

豆腐干质构感官分析及评价小组能力评估

常玉梅, 钟芳*

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 经过培训的感官评价小组对市售豆腐干质构进行蛛网描述性感官分析, 得到区分不同品质豆腐干的主要质构属性。通过计算信噪比变化趋势, 研究了培训过程中评价小组的表现; 采用 Panel Check 软件, 评估了培训后的评价小组一致性、评价员区分能力和重复性; 进一步通过主成分分析法, 研究了豆腐干之间的质构差异及豆腐干与各属性相关程度。结果表明, 经过培训的豆腐干感官评价小组给出的数据较为准确、可靠; 区分不同品质豆腐干的主要质构属性为: 表面油感、凝聚性、硬度、成团性、咀嚼次数。

关键词: 豆腐干; 蛛网描述性感官分析法; 评价小组能力评估; 质构

中图分类号: TS 207.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2013)01—0037—06

Spectrum Descriptive Sensory Analysis of Dried Bean Curd's Texture and Panel Performance Analysis

CHANG Yu-mei, ZHONG Fang*

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: A sensory panel was trained to screen a list of texture attributes to evaluate different dried bean curds by Spectrum descriptive sensory analysis method. Panel performance during training sessions including panel agreement, panelists' discrimination ability and repeatability was studied by the development of signal to noise ratio and Panel Check software. Furthermore, principal component analysis presented a general overview over how the attributes were structured among the dried bean curds. The results showed that the trained panel performed well and the data was reliable. The major texture attributes of dried bean curds were surface oiliness, cohesiveness, hardness, cohesiveness of mass and number of chewing.

Keywords: dried bean curd, spectrum descriptive analysis, panel performance analysis, texture

食品感官科学是研究如何用人的感官代替仪器来描述或测量产品的属性特征。食品与个人的交互影响通过人的直接感知能够更好地表达出来, 而

经过培训的评价员则可以将食品的特性有效感知, 并具有较高的准确度^[1]。感官评估更偏向于人的主观感受, 由于个体之间感觉的差异、环境和身体条

收稿日期: 2012-09-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(31171686); 国家高技术研究发展计划项目(2011BAD23B02)。

* 通信作者: 钟芳(1972—), 女, 河南新乡人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事食品化学研究。E-mail: fzhong@jiangnan.edu.cn

件的不同,人们可能作出不同的判断,因此必须使评估结果数量化,并对评价员进行培训、校正、能力评估,然后再进行统计分析,才能客观地比较样品之间的差异。豆腐干作为一种休闲食品,其质构感官品质是衡量其品质的重要指标^[2]。国内对固体食品质构的描述性感官分析的研究以及评价小组能力的评估方法尚未完善,对豆腐干质构的感官分析研究几乎一片空白。王春叶^[3]曾采用 QDA 定量描述性分析法研究了豆腐干的感官品质。肉肠类食品的质构感官特性与豆腐干类似,吴港城等^[4]人曾采用喜好度的方法对鱼肉肠的感官品质进行了研究。作者则采用蛛网法定量描述性分析研究了豆腐干质构差异,并提出了评估感官评价小组能力的方法。该体系能够得到更精确、更可靠的豆腐干质构感官数据,从而达到更准确地将市售豆腐干按照质构品质分类的目的。该研究方法也应该同样适用于其他类似固体食品质构的感官分析。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

4 种市售品牌五香味豆腐干、卡夫闲趣清咸原味饼干、双汇火腿肠、三辉麦风烧贝壳蛋糕、玉米爆米花、格力高百利滋饼干棒、散装果脯、伊高棉花糖、旺仔 QQ 软糖、明徽五香花生、绿箭口香糖;购于当地超市;纯净水:无锡飘之霖饮用水公司产品。

1.2 仪器与设备

TA -XT Plus 质构仪:英国 STABLE MICROSYSTEMS 公司产品。

1.3 方法

1.3.1 样品准备 20℃室温下去除豆腐干包装,挑选约 2 cm×2 cm×0.2 cm 大小的豆干作为样品。将样品分别装入 3 位数随机编码的透明塑料盘中,以随机顺序摆放呈现给评价员。

1.3.2 筛选评价员 按国标 GB/T14195-93 要求,作者在专业的感官评定实验室里对 21 名大学生进行感官能力筛选考核。考核内容包括:良好的感官能力(基本味、嗅觉匹配、颜色辨认、二三检验、排序试验),对产品的感受进行交流和描述的基本能力^[5]。

1.3.3 豆腐干质构属性描述语的产生 作者采用群体决策法^[6]结合固体样品质构描述语标准的方法^[7],建立豆腐干质构感官属性描述语。评价员品尝多种不同质构豆腐干后对其质构特征进行描述,将所有

描述语合并,删除偏爱类和重复类词汇,再从客观类词汇中挑选被引用频率较高、全体评价员一致决定保留的描述语。结合固体样品质构描述语标准,补充评价员未提到的描述语,确定最终的描述语定义及其感官评价方法。

1.3.4 豆腐干评价小组培训及其表现评估 作者按照国际标准(ASTM STP 913,1986)在感官评定实验室进行,采用蛛网定量描述性分析方法、15 点(0-15)标度法对豆腐干的质构特征进行描述性分析。由合格评价员组成的评价小组,经过阶段性的培训和评估测试(如表 1 所示)后,给出能够较为客观、准确、定量描述豆腐干质构特征的感官描述性分析数据。

表 1 培训及表现评估的流程

Table 1 Workflow of panel training and performance analysis

阶段	次数(每次 2 h,隔天一次)	内容及目的
第一阶段 (培训)	1、2、3、4	提供标样如表 2 所示,熟悉标样;提高评价小组对属性定义和评价方法理解的一致性、标样排序一致性、标度表(0-15)使用一致性 ^[8] ;每次培训结束时给予评价员反馈信息 ^[9]
第二阶段 (初步评估)	5、6	初步评估评价小组表现,找出难理解、有问题的属性
第三阶段 (培训)	7、8、9、10	继续培训,着重加强对较难理解的属性的培训
第四阶段 (评估测试)	11、12	评估测试评价小组表现并分析豆腐干样品质构差异

1.3.5 数据处理 作者使用 SPSS17.0 软件对评价员和样品的信号(总差)噪音(残差)比值(S/N 值)进行单因素方差分析;使用 Panel Check 1.4.0 软件中分析样品间各属性差异的显著性、初步筛选属性、分析评价小组表现、分析不同豆腐干质构感官属性的差异。

2 结果与讨论

2.1 豆腐干质构属性、定义、评价方法的确定

9 人(2 男,7 女)通过筛选考核,被正式录用为豆腐干质构感官评定小组成员。最终确定的描述豆腐干质构的属性及其定义、评估方法、参照样如表 2 所示。

表2 豆干质构感官描述语、定义及参照样^[7]

Table 2 Sensory description terms of dried bean curd's texture properties with definition and reference

质构属性	定义	参照样品(0-15 标度法)
表面油感	豆干表面的油润程度	饼干 (1.8)、乐事薯片 (10.0)、大豆油 (15.0)
凝聚性	豆干不断裂而变形的程度	玉米松糕 (1.0)、软饼干 (8.0)、QQ糖 (12.5)
硬度	将豆干咬断所需要的力	鸡蛋蛋白 (2.5)、香肠 (7.0)、胡萝卜 (11.0)
成团性	咀嚼时样品与唾液结合成团的程度	评估测试评价小组表现并分析豆腐干样品质构差异
颗粒感	咀嚼一定时间后口中样品颗粒的量	蛋糕 (2.0)、香肠 (7.5)
咀嚼次数	样品被吞咽前需要咀嚼的次数	
残留固形物	吞咽后口中残渣的总量	胡萝卜 (1.0)、饼干 (7.5)
残留油感	吞咽后口中残留油的总量	饼干 (1.8)、乐事薯片 (10.0)、大豆油 (15.0)

2.2 评价小组进步评估及豆腐干主要质构属性的筛选

在定量描述性感官分析中,经过培训的评价小组比未经培训的评价小组评价结果更为准确,培训是得到一个产品可靠感官数据的关键步骤^[10]。目前国内对培训过程中评价小组能力提升的评估方法的研究相对较少。Stine Kreutzmann 等^[9]人对胡萝卜风味进行感官评估时,忽略了评价员和样品的差异,使用计算信噪比(S/N 值)的方法来评估培训次数对评价小组能力提升的影响、评价小组数据的可靠性。元素的 S/N 值越高,样品就越容易被区分、评价员就越能准确描述感官属性、评价员越是能给出持续一致的结果、结果越是可靠。

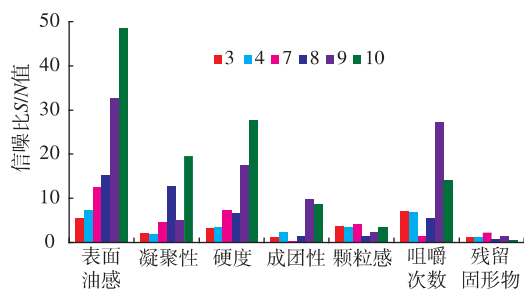
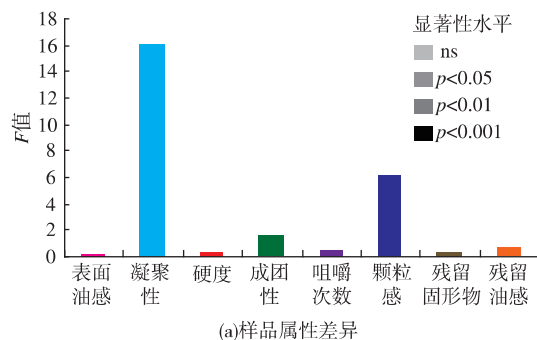


图1 培训次数对各属性信噪比的影响

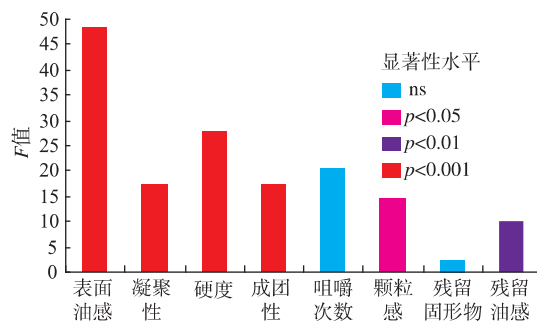
Fig. 1 Development in signal to noise ratio(SN) for 7 selected attributes over selected replicates among 3-10

图1中对比了部分属性在6次培训(第一、三阶段)中的信噪比变化。可见,除颗粒感、残留固形物外,其他属性的信噪比值均随着培训次数的增加而增大。这表明,在培训过程中,评价小组评价豆腐干样品质构差异的能力有了显著提升;除个别属性外,评价小组能够较好地理解和评价大部分属性,给出的结果较为一致、可信。

在确保评价结果较为可信之后,为进一步评估评价小组表现以及样品差异,必须先删掉那些无法用以区分样品、有重复性或关联性^[11]的属性。方差分析是分析样品间差异最常用的数据分析方法^[12],而感官属性筛选的最佳方法是用二维或三维方差分析来确定在5%显著水平上具有显著性差异($p < 0.05$)的属性^[13],那些 $p > 0.05$ 的属性说明样品间不存在显著差异,应删除。



(a)样品属性差异



(b)三维方差分析

图2 重复样差异(A)、样品属性差异(B)三维方差分析
Fig. 2 Replicate effect (A) and product effect (B) in three-way ANOVA

图2(A)是对第四阶段评估测试的数据进行的重复样差异三维方差分析,以排除重复样差异对实验结果的影响^[14],结果表明:两次测试所使用重复样无显著差异。因此,重复样对样品差异方差分析结果的影响可忽略不计。图2(B)是对样品属性差异进

行的三维方差分析,可见, $p>0.05$ 的属性只有残留固形物。另外,在培训过程中,多数评价员认为残留油感与表面油感有重复性、颗粒感与硬度有重复性,这与属性相关性分析结果一致。因此,最终只保留表面油感、凝聚性、硬度、成团性、咀嚼次数这五个属性作为豆腐干主要质构属性,继续以下分析。

2.3 评价小组及评价员表现评估

评估小组表现是进行样品差异分析的必经步骤^[15],评价小组的一致性、评价员良好的区分样品能力和重复性是保证样品测试数据准确可靠的3个关键要素。在筛选得到的属性基础上,采用 Panel Check 1.4.0 软件从上述3个方面对评价小组的表现作进一步评估。

2.3.1 评价小组一致性评估 Oliver Tomic 等^[13]人使用 Panel Check 软件中 Tucker-1 方法来评估评价小组整体的一致性。该方法能反映出评价小组整体在评价某个属性时的表现是否一致。在 Tucker-1 属性图中,每张图代表一个属性、每个点代表一个评价员。点越靠近外椭圆则该评价员区分样品该属性的能力越强,所有的点越聚拢则评价小组在该属性的评价上一致性越高。采用 Tucker-1 方法分析第四阶段评估测试中评价小组的一致性,结果见图3,评价小组在5个属性的评价上的一致性都很好。

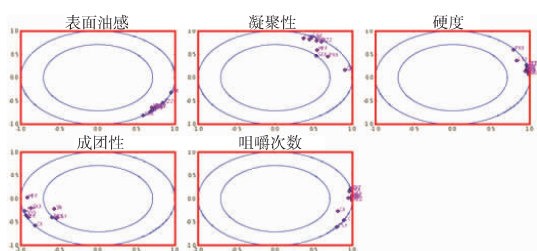


图3 评价小组一致性 Tucker-1 分析

Fig. 3 Tucker-1 analysis of panel consistency

2.3.2 评价员区分能力和重复性评估 Panel Check 软件中的 F 值和 MSE 值方法可以用来评估评价员区分能力和重复性。 F 值即组间差异与组内差异的比值,值越大说明评价员对相关属性的区分能力也就越好。MSE 值代表组内方差,值越小说明评价员的重复性越好。但 MSE 值很小,也可能是由于评价员没有将样品区分开,所以应结合 F 值,在评价员将样品区分的基础上讨论评价员的重复性^[16]。对第四阶段评价员感官分析数据作 F 值和 MSE 值分析。图4(a)每条线代表一个属性,大部分评价

员的大部分属性的 F 值都高于或接近 5% 显著水平,说明多数评价员区分能力都较好。图4(b)中每个评价员的每个属性 MSE 值都较小,表明每个评价员的重复性都较好。除个别评价员对个别属性的区分能力和重复性稍差,多数评价员都表现良好。

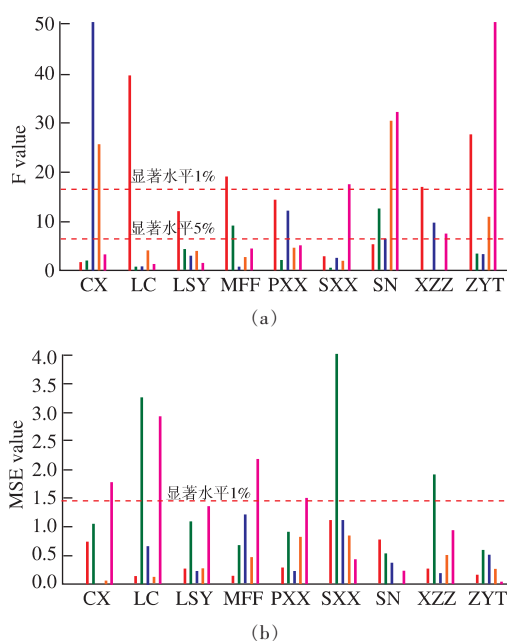


图4 评价员区分样品的能力(a)和重复性(b)

Fig. 4 Panelists' discrimination ability (a) and repeatability (b)

当评价员既具有较高的 F 值也具有较低的 MSE 值时,表明该评价员具备良好的评估样品的能力。图4中评价员 SN 区分样品的能力最强,评价员 LC 区分样品的能力则稍差。总之,经过培训的评价小组不仅一致性较好,单个评价员区分样品能力和重复性也较好,保证了该评价小组的可靠性及数据的有效性。

2.4 豆腐干质构差异分析

对数据进行主成分分析、蛛网图分析的主要目的在于得到一个由主要属性构建的豆腐干质构剖面简要的直观图,同时得到不同样品与各个属性的相关性程度^[13]。以下对第四阶段测试数据做主成分分析和蛛网图分析。

主成分分析结果如图5所示,PC1 和 PC2 两个主成分解释了 97.5% 的总变异,PCA 图给出了豆腐干质构可解释的区别。第一主成分 (75.5%) 主要描述了样品间表面油感、咀嚼次数、成团性、硬度的差异,第二主成分 (22.3%) 主要描述了样品间凝聚性、

表面油感的差异。所有属性与主成分相关系数均在0.6以上,高度相关性表明该5个属性是区分豆腐干质构差异的重要属性。图中可见,4个样品分散在不同的象限,被完全区分开。样品1和样品4位置较为接近,整体质构较为相似;样品2的表面油感比其他样品更为突出;样品3的硬度最大。蛛网图图6更加直观地勾勒出4种豆干在不同质构属性上的差异程度。样品1的成团性最好;样品2的表面油感最重;样品3除了成团性较差外,其他各属性强度均很大;样品4各个属性强度都较小。

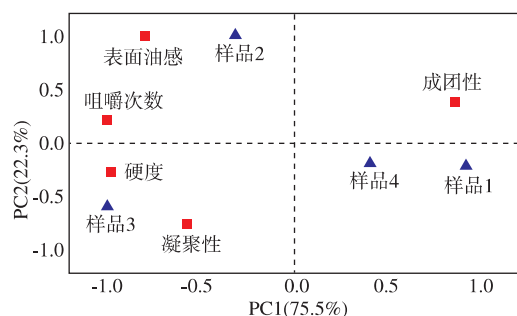


图5 样品属性主成分分析

Fig. 5 Principal component analysis (bi-plot of PC1 and PC2) of dried bean curds

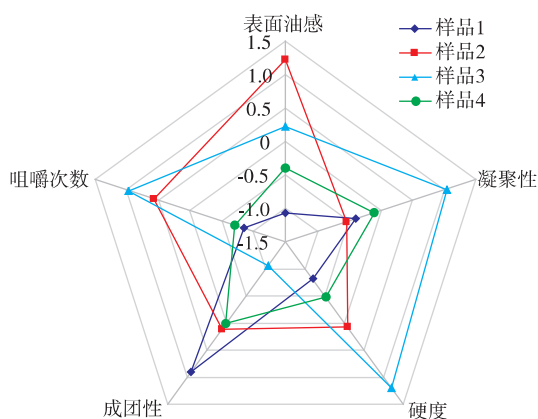


图6 样品属性蛛网剖面图

Fig. 6 Spider plot of dried bean curds

可见,表面油感、硬度、咀嚼次数、凝聚性、成团性是描述豆干质构特征、区分豆干质构口感差异的重要感官属性。评价员可以使用这5个属性很好的描述并区分豆腐干的质构差异,将不同质构品质的豆腐干加以分类。

3 结语

作者通过对评价小组的培训,对豆腐干进行了蛛网法定量描述性感官分析。通过对每次培训的信噪比变化趋势,发现了评价小组在培训过程中的进步和良好表现。从多个与豆腐干质构相关的属性中筛选得到5个主要的感官质构属性:表面油感、凝聚性、硬度、成团性、咀嚼次数。评价小组能力评估结果表明,经过培训的评价小组的一致性较好,单个评价员区分样品的能力和重复性都较好,保证了数据的可靠性和有效性。主成分分析和蛛网图将不同豆腐干质构属性强度的差异直观地表达了出来。总之,通过培训,建立起的可靠的豆腐干质构感官评价小组,能够准确地对不同质构的豆腐干进行分类。这比仪器分析得到的结果更能接近消费者真实生活中品尝豆腐干时的感觉。这种蛛网定量描述性感官分析方法以及评价小组表现评估方法也可适用于其他类似食品的感官评价研究体系中。后续的研究可将豆腐干质构的分类与消费者的喜好度联系起来,以得到最受消费者喜爱的豆腐干的质构属性强度,有针对性地改善豆腐干产品的感官品质。

参考文献:

- [1] Ross C F. Sensory science at the human-machine interface[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2009, 20: 63-72.
 - [2] Tuorila H, Monteleone E. Sensory food science in the changing society: opportunities, needs, and challenges [J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2009, 20: 54-62.
 - [3] 王春叶. 豆干感官品质研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
 - [4] 吴港城, 张愨, 陈卫星. 猪肉、脂肪以及淀粉含量对鱼肉肠品质的影响[J]. *食品与生物技术学报*, 2011, 30: 500-505.
- WU Gang-cheng, ZHANG Min, CHEN Wei-xing. Effect of content of pork, fat and starch on quality of fish sausages[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2011, 30: 500-505. (in Chinese)

- [5] GB/T14195-93, 感官分析优选评价员的准则与程序[S].
- [6] Lefebvre A, Bassereau J F, Pensé-Lheritier A M, et al. Recruitment and training of a sensory expert panel to measure the touch of beverage packages: issue and methods employed[J]. **Food Quality and Preference**, 2010, 21: 156-164.
- [7] Meilgaard M, Civille G V, Carr B T. Sensory evaluation technique[M]. **Taylor & Francis Group**, 2007: 189-245.
- [8] Byrne D V, Sullivan M G O, Dijksterhuis G B, et al. Sensory panel consistency during development of a vocabulary for warmed-over flavor[J]. **Food Quality and Preference**, 2001, 12: 171-187.
- [9] Stine K, Anette K T, Wender L P B. Training of a sensory panel and profiling of winter hardy and coloured carrot genotypes[J]. **Food Quality and Preference**, 2007, 18: 482-489.
- [10] Labbe D, Rytz A, Hugl A. Training is a critical step to obtain reliable product profiles in a real food industry context [J]. **Food Quality and Preference**, 2004, 15: 341-348.
- [11] Carbonell L, Izquierdo L, Carbonell I. Sensory analysis of spanish mandarin juices: selection of attributes and panel performance [J]. **Food Quality and Preference**, 2007, 18: 329-341.
- [12] Martin K, Lengard V. Assessing the performance of a sensory panel -panelist monitoring and tracking [J]. **Journal of Chemometrics**, 2006, 19: 154-161.
- [13] Tomic O, Luciano G, Nilsen A, et al. Analysing sensory panel performance in a proficiency test using the panel check software[J]. **Eur Food Research Technol**, 2010, 230: 497-511.
- [14] O'Mahony M. Sensory evaluation of food[M]. New York: Marcel Dekker Inc, 1986.
- [15] Tomic O, Luciano G, Nilsen A, et al. Proficiency testing for sensory profile panels: measuring panel performance[J]. **Food Quality and Preference**, 2002, 13: 181-190.
- [16] Tomic O, Nilsen A, Martens M, et al. Visualization of sensory profiling data for performance monitoring [J]. **LWT-Food Science and Technology**, 2007, 40: 262-269.

会 议 信 息

会议名称(中文): 第6届中国北京国际食品安全高峰论坛

所属学科: 病毒与免疫学, 动物食品科学

开始日期: 2013-04-01

结束日期: 2013-04-02

所在城市: 北京市 朝阳区

具体地点: 国家会议中心

主办单位: 北京食品学会和北京食品协会

联系人: 王凡老师 15910886126

联系电话: 010-63854275 010-63815398

传真: 010-63851905

E-MAIL: wf_bj@hotmail.com foodbj@163.com

会议网站: <http://www.cbifs.net/>

会议背景介绍: 为了进一步引导社会各方广泛参与食品安全工作,配合国家对食品安全的宣传教育培训,为广大食品科技工作者搭建学习和技术交流的桥梁,“第六届中国北京国际食品安全高峰论坛”定于2013年4月1日-2日在国家会议中心(CNCC)继续举办。第六届中国北京国际食品安全高峰论坛的内容设计更加专业,规模也将再上一层楼。活动面积占据了国家会议中心会议区的三层北区全部场地,分组议题较上一届的9场增加到20场专题研讨,将邀请学术界和行业顶尖企业超过100多位专家登台发表精彩学术报告和技术讲座,针对食品安全面对的不同难题答疑解惑,制定出最优秀的解决方案,为您带来最前沿的食品安全分析案例。