 49(1): 230-237.
- [3] 杨恒, 王学东, 丁贝贝, 等. 不同糖醇对辣条坯体品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(13):

- 190-197.
- YANG H, WANG X D, DING B B, et al. Effects of different polyols on the quality of Chinese spicy snack food [J]. *Food and Fermentation Industries*, 2021, 47(13): 190-197.
- [4] 林洁如. 调味面制品监管 加强辣条市场开启新篇章 [J]. *新产经*, 2020(2): 84-85.
- LIN J R. The supervision of seasoned noodle products has been strengthened. A new chapter in the spicy strip market begins [J]. *New Industrial Economy*, 2020(2): 84-85.
- [5] 李颖. “史上最牛零食”辣条国标出台 [J]. *中国质量万里行*, 2018(7): 32-33.
- LI Y. The national standard of "the most cow snack in history" spicy strips was introduced [J]. *China Quality Miles*, 2018(7): 32-33.
- [6] 林海祿, 彭雪娇, 孙毅, 等. 高效液相色谱法测定辣条中苯并[a]芘的含量 [J]. *东华理工大学学报(自然科学版)*, 2019, 42(3): 291-294.
- LIN H L, PENG X J, SUN Y, et al. Determination of Benzo[a] pyrene in spicy bar by high performance liquid chromatography [J]. *Journal of East China University of Technology (Natural Science)*, 2019, 42(3): 291-294.
- [7] 花露, 叶平, 陆杰, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法同时测定辣条中的 5 种罂粟碱 [J]. *中国调味品*, 2018, 43(8): 142-146.
- HUA L, YE P, LU J, et al. Determination of 5 Papaverines in Spicy Gluten by UPLC-MS/MS [J]. *China Condiment*, 2018, 43(8): 142-146.
- [8] 顾佳丽, 孟庆如, 殷志全, 等. 辣条中甜味剂含量的测定及与蛋白质的相互作用 [J]. *辽宁化工*, 2018, 47(11): 1190-1192.
- GUA J L, MENG Q R, YIN Z Q, et al. Simultaneous HPLC determination of 6 sweeteners [J]. *Liaoning Chemical Industry*, 2018, 47(11): 1190-1192.
- [9] 杨丹, 李敏, 龙银晴, 等. 感官分析文献综述 [J]. *轻工标准与质量*, 2019(3): 74-76.
- YANG D, LI M, LONG Y Q, et al. Literature review of sensory analysis [J]. *Standard & Quality of Light Industry*, 2019(3): 74-76.
- [10] 刘登勇, 董丽, 谭阳, 等. 食品感官分析技术应用及方法学研究进展 [J]. *食品科学*, 2016, 37(5): 254-258.
- LIU D Y, DONG L, TAN Y, et al. Methodology and application of sensory evaluation technology in food science [J]. *Food Science*, 2016, 37(5): 254-258.
- [11] 丛懿洁, 马蕊, 朱宏, 等. Penalty 分析方法在褐色酸奶开发中的应用研究 [J]. *食品工业*, 2017, 38(7): 117-121.
- CONG Y J, MA R, ZHU H, et al. Taste tracking of brown yogurt used penalty based on the consumer survey [J]. *The Food Industry*, 2017, 38(7): 117-121.
- [12] WU J, OUYANG Q, PARK B, et al. Physicochemical indicators coupled with multivariate analysis for comprehensive evaluation of matcha sensory quality [J]. *Food Chemistry*, 2021, 371(8): 131100.
- [13] 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, 2011: 35-36.
- ZHAO L, LIU W. Application guide for sensory analysis techniques [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2011: 35-36.
- [14] OWUREKU-ASARE M, ODURO I, AGYEI-AMPONSAH J, et al. Sensory profiling and consumer evaluation of solar dried tomato powder in Ghana [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2022, 102(9): 3607-3617.
- [15] 赵镭, 邓少平, 刘文. 食品感官分析词典 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2015: 86-87.
- ZHAO L, DENG S P, LIU W. Dictionary of sensory analysis of food [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2015: 86-87.
- [16] MELLO L S S, ALMEIDA E L, MELO L. Discrimination of sensory attributes by trained assessors and consumers in semi-sweet hard dough biscuits and their drivers of liking and disliking [J]. *Food Research International (Ottawa, Ont)*, 2019, 122: 599-609.
- [17] WANG Q J, SPENCE C. Drinking through rosé-coloured glasses: Influence of wine colour on the perception of aroma and flavour in wine experts and novices [J]. *Food Research International (Ottawa, Ont)*, 2019, 126: 108678.
- [18] ZAY K, GERE A. Sensory acceptance of poppy seed-flavored white chocolates using just-about-right method [J]. *Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie*, 2019, 103: 162-168.
- [19] BERNSTEIN A J. Preference mapping of whole grain and high fiber products: Whole wheat bread and extruded rice and bean snack [D]. Lincoln: University

- of Nebraska, 2015: 12–16.
- [20] 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.
- [21] NARAYANAN P, CHINNASAMY B, JIN L, et al. Use of just–about–right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt[J]. *Journal of Dairy Science*, 2014, 97(6): 3262–3272.
- [22] BI J. A review of statistical methods for determination of relative importance of correlated predictors and identification of drivers of consumer liking[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2012, 27(2): 87–101.
- [23] 支瑞聪, 赵镭, 苏玉芳, 等. 基于地域喜好差异的液态乳关键属性优化方法[J]. *食品科学*, 2018, 39(7): 47–55.
- ZHI R C, ZHAO L, SU Y F, et al. Optimization of key sensory attributes for flavored liquid milk based on local consumers' preference[J]. *Food Science*, 2018, 39(7): 47–55.
- [24] PALAZZO A B, BOLINI H. Sweeteners in diet chocolate ice cream: Penalty Analysis and Acceptance Evaluation[J]. *Journal of Food Studies*, 2017, 6(1): 1.
- [25] MANDHA J, SHUMOY H, DEVAERE J, et al. Effect of lactic acid fermentation on volatile compounds and sensory characteristics of mango (*Mangifera indica*) juices[J]. *Foods (Basel, Switzerland)*, 2022, 11(3): 383.
- [26] CHONG F S, O'SULLIVAN M G, KERRY J P, et al. Understanding consumer liking of beef using hierarchical cluster analysis and external preference mapping[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2020, 100(1): 245–257.
- [27] MARÍN –OBISPO L M, VILLARREAL –LARA R, RODRÍGUEZ –SÁNCHEZ D G, et al. Insights into drivers of liking for avocado pulp (*Persea americana*): Integration of descriptive variables and predictive modeling [J]. *Foods (Basel, Switzerland)*, 2021, 10(1): 99.
- [28] 中华人民共和国农业部. 感官分析选拔、培训与管理评价员一般导则第 1 部分: 优选评价员 GB/T 16291.1–2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012: 1–22.
- Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Sensory analysis –General guidance for the selection, training and monitoring of assessors –Part 1: Selected assessors GB/T 16291.1–2012[S]. Beijing: Standards Press of China, 2012: 1–22.
- [29] 岳营峰, 史波林, 赵镭, 等. 辣条感官描述词的建立及感官特征比较[J]. *食品安全质量检测学报*, 2022, 13(9): 2728–2735.
- YUE Y F, SHI B L, ZHAO L, et al. Establishment of sensory descriptive vocabulary of spicy strip and the comparison of sensory characteristics [J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2022, 13(9): 2728–2735.
- [30] 中国标准化与信息分类编码研究所, 全国农业分析标准化技术委员会. 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: GB/T 16861–1997[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997: 1–16.
- China Institute of Standardization and Information Classification and Coding, National Agricultural Analysis Standardization Technical Committee. Sensory analysis –Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach: GB/T 16861–1997[S]. Beijing: Standards Press of China, 1997: 1–16.
- [31] 常玉梅. 描述性检验与消费者接受度感官分析方法研究[D]. 无锡: 江南大学, 2013: 34–35.
- CHANG Y M. Research on sensory analysis methods of descriptive test and consumer acceptability [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2013: 34–35.
- [32] PACZKOWSKI W. Technical memorandum on Penalty analysis[M]. New York: Data Analytics Corp, 2009: 10–16.
- [33] CADOT Y, CAILLÉ S, SAMSON A, et al. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by quantitative descriptive analysis, just about right analysis and typicality assessment[J]. *Analytica Chimica Acta*, 2010, 660(1/2): 53–62.

Analysis of Consumption Acceptance for Spicy Strip Using Penalty Analysis and Preference Map Technology

Yue Yingfeng^{1,2}, Shi Bolin^{2*}, Zhao Lei², Gao Haiyan¹, Zhong Kui², Wang Houyin², Wang Sisi², Gu Qianhui³

(¹School of Life Sciences, Shanghai University, Shanghai 200444

²Institute of Agricultural Food Standardization, China National Institute of Standardization, Beijing 102200

³Three Squirrels Co., Ltd., Wuhu 241000, Anhui)

Abstract With the continuous expansion of the domestic snack food market, it is crucial to understand the key factors affecting consumer preferences and guide product improvement. This article focused on spicy strips with different brands, which carried out the evaluation of key sensory attributes for sensory evaluation groups and consumers. Penalty analysis preliminarily explored the sensory attributes and improvement directions of each product, and studied the taste characteristics through ANOVA and correlation analysis. The preference mapping was deeply processed and characterized the results of QDA and consumer preference. And it also verified the reliability of the Penalty analysis. The results showed that the sensory attributes and preferences of the six brands of spicy strips were both significantly different. Penalty analysis proposed key sensory attributes that influence consumers' preferences and identified improvement strategies for sensory attributes of 6 spicy strip samples preliminary. It was found that the preference rate of consumers for samples DLB, DDR, ZCL and WLQ was 50%–80% through preference map technology, and it was speculated that sweetness, chewiness and oily juice were the sensory attributes that could potentially affected consumers' preferences. The preference rate of consumers for GSW and HHM was 20%–30%, speculating that salty, spicy, numb, and essence spicery were the sensory attributes that potentially affected consumer preferences. By comparing the results of QDA, Penalty analysis and preference graph, it was found that the overall conclusion was consistent, and the final optimization and improvement strategy was determined by combining the three conclusions. The sensory attribute improvement model of spicy strips established in this article can provide a reference for the improvement of taste characteristics of spicy strips and the development of new products.

Keywords spicy strip; Penalty analysis; preference mapping; sensory attributes improvement