

食品工业科技

SCIENCE AND TECHNOLOGY OF FOOD INDUSTRY

- 荷兰《文摘与引文数据库》(Scopus)
- 瑞典开放存取期刊目录 DOAJ
- 美国《化学文摘》CA
- 英国《食品科技文摘》FSTA
- 日本科学技术振兴机构数据库JST
- 世界期刊影响力指数(WJCI)报告
- 食品科学与工程领域高质量科技期刊分级目录第一方阵T1
- 北大核心期刊
- 中国精品科技期刊
- 中国科技核心期刊CSTPCD
- 中国核心学术期刊RCCSE
- 中国农林核心期刊A
- 中国生物医学Sino Med

半月刊 ISSN 1002-0306 CN 11-1759/TS

邮发代号: 2-399

基于主成分与聚类分析的新疆伊犁地区饸特征品质评价

赵志霞, 邹淑萍, 康峰

Characteristic Quality Evaluation of Nang from the Yili Region in Xinjiang Based on Principal Component and Cluster Analysis

ZHAO Zhixia, ZOU Shuping, and KANG Feng

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2023040237>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

赵志霞, 邹淑萍, 康峰. 基于主成分与聚类分析的新疆伊犁地区饊特征品质评价 [J]. 食品工业科技, 2024, 45(4): 261–266. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023040237

ZHAO Zhixia, ZOU Shuping, KANG Feng. Characteristic Quality Evaluation of Nang from the Yili Region in Xinjiang Based on Principal Component and Cluster Analysis[J]. Science and Technology of Food Industry, 2024, 45(4): 261–266. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023040237

· 分析检测 ·

基于主成分与聚类分析的新疆伊犁地区 饊特征品质评价

赵志霞^{1,2}, 邹淑萍^{1,2}, 康峰^{1,2,*}

(1.新疆农业科学院农产品贮藏加工研究所, 新疆乌鲁木齐 830091;
2.新疆主要农副产品精深加工工程技术研究中心, 新疆乌鲁木齐 830091)

摘要:为研究新疆伊犁地区不同种类饊的品质特性, 本文选取伊犁地区 55 个市售饊样品, 对其进行了 13 项品质指标(重量、横径、高度、水分含量、水分活度、 L^* 、 a^* 、 b^* 、硬度、内聚性、弹性、胶粘性、咀嚼性)的测定, 采用主成分分析和聚类分析方法, 筛选出饊品质评价的主要指标并对饊样品进行了分类, 结合感官品质对不同种类饊进行了综合评价。结果表明, 55 份饊样品的 13 项品质指标间存在一定的相关性, 其中高度与水分含量、水分活度、弹性、咀嚼性呈极显著相关 ($P < 0.01$), L^* 值与胶粘性呈显著相关 ($P < 0.05$); 主成分分析法提取出 3 个主成分因子, 累积方差贡献率达到 76.856%, 根据聚类分析结果得到, 弹性、咀嚼性、胶粘性、硬度、 L^* 值、 b^* 值可作为评价饊品质的 6 项关键指标, 基于以上结果, 将 55 份饊划分为三大类, 分别为大薄饊、窝窝饊、休闲饊; 结合感官品质分析得出, 三大类饊品质间存在显著差异 ($P < 0.05$), 其中大薄饊色泽、风味、硬度评分最高, 为 14.85、13.52、14.37 分, 具有色泽金黄、香味浓郁的特点。窝窝饊弹性和咀嚼性评分最高, 为 14.82、14.54 分, 表明其富有弹性和咀嚼性。休闲饊酥脆性评分最高为 14.47 分, 表明此类饊品尝时具有酥脆的口感。本研究明确了饊品质评价的关键指标并探明了新疆伊犁地区三大类饊的品质特性, 提供了饊科学的分类方法, 为新疆饊品质评价体系的构建奠定理论依据。

关键词:新疆饊, 主成分分析, 聚类分析, 感官分析, 品质评价

中图分类号: TS207.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2024)04-0261-06

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2023040237



本文网刊:

Characteristic Quality Evaluation of Nang from the Yili Region in Xinjiang Based on Principal Component and Cluster Analysis

ZHAO Zhixia^{1,2}, ZOU Shuping^{1,2}, KANG Feng^{1,2,*}

(1. Institute of Agro-Food Storage and Processing, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China;

2. Research Center of Main Agricultural Products Processing Engineering in Xinjiang, Urumqi 830091, China)

Abstract: This study determined 13 quality indexes (weight, transverse diameter, height, moisture content, water activity, L^* , a^* , b^* , hardness, cohesion, elasticity, adhesiveness, and chewability) in 55 different Nang samples from the Yili region in Xinjiang to examine their quality characteristics. The main indexes were selected for the Nang quality evaluation via principal component analysis, cluster analysis, and sensory quality assessment. The results showed an association between the 13 quality indexes of the 55 Nang samples. The height was highly significantly correlated with moisture content, water activity, elasticity, and chewiness ($P < 0.01$), while the L^* value and adhesiveness were substantially related ($P < 0.05$). Three principal components were extracted via principal component analysis, with a cumulative variance contribution rate of 76.856%. Cluster analysis showed that six quality indexes, namely elasticity, chewability, adhesiveness, hardness, L^*

收稿日期: 2023-04-25

基金项目: 自治区重点研发专项“饊饮食文化挖掘及特色饊产品开发及推广示范”(2021B02001-1)。

作者简介: 赵志霞 (1991-), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 农产品加工, E-mail: 997600907@qq.com。

* 通信作者: 康峰 (1973-), 男, 本科, 农艺师, 研究方向: 农产品加工, E-mail: 3454372224@qq.com。

values, and b^* values, were crucial for evaluating Nang quality. Then, the 55 Nang samples were classified into three categories: Large Nang, thick Nang, and snack Nang. The sensory quality analysis revealed significant differences between the quality of the three Nang categories ($P < 0.05$). The color, flavor, and hardness scores of the large Nang were the highest at 14.85, 13.52, and 14.37, respectively, with a golden color and rich flavor. The elasticity and chewability scores of the thick Nang were the highest at 14.82 and 14.54, respectively, while the crisp score of the snack Nang was the highest at 14.47. These results revealed the key indexes for assessing the quality characteristics of three types of Nang from the Yili region in Xinjiang, providing a scientific classification method for constructing a Xinjiang Nang quality evaluation system.

Key words: Xinjiang Nang; principal component analysis; cluster analysis; sensory analysis; quality evaluation

饊在新疆历史悠久^[1],是极具地域特色的传统主食^[2-3],因其风味独特、食用方便、耐储便携等特点,深受新疆各族人民喜爱^[4-5]。新疆饊制作方法多样,种类丰富,据不完全统计,目前至少有 200 多种^[6],常见的有大薄饊、窝窝饊、干果饊、馅饊等^[7]。“十四五”以来,饊产业被列为新疆重点发展的“十大产业”之一,在增加就业、促进经济社会发展等方面起到了关键作用^[8-9]。但是,目前国内外有关饊的研究主要集中在加工工艺、饮食文化、贮藏保鲜和烘烤装置等方面^[10-12],在饊科学分类以及质量评价体系方面的研究相对较少,使得饊标准化生产体系尚未形成,一定程度上制约了饊产业发展。

目前,食品品质评价研究中常用的数据统计分析方法有主成分分析、聚类分析、层次分析法等^[13-15]。其中主成分分析和聚类分析已被广泛应用于面制食品品质关键指标筛选和质量综合评价研究,有学者利用主成分分析和聚类分析方法分别对饼干^[16]、馒头^[17]、面包^[18-19]进行了品质评价。此外,还有学者研究了谷物粉^[20]、全麦粉^[21]、添加洋葱浆^[22]、红枣粉^[23]、马铃薯粉^[24]等对饊品质的影响。张敏等^[25]研究了发酵时间、烘烤工艺对黑木耳牛奶饊的品质影响,由此可见目前关于饊品质研究尚处于原辅料及加工工艺条件不同对饊产品品质的影响方面,对饊综合品质评价仍缺乏相关研究,因此,本文通过对新疆伊犁地区采集的 55 份饊样品的 13 项品质指标

进行测定和分析,基于主成分分析和聚类分析的方法并结合感官品质对伊犁地区常见的三大类饊进行综合评价,揭示了伊犁地区不同种类饊品质间差异,为饊的科学分类提供了新的思路,也为构建精准有效的饊品质评价体系提供一定的参考依据和技术支持。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与amp;仪器

55 个饊样品 采集自新疆伊犁地区 10 余个县市,市售(选择当地具有代表性,且日常消费较多的饊购买,采样记录见表 1)。

TA.XTPlus 质构仪 英国 Stable Micro System 公司; CR-10 Plus 色差仪 日本 KonicaMinolta 公司; LHS16-A 水分测定仪 上海衡平仪器仪表厂; Aqualab Pawkit 便携式水分活度仪 美国 METER Group, Inc.公司; JA2603B 电子天平 上海精科仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 外观特征检测 运用电子天平和游标卡尺分别测定饊的重量、高度、横径,每个样品做 3 次平行,取其均值。

1.2.2 水分和水分活度(A_w)的测定 将饊样品进行粉碎,称取 2 g 样品放入水分测定仪中进行测定,另取 1 g 样品放入水分活度仪中进行检测,每个样品做 3 次平行,取平均值。

表 1 新疆伊犁地区饊样品采样信息

Table 1 Sample collection of Nang in Yili area, Xinjiang

序号	编号	采样地点	序号	编号	采样地点	序号	编号	采样地点	序号	编号	采样地点
1	N001	伊宁市	15	N015	察布查尔县	29	N029	可克达拉市	43	N043	尼勒克县
2	N002	伊宁市	16	N016	察布查尔县	30	N030	可克达拉市	44	N044	尼勒克县
3	N003	伊宁市	17	N017	察布查尔县	31	N031	可克达拉市	45	N045	特克斯县
4	N004	伊宁市	18	N018	察布查尔县	32	N032	可克达拉市	46	N046	特克斯县
5	N005	伊宁市	19	N019	伊宁县	33	N033	可克达拉市	47	N047	特克斯县
6	N006	伊宁市	20	N020	伊宁县	34	N034	新源县	48	N048	特克斯县
7	N007	伊宁市	21	N021	伊宁县	35	N035	新源县	49	N049	巩留县
8	N008	伊宁市	22	N022	伊宁县	36	N036	新源县	50	N050	巩留县
9	N009	伊宁市	23	N023	伊宁县	37	N037	新源县	51	N051	巩留县
10	N010	伊宁市	24	N024	霍城县	38	N038	新源县	52	N052	巩留县
11	N011	伊宁市	25	N025	霍城县	39	N039	新源县	53	N053	昭苏县
12	N012	伊宁市	26	N026	霍城县	40	N040	尼勒克县	54	N054	昭苏县
13	N013	察布查尔县	27	N027	霍城县	41	N041	尼勒克县	55	N055	昭苏县
14	N014	察布查尔县	28	N028	霍城县	42	N042	尼勒克县			

1.2.3 色度值的测定 在每个饊的表皮选取 6 个不同位置, 采用色差仪对其色差值(L^* 、 a^* 、 b^*)进行测定, 取 6 个测定值的平均值。

1.2.4 质构特性分析 参照邹淑萍等^[24]方法, 略有改动。取直径为 30 mm 的饊块置于质构仪的测试平板上, 测定其硬度、内聚性、弹性、胶粘性和咀嚼性, 每个饊样品设 6 个重复取平均值。质构仪参数测试条件如下: 采用 TMS 6 mm 探头, 预压速度 5.00 mm/s, 下行速度 2.00 mm/s, 穿刺后上行速度 2.00 mm/s, 下压距离为 8.00 mm, 触发力 0.1 N, 压缩比 40%, 两次压缩时间间隔 5 s。

1.2.5 感官品质评价 参照文献 [24,26] 的方法, 稍有改动。将饊切成 20 mm 的小块, 分装在餐盘中进行感官评价。选择 10 名对烘焙类食品有品评经验的人员组成感官评价小组, 成员为 5 名女性和 5 名男性, 年龄在 25~55 岁。感官评价总分为 100 分, 评价指标包括饊的 7 个特征: 色泽、风味、组织结构、硬度、弹性、酥脆性和咀嚼性, 根据消费者对饊品尝的喜好程度, 将组织结构感官评价分值范围设置为 1~10 分, 其它指标分值范围设置为 1~15 分, 标准见表 2。

1.3 数据处理

采用 Excel 2016 对测定数据进行整理和描述性统计, SPSS 26.0 软件进行饊品质指标的主成分分析

和聚类分析, Origin 9.0 软件绘制饊样品的主成分分析图和层次聚类分析图。

2 结果与分析

2.1 饊品质指标的主成分分析

2.1.1 饊品质指标的相关性分析 本研究对新疆伊犁地区 55 份饊样品的 13 项品质指标进行测定, 利用 SPSS 26.0 对其测定值进行相关性分析, 结果见表 3。从表 3 可得, 饊的外观特征、色度值和质构各指标间存在一定的相关性。其中, 高度与水分含量、Aw、弹性、咀嚼性呈极显著正相关($P<0.01$), 与 a^* 值呈显著正相关($P<0.05$), 说明饊外观越高, 其水分含量、弹性和咀嚼性值越高, 饊的色泽也更偏向于红色; 弹性与咀嚼性呈极显著正相关($P<0.01$), 说明质构测试中弹性高的饊其咀嚼性值也越高; L^* 值与 a^* 值呈极显著正相关($P<0.01$), 这说明饊烤制后的颜色亮度越大, 红度值也越高; 此外, Aw 与水分含量、内聚性、弹性和咀嚼性呈极显著正相关($P<0.01$), a^* 值与水分含量、Aw、弹性呈极显著正相关($P<0.01$)。由各因子间相关性分析结果可得, 各指标有一定程度上的信息重叠, 因此通过应用主成分分析和聚类分析的方法, 进行线性降维, 用较少的新指标来综合反应原始指标^[27], 从而对饊品质特性进行综合评价。

2.1.2 饊品质指标主成分分析结果 利用 SPSS

表 2 饊感官品质评价标准

Table 2 Criteria for sensory evaluation of Nang

指标	评分标准	分值
色泽(15分)	从淡黄或焦黑到具有诱人的烘烤色泽, 颜色焦黄, 且表面光滑, 带有光泽, 颜色均匀	1~15
风味(15分)	从香味淡, 咸度或甜度过高或过低到具有充足的烘烤食物和原辅料的香味, 咸度或甜度适中	1~15
组织结构(10分)	从饊结构形态不规则, 存在塌陷和变形到结构均匀, 形态规则	1~10
硬度(15分)	从太软或太硬到硬度适宜	1~15
弹性(15分)	从无弹性或弹性差到弹性好	1~15
酥脆性(15分)	从无酥脆感到非常酥脆	1~15
咀嚼性(15分)	从每秒咀嚼一次的频率咀嚼至达吞咽粒度所需要的时间短到所需要的时间长	1~15

表 3 饊 13 项品质指标之间的相关系数矩阵

Table 3 Correlation coefficient matrix among 13 quality indexes of Nang

指标	重量	横径	高度	L^*	a^*	b^*	水分含量	Aw	硬度	内聚性	弹性	胶粘性	咀嚼性
重量	1.000												
横径	0.524**	1.000											
高度	0.111	-0.674	1.000										
L^*	0.302*	0.193	-0.082	1.000									
a^*	0.313*	-0.060	0.303*	0.592**	1.000								
b^*	-0.005	0.116	-0.044	0.150	0.063	1.000							
水分含量	0.566**	-0.068	0.545**	0.006	0.470**	0.047	1.000						
Aw	0.611**	0.075	0.378**	0.135	0.421**	0.160	0.808**	1.000					
硬度	-0.554	-0.542	0.245	-0.101	-0.142	-0.387	-0.450	-0.534	1.000				
内聚性	0.539**	0.607**	-0.413	0.262	-0.072	0.074	0.206	0.346**	-0.694	1.000			
弹性	0.172	-0.625	0.952**	0.002	0.363**	-0.093	0.549**	0.409**	0.168	-0.325	1.000		
胶粘性	0.230	0.268*	-0.107	0.329*	0.062	0.298*	-0.127	0.193	-0.125	0.254	-0.095	1.000	
咀嚼性	0.145	-0.605	0.900**	0.052	0.261	-0.062	0.432**	0.416**	0.245	-0.276	0.925**	0.134	1.000

注: *在0.05水平(双侧)上相关性显著, $P<0.05$; **在0.01水平(双侧)上相关性极显著, $P<0.01$ 。

表4 主成分的特征值和贡献率

Table 4 Eigenvalue and variance contribution rate

主成分	初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差的(%)	累积(%)	总计	方差的(%)	累积(%)
1	4.511	34.700	34.700	4.511	34.700	34.700
2	3.987	30.669	65.369	3.987	30.669	65.369
3	1.493	11.487	76.856	1.493	11.487	76.856
4	1.143	8.794	85.650			
5	0.661	5.085	90.735			
6	0.374	2.877	93.612			
7	0.239	1.840	95.452			
8	0.207	1.589	97.042			
9	0.139	1.071	98.113			
10	0.102	0.785	98.898			
11	0.081	0.627	99.524			
12	0.038	0.293	99.818			
13	0.024	0.182	100.000			

表5 主成分载荷矩阵

Table 5 Component matrix

指标	主成分		
	1	2	3
弹性	0.960	-0.087	-0.015
咀嚼性	0.955	-0.163	-0.040
胶粘性	0.908	-0.090	0.122
水分含量	0.672	0.544	-0.359
a^*	0.483	0.372	0.444
硬度	0.131	-0.837	0.275
L^*	0.217	0.817	-0.109
b^*	-0.320	0.764	-0.163
Aw	0.550	0.695	-0.169
横径	-0.622	0.649	-0.038
高度	0.046	0.420	0.758
重量	-0.074	0.363	0.586
内聚性	-0.063	0.295	0.296

26.0 软件对 55 份样品的 13 项品质指标测定值进行了主成分分析, 结果见表 4 和表 5。由表 4 可知, 第 1 主成分的贡献率为 34.700%, 第 2 主成分的贡献率为 30.669%, 第 3 主成分的贡献率为 11.487%, 前 3 个主成分的累积贡献率为 76.856%, 其值大于 70%, 包含了样品中的大多数信息, 可以反应饅品质评价指标的整体信息, 因此选择表 4 中的 3 个主成分进行分析。

主成分中的因子载荷能够反映各指标对主成分贡献率大小^[28], 从而反映出饅品质评价的主要指标。由表 5 可知, 第 1 主成分特征值为 4.511, 弹性、咀嚼性、胶粘性具有较高的载荷值, 其值分别为 0.960、0.955、0.908, 它们在第 1 主成分中起正向作用; 第 2 主成分特征值为 3.987, L^* 、 b^* 的正向载荷权数较大, 其值分别为 0.817、0.764, 硬度负向载荷权数较大, 其值为-0.837, 正向作用品质指标数多于负向作用品质指标数; 第 3 主成分特征值为 1.493, 高度有较高的正向载荷值。由此可见, 第 1 主成分反映了饅的质构品质, 第 2 和第 3 主成分主要反映了饅的

外观特征, 均已涵盖了饅品质特性的所有信息。

2.2 饅品质的聚类分析

本研究在主成分分析的基础上, 采用系统聚类分析方法对饅的 13 项品质指标进行 R 型聚类, 聚类方法采用组间联接法, 聚类区间为平方欧式距离, 聚类结果见图 1。由图 1 可得, 当聚类距离为 5 时, 可将饅品质指标分为 3 大类, 第一类为水分含量、Aw、内聚性、重量、高度、胶粘性、横径、弹性; 第 2 类为 L^* 、 a^* 、 b^* 、硬度; 第三类为咀嚼性。结合主成分载荷分析结果, 最终选用弹性、硬度、胶粘性、咀嚼性、 L^* 值和 b^* 值为评价饅品质的关键性指标。此结果与李芳等^[26]的研究结果存在一定的差异。本研究在李芳等^[26]研究基础上, 除对饅的质构品质进行分析外, 又增加了水分含量、色差、重量、横径等指标, 以期获得更加全面的饅品质评价指标。

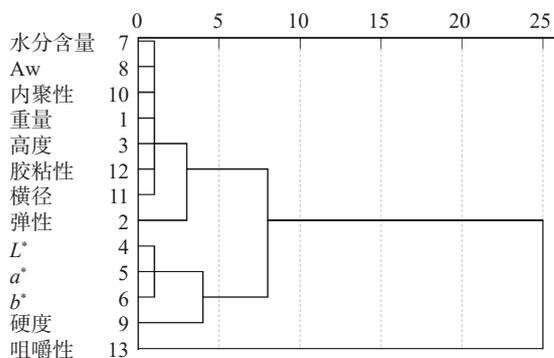


图1 饅品质指标聚类分析

Fig.1 Cluster analysis of Nang quality indicators

2.3 饅样品的种类划分

本研究基于以上分析结果, 以影响饅品质的关键性指标为依据, 利用 Origin 9.0 软件对采集的 55 份饅样品进行了层次聚类分析和主成分(PCA)分析, 结果见图 2 和图 3。由图 2 可知, 在 55% 的相似度水平上, 55 份饅样品被划分为三大类, 依据市场品类命名, 分别为大薄饅、窝窝饅和休闲饅。从图 3 可

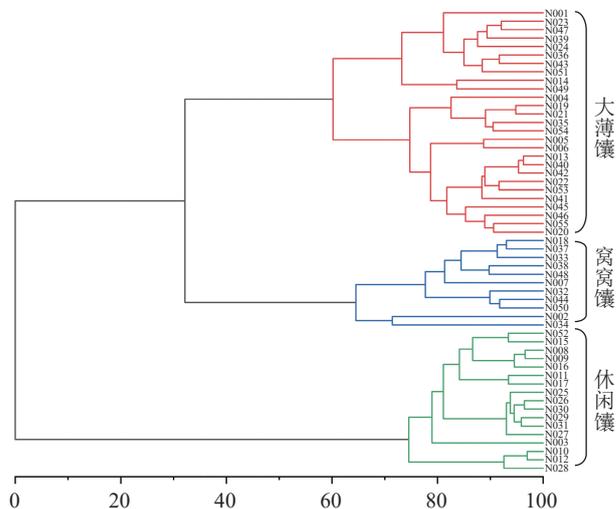


图2 饅层次聚类分析图

Fig.2 Hierarchical cluster analysis chart of Nang

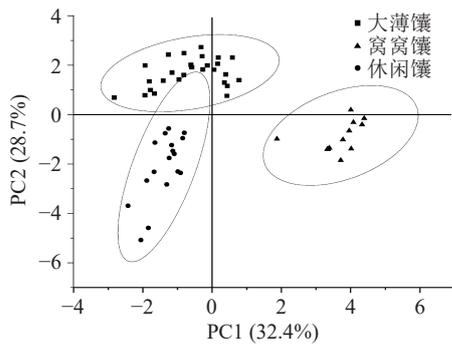


图 3 饊主成分(PCA)分析结果

Fig.3 Nang Principal Component Analysis (PCA)

可以看出,三大类饊样品在组内呈现相互聚集的情况,不同种类饊品质间存在差异。以上结果验证了弹性、硬度、胶粘性、咀嚼性、 L^* 值和 b^* 值为评价饊品质的关键性指标,同时目前新疆饊主要依据其外观特

征进行分类^[2,29],人为主观性强,不具有科学性,本部分研究也为饊种类的划分提供了科学思路。

2.4 三大类饊品质指标分析及感官评价

在上述 PCA 分析结果基础上,为进一步明确三大类饊品质特性,本研究列示了三大类饊关键品质指标测定结果,见表 6。由表 6 可知,大薄饊的 L^* 值和 b^* 值偏大,硬度值最小,其中大薄饊的 L^* 值和硬度值与窝窝饊、休闲饊差异显著($P<0.05$), b^* 值与窝窝饊差异显著($P<0.05$),说明此类饊具有光泽、颜色金黄,硬度较小;窝窝饊弹性和咀嚼性值分别为 22.49、138.69,远大于其它两类饊,且与其它两类饊差异显著($P<0.05$),表明此类饊富有弹性和咀嚼性;休闲饊硬度最大,胶粘性值最小,均与大薄饊存在显著差异($P<0.05$)。

表 6 三大类饊关键品质指标测定结果

Table 6 Determination results of key quality indexes of 3 types of Nang

饊种类	L^*	b^*	硬度	弹性	咀嚼性	胶粘性
大薄饊	37.33±0.08 ^a	41.28±0.05 ^a	13.21±0.07 ^b	5.25±0.12 ^b	27.57±0.04 ^b	9.71±0.14 ^a
窝窝饊	34.13±0.11 ^b	38.31±0.03 ^b	39.83±0.01 ^a	22.49±0.1 ^a	138.69±0.16 ^c	6.99±0.07 ^b
休闲饊	31.90±0.01 ^c	40.01±0.02 ^{ab}	40.07±0.09 ^a	3.32±0.05 ^b	17.35±0.05 ^c	5.04±0.16 ^b

注:数据为同类饊测定值的平均值±标准误差;相同字母表示同列数据在0.05水平上差异不显著;表7同。

感官评价是食品品质评价的重要方法之一,可以从外观、风味、口感、质地等方面综合评价食品品质^[30-31]。本研究对三大类 55 份饊样品进行感官评价,同一类饊得分取其均值,三大类饊感官得分结果见表 7。由表 7 可得,三大类饊在感官品质上也存在较大差异,进一步验证了 PCA 分析结果。大薄饊色

泽、风味、硬度得分最高,这与表 6 品质指标 L^* 值、 b^* 值、硬度测定结果相对应;窝窝饊弹性、咀嚼性得分最高,且与大薄饊、休闲饊差异显著($P<0.05$),与品质指标弹性和咀嚼性值具有相关性;休闲饊酥脆性得分最高,与其它两类饊差异显著($P<0.05$),与品质指标测定的硬度值大,胶粘性小相对应。

表 7 三大类饊感官评定结果

Table 7 Sensory quality of 3 types of Nang

饊种类	色泽	风味	组织结构	硬度	弹性	酥脆性	咀嚼性
大薄饊	14.85±0.79 ^a	13.52±0.63 ^a	8.26±1.56 ^{ab}	14.37±0.82 ^a	11.29±1.69 ^b	12.39±0.93 ^b	11.87±1.30 ^b
窝窝饊	12.55±1.25 ^b	11.03±1.14 ^b	9.52±1.67 ^a	11.64±1.43 ^b	14.82±0.87 ^a	9.05±0.84 ^c	14.54±0.55 ^a
休闲饊	9.41±1.53 ^c	10.31±0.89 ^b	7.35±0.77 ^b	11.36±0.55 ^b	9.19±1.00 ^c	14.47±0.30 ^a	9.04±0.89 ^c

3 结论

本研究采用主成分分析和聚类分析对新疆伊犁地区采集的 55 份饊样品的外观、色泽、质构等 13 项品质指标进行系统分析,最终得出弹性、硬度、胶粘性、咀嚼性、 L^* 值和 b^* 值为评价饊品质的关键性指标;以评价饊品质的 6 项关键指标为参数,采用层次聚类分析和主成分分析对 55 份饊样品进行种类划分,结合市场品类命名,将其分为三大类,分别为大薄饊、窝窝饊和休闲饊,继而结合感官评定结果,明确了三大类饊品质特性,大薄饊具有色泽金黄、原辅料烘烤香味浓郁、硬度适宜的特点;窝窝饊富有弹性和咀嚼性;休闲饊具有酥脆性好,弹性和咀嚼性差的特点。本研究为饊的分类提供了科学的方法,为饊品

质评价体系的构建奠定了理论基础,同时也为消费者选择提供参考依据。

参考文献

[1] 李正元. 饊的起源[J]. 中国边疆史地研究, 2012, 22(1): 112-117. [LI Z Y. On the origin of Nang cake[J]. China's Borderland History and Geography Studies, 2012, 22(1): 112-117.]

[2] 孙含, 王晶, 赵晓燕, 等. 新疆特色面粉制品饊的研究进展[J]. 粮油食品科技, 2018, 26(6): 19-24. [SUN H, WANG J, ZHAO X Y, et al. Research progress of Xinjiang characteristic flour product "nang"[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2018, 26(6): 19-24.]

[3] 李芳, 张文, 达迪拉·买买提, 等. 影响新疆饊制品品质的因素[J]. 食品工业, 2015, 36(7): 223-226. [LI F, ZHANG W, DADI-LA M, et al. The influencing factors on the quality of Xinjiang Nang products[J]. The Food Industry, 2015, 36(7): 223-226.]

- [4] 曹俊梅, 张新忠, 芦静, 等. 饅专用小麦品种品质及食品品质评价标准[J]. 农村科技, 2019(1): 50-52. [CAO J M, ZHANG X Z, LU J, et al. Evaluation standard for quality of wheat varieties and food quality for Nang purposes[J]. Rural Science & Technology, 2019(1): 50-52.]
- [5] 安尼瓦尔·哈斯木. 饅·饅坑与饅文化漫谈[J]. 新疆地方志, 2017(2): 53-58. [ANIVAR H. Nang, Nang pit and Nang culture [J]. Xinjiang Local Records, 2017(2): 53-58.]
- [6] 罗华. 新疆饅文化[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2012: 19-25. [LUO H. The culture of Nang in Xinjiang[M]. Urumqi: Xinjiang People's Health Publishing House, 2012: 19-25.]
- [7] 王雪, 李季鹏, 王飞. 新疆少数民族食品(饅)企业品牌战略研究[J]. 经济论坛, 2017(1): 24-26. [WANG X, LI J P, WANG F. Research on brand strategy of Xinjiang minority food (Nang) enterprises[J]. Economy Forum, 2017(1): 24-26.]
- [8] 何婧云. 维吾尔族“饅”文化及其当代转型[J]. 农业考古, 2006(4): 256-259. [HE J Y. Nang, Uyghur "Nang" culture and its contemporary transformation[J]. Agricultural Archaeology, 2006(4): 256-259.]
- [9] 陈婷, 钱其龙. 新疆饅文化及产业发展现状[J]. 现代食品, 2022, 28(14): 60-62. [CHEN T, QIAN Q L. The current situation of Xinjiang Naan culture and industry development[J]. Modern Food, 2022, 28(14): 60-62.]
- [10] ZHAO X Y, SUN H, ZHU H T, et al. Effect of packaging methods and storage conditions on quality characteristics of flour product naan[J]. Journal of Food Science and Technology, 2019, 56(12): 5362-5373.
- [11] 孙含. 新疆饅饼的加工新工艺及品质与保藏技术研究[D]. 济南: 济南大学, 2019. [SUN H. Study on New Processing Technology, Quality and Preservation Technology of Xinjiang Naan [D]. Jinan: University of Jinan, 2019.]
- [12] 潘勇勇. 论文化交融视域下的饅文化[J]. 丝绸之路, 2022(3): 143-147. [PAN Y Y. On Naan culture in the context of cultural intermingling[J]. The Silk Road, 2022(3): 143-147.]
- [13] ADILOVA S S, QULMAMATOVA D E, BABOEV S K, et al. Multivariate cluster and principle component analyses of selected yield traits in uzbek bread wheat cultivars[J]. American Journal of Plant Sciences, 2020, 11(6): 903-912.
- [14] LIU Y, LYON B G, WINDHAM W R, et al. Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem. [J]. Poultry, 2004, 83(1): 101-108.
- [15] 姜雪, 刘楠, 孙永, 等. 统计分析方法在食品品质评价中的应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(1): 13-19. [JIANG X, LIU N, SUN Y, et al. Application of statistical analysis methods in food quality evaluation[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2017, 8(1): 13-19.]
- [16] 王养平, 焦建军. 运动营养饼干品质指标的主成分分析及聚类分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(5): 1405-1413. [WANG Y P, JIAO J J. Principal component analysis and cluster analysis of quality indexes of sports nutrition biscuits[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2022, 13(5): 1405-1413.]
- [17] 闫博文, 管璐静, 赵建新, 等. 基于多元统计分析方法建立北方馒头品质评价体系[J]. 食品工业科技, 2019, 40(1): 214-219. [YAN B W, GUAN L J, ZHAO J X, et al. Development of the quality evaluation system of chinese northern steamed bread by multivariate statistical analysis[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(1): 214-219.]
- [18] 张怀予, 沈世爽, 张浩, 等. 枸杞面包复合改良剂优化及其品质的主成分分析法多指标评价[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(13): 232-241. [ZHANG H Y, SHEN S S, ZHANG H, et al. Optimization of composite improver for *Lycium barbarum* bread and evaluation of its multiple quality variables[J]. Food and Fermentation Industries, 2019, 45(13): 232-241.]
- [19] 王兰静, 王菲, 钱淑君, 等. 无麸质大米面包品质评价方法的建立及原料品种适用性研究[J]. 美食研究, 2022, 39(2): 72-78. [WANG L J, WANG F, QIAN S J, et al. Establishment of gluten-free rice bread quality evaluation model and study on rice varieties applicability[J]. Journal of Researches on Dietetic Science and Culture, 2022, 39(2): 72-78.]
- [20] 王岸娜, 王艺洁, 吴立根. 谷物粉对饅品质及抗氧化活性的影响[J]. 中国食品添加剂, 2023, 34(3): 9-18. [WANG A N, WANG Y J, WU L G. Effects of different grain flour on Nang quality and antioxidant activity[J]. China Food Additives, 2023, 34(3): 9-18.]
- [21] 丁帅杰. 全麦粉饅产品品质改良的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2021. [DING S J. Study on quality improvement of whole wheat naan. [D]. Urumqi: Xinjiang University, 2021.]
- [22] 古丽乃再尔·斯热依力, 阿衣古丽·阿力木, 付文欠, 等. 不同添加量洋葱浆对饅品质的影响[J]. 现代食品科技, 2022, 38(3): 195-202, 210. [GULNAZAR S, AYGUL A, FU W Q, et al. Effects of different levels of onion pulp addition on the quality of Naan[J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(3): 195-202, 210.]
- [23] 王文静. 红枣粉对面团与饅品质特性的影响研究[D]. 郑州: 郑州轻工业大学, 2019. [WANG W J. Effect of red jujube powder on quality characteristics of dough and Nang[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University of Light Industry, 2019.]
- [24] 邹淑萍, 许铭强, 张春平, 等. 马铃薯粉添加量对新疆饅加工品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(11): 33-39. [ZHOU S P, XU M Q, ZHANG C P, et al. Effect of potato powder addition on the quality characteristics of Nang in Xinjiang[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2020, 35(11): 33-39.]
- [25] 张敏, 布海丽且姆·阿卜杜热合曼, 姜露熙, 等. 基于模糊数学评价法优化黑木耳牛奶饅的工艺研究[J]. 发酵科技通讯, 2023, 52(1): 8-15. [ZHANG M, BUHAILIQIEMU A, JIANG L X, et al. Formula optimization of *Auricularia auricula* milk of Nang based on fuzzy mathematics evaluation[J]. Bulletin of Fermentation Science and Technology, 2023, 52(1): 8-15.]
- [26] 李芳, 蒋小锋, 谢琼, 等. 新疆饅制品 TPA 指标与感官评价指标的相关性研究[J]. 食品工业, 2016, 37(3): 205-208. [LI F, JIANG X F, XIE Q, et al. Study of correlation between TPA parameters and sensory evaluation index of Nang products[J]. The Food Industry, 2016, 37(3): 205-208.]
- [27] D'AGOSTINO R B. Principal Components Analysis[M]. New York: Springer, 2010: 373-378.
- [28] GRANE A, JACH A. Applications of Principal Component Analysis (PCA) in food science and technology[M]. John Wiley & Sons, Ltd, 2014: 286-293.
- [29] 康峰, 刘艳祥, 刘娟, 等. 新疆传统特色食品饅的种类及其文化[J]. 现代食品, 2021, 12(12): 43-48. [KANG F, LIU Y X, LIU J, et al. The types and culture of Xinjing traditional food Nang[J]. Modern Food, 2021, 12(12): 43-48.]
- [30] MOLLAKHALILI-MEYBODI N, SHEIDAEI Z, KHORSHIDIAN N, et al. Sensory attributes of wheat bread: A review of influential factors[J]. Journal of Food Measurement and Characterization, 2022, 17(3): 2172-2181.
- [31] SARAH E. Application of sensory evaluation in food research[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2008, 43(9): 1507-1511.