

两种糜子及魔芋胶对糜子蛋糕感官性质的影响

吴书琪^{1,2}, 段建华¹, 索化夷^{1,2}, 宋佳佳^{1,2}, 张玉^{1,2}, 王洪伟^{1,2*}

(1. 西南大学 食品科学学院, 重庆 400715; 2. 食品科学与工程国家级实验教学示范中心(西南大学), 重庆 400715)

摘要:经过培训的感官评价小组对不同粳性、糯性糜子粉质量比和魔芋胶添加量制作的糜子蛋糕进行感官定量描述分析,建立10个香气(aroma,ar)描述词、9个风味(flavor,f)描述词、10个质地(texture,t)描述词来描述糜子蛋糕的感官性质。双因素方差分析和主成分分析结果表明,粳性、糯性糜子粉比例是影响样品的甜香(ar)、烘焙香(ar)、熟芝麻香(ar)、焦糖香(ar)、焦糖味(f)、含水量(t)、粗糙度(t)、弹性(t)、硬度(t)、吸水性(t)、黏附性(t)、成团性(t)的最主要的因素。魔芋胶添加量的改变会影响密度(t)。

关键词:糜子;魔芋胶;感官性质;双因素方差分析;主成分分析

Effect of Two Types of Proso Millet and Konjac Glucomannan on the Sensory Quality of Proso Millet Cake

WU Shu-qi^{1,2}, DUAN Jian-hua¹, SUO Hua-yi^{1,2}, SONG Jia-jia^{1,2}, ZHANG Yu^{1,2}, WANG Hong-wei^{1,2*}

(1. College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China; 2. National Demonstration Center for Experimental Food Science and Technology Education (Southwest University), Chongqing 400715, China)

Abstract: Proso millet cakes were developed by adjusting the ratios of nonwaxy and waxy proso millet flour and konjac glucomannan, and subjected to quantitative description analysis by a trained panel. For the analysis, ten aroma terms, nine flavor terms, and ten texture terms for proso millet cake were developed. Two-way analysis of variance and principal component analysis (PCA) showed that the ratio of nonwaxy and waxy millet flour was the most important factor that affected the aroma attributes of the cakes, including sweetness, baked, cooked sesame, caramel, flavor attributes of caramel, texture attributes of moisture, roughness, springiness, hardness, moisture absorption, adhesiveness to teeth, and cohesiveness of mass. The change in the ratio of konjac glucomannan affected the sensory characteristic of density.

Key words: proso millet; konjac glucomannan; sensory characteristics; two-way analysis of variance; principal component analysis

引文格式:

吴书琪, 段建华, 索化夷, 等. 两种糜子及魔芋胶对糜子蛋糕感官性质的影响[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(8): 61-67.

WU Shuqi, DUAN Jianhua, SUO Huayi, et al. Effect of Two Types of Proso Millet and Konjac Glucomannan on the Sensory Quality of Proso Millet Cake[J]. Food Research and Development, 2022, 43(8): 61-67.

作者简介: 吴书琪(2000—), 女(汉), 在读本科生, 研究方向: 食品感官评价与消费行为。

* 通信作者: 王洪伟(1978—), 男(汉), 副教授, 博士, 研究方向: 食品感官评价与消费行为。

糜子(*Panicum miliaceum* L.)是一种起源于我国黄河流域的一年生禾本科黍属草本植物^[1],又称黍、稷、稷,脱壳后称为黄米或糜米。糜子耐干旱且生长期短,可种植于干旱半干旱地区^[2],是我国主要的制米作物之一。

糜子根据直链淀粉的含量可分为糯性糜子和粳性糜子。糯性糜子的直链淀粉含量少,甚至存在不含直链淀粉的基因型^[3]。有研究表明^[4],直链淀粉含量越高、支链淀粉含量越低,米饭的黏性越低,弹性越高,口感越硬。在我国,也会根据糜子的不同性质来制作不同的食物,如糯性糜子直链淀粉含量少,常被用于制作年糕、豆包、油炸糕、凉糕、粽子等以软糯口感为主的食物。粳性糜子的直链淀粉含量高,常被用来制作黄米饭、馒头、煎饼等较坚硬的食物^[5-6]。

糜子的蛋白质含量与小麦类似^[7],但面筋蛋白含量很低。有研究表明^[8],降低面筋蛋白会使烘焙食品的硬度和咀嚼性上升,弹性下降,也就是减少面筋蛋白会对烘焙食品的质构特性产生不良影响。亲水性胶体的使用可有效降低面筋蛋白不足对烘焙食品的质构特性产生的不良影响^[9]。魔芋胶具有良好的持水性和胶黏性,在蛋糕配料中加入魔芋胶,可以增加蛋糕的弹性、韧性。魔芋胶的持水性还能够提高蛋糕配料的搅打质量,使得制成的蛋糕气孔分布均匀,口感松软细腻^[10]。

目前,糜子的研究大多集中于糜子淀粉^[11-12]和蛋白质^[7]的理化性质上,也有学者对由不同比例糯性、粳性糜子粉为原料制作的糜子产品的形态学和理化性质进行了研究^[9],但其对感官性质的影响还未见报道。感官性质往往同时受配方、工艺等多种因素的影响。Cho等^[13]对 seolgitteok 的感官定量描述分析结果进行了双因素方差分析和主成分分析,研究了糙米粉和糖的添加量对 seolgitteok 的风味和质地的影响。Chun等^[14]对猪肉饼的感官定量描述分析结果进行了主成分分析,研究了香菇粉、三聚磷酸钠以及冷藏条件对猪肉派的风味和质地的影响。

本文将糯性、粳性两种糜子以及魔芋胶进行复配,开发出一种新型的糜子蛋糕,经过培训的感官评价小组对糜子蛋糕进行定量描述分析,通过双因素方差分析和主成分分析,研究糯性、粳性糜子比例及魔芋胶添加量对糜子蛋糕感官性质的影响。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料

鸡蛋、食用油、纯牛奶、白砂糖、魔芋胶(食品级):

市售;糯性、粳性糜子粉:山西忻州。

1.1.2 仪器与设备

CS-135A 型搅拌机:广州市宏阳制造有限公司;CRTF52W 型电热烤炉:广东伟仕达电器科技有限公司;MP5002 型电子天平(0.01 g):上海恒平科学仪器有限公司;FA2004A 型电子分析天平(0.000 1 g):上海精天电子仪器有限公司。

1.2 样品制备

样品制作的工艺流程参考文献[15-16]。操作要点如下。

1)先将总量为 170 g 的糜子粉与 50 g 食用油、210 g 牛奶、170 g 蛋黄混合,搅拌至无干料,根据不同需要加入魔芋胶 0~6 g,制成蛋黄糊。

2)使用电动搅拌器打发 280 g 蛋清并在搅拌过程中分 3 次加入 130 g 糖。第 1 次加入 45 g 糖,使用搅拌器中速搅拌 3 min~4 min,再加入 45 g 糖,使用高速模式搅拌 3 min~4 min,最后加入剩余的 40 g 糖,再次使用中速模式搅拌 2 min~3 min,打发的蛋白霜应在提起搅拌器时顶端出现较为干硬的小三角,即干性发泡状态。

3)将蛋白霜与先前制作的蛋黄糊进行混合,制成蛋糕糊,并将蛋糕糊注入模具中,浇模量为模具体积的三分之二。

4)烤制前将烤箱以上火 155 ℃,下火 145 ℃预热 30 min,预热完成后以同样的温度对蛋糕进行烤制,时间为 45 min。

制作蛋黄糊时使用的糯性、粳性糜子粉(总量为 170 g)质量比和魔芋胶用量见表 1。

表 1 样品编号及原料添加量

Table 1 Sample codes and addition levels of ingredients

样品编号	粳性糜子粉:糯性糜子粉质量比	魔芋胶添加量/g
a0	100:0	0
a3	100:0	3
a6	100:0	6
b0	67:33	0
b3	67:33	3
b6	67:33	6
c0	50:50	0
c3	50:50	3
c6	50:50	6
d0	33:67	0
d3	33:67	3
d6	33:67	6
e0	0:100	0
e3	0:100	3
e6	0:100	6

1.3 样品的准备和呈送

蛋糕被分割成体积为 1.5 cm³ 的正方体蛋糕块,置于 60 mL 带盖一次性塑料杯中,每杯中盛装 4 块。所有的样品都使用三位随机数字进行编号,并分别呈送给小组成员。

1.4 感官评价小组的建立

糜子蛋糕感官评价小组由西南大学食品科学学院 7 名感官评价员组成。每名评价员均完成了 120 h 的感官培训。培训内容包括感官分析基础知识、感官性质的识别及标度的使用。该评价小组曾参与蒸蛋糕^[17]、怪味胡豆^[18]和酸奶^[19]的感官评价。

1.5 感官描述词的形成

感官评价小组经过 4 次时长为 2 h 的试验,试验时每位评价员首先对所有样品进行独立评价,尽可能全面、广泛地形成描述样品香气、风味、质地等感官性质的描述词,参考以往研究所使用的描述词^[17,20-25]进行小组内部讨论,小组内部达成一致后,经删减、整合形成对糜子蛋糕的感官描述词。

参考文献 [17,20-25] 并按照 GB/T 29604—2013《感官分析 建立感官特性参比样的一般导则》的方法为已经确定的感官描述词选择合适的参比样,使用最小间隔为 0.5 的 0~15 点标度确定其强度。最终建立包

括香气、风味、质地描述词以及对应的参比样在内的感官描述词表。

1.6 定量描述分析

将已经建立的感官描述词和参比样同时呈送给感官评价员,样品以随机顺序呈送。每位评价员首先需要根据参比样和感官描述词对单个样品进行独立评价,评价时使用最小间隔为 0.5 的 0~15 点标度,0 表示不能感知到该性质,15 表示该性质能够被非常强烈地感知到。每个样本之间有 5 min 的休息时间,同时提供其纯净水和梳打饼干清洁口腔。

所有样品评价完成后,进行小组内部讨论,直至形成对样品每个感官性质的一致性评分。评价重复 3 次。

1.7 数据处理与分析

试验计量数据采用平均值±标准差表示。采用 SPSS 26 进行双因素方差分析,差异显著水平为 0.05。采用 XLSTAT 2016 进行主成分分析。

2 结果与分析

2.1 感官描述词的建立

经过多次讨论,感官评价小组最终形成包括 10 个香气(aroma,ar)描述词、9 个风味(flavor,f)描述词、10 个质地(texture,t)描述词在内的感官描述词,具体见表 2。

表 2 糜子蛋糕的感官描述词

Table 2 A lexicon to describe the sensory attributes of proso millet cake

感官描述词	定义	参比样及标度值
香气(ar)		
蛋糕整体印象	往往与蛋糕风味联系,具有甜香、蛋香、小麦香等混合而成的特殊香气	戚风三角蛋糕=9
甜香	往往使人产生与甜味物质有关印象	0.2%香兰素溶液=5
奶油香	奶油特有的香气,可以通过嗅觉感知	奶油=10
谷物香	与收获的谷物和干燥的谷物茎部相关联的香气,如霉味、灰味、甜的	混合谷物 (麦片:荞麦米:小麦粉:糯玉米:大米质量比=1:1:1:1:1)=5
烘焙香	与焙烤食品有关的香气	原味桃酥=5
油香	与炸制后的油有关的香气	食用调和油=12
熟芝麻香	芝麻烘烤后特有的气味	烤黑芝麻=8
焦糖香	与蜂蜜、焦糖、奶油糖果、红糖等有关的香气	6%的红糖溶液=6
坚果香	一种略带甜味、木味、油味、霉味、涩味和苦味香气,常与坚果、种子、豆类和谷物相联系	混合样品 (开心果:松子:葵花籽:花生:腰果质量比=1:1:1:1:1)=6
焦糊香	食品在干热条件下过度加热产生的气味,可能带有辣味	烤花生=9
风味(f)		
蛋糕整体印象	往往与蛋糕风味联系,具有甜香、蛋香、小麦香等混合而成的特殊风味	戚风三角蛋糕=7.5
谷物味	一种谷物特有的风味,带有土香、泥香、甘草香、甜香等	混合谷物(麦片:荞麦米:小麦粉:糯玉米:大米质量比=1:1:1:1:1)=11
奶油味	一种奶油所特有的风味	淡奶油=9
奶味	与牛奶相关的特征风味的总称	纯牛奶=12
蒸煮味	利用蒸汽或水煮使食物熟后形成的风味	米饭=5
油味	典型的动物或植物油脂的风味	玉米油=11
甜味	基础的风味物质为蔗糖	5%蔗糖溶液=5
焦糖味	经美拉德反应得到的糖色产品散发的甜香、焦苦味	6%的红糖溶液=6

续表 2 糜子蛋糕的感官描述词

Continue table 2 A lexicon to describe the sensory attributes of proso millet cake

感官描述词	定义	参比样及标度值
坚果味	一种与坚果所特有的风味	混合样品 (开心果:松子:葵花籽:花生:腰果质量比=1:1:1:1:1)=6
质地(t)		
含水量	样品刚放入口腔,在舌尖和上颚感受到的湿润程度	火腿肠=6
粗糙度	感知到舌头上在样表面上摩擦力的大小	蛋黄派=8
弹性	取消对样品的压迫后,样品恢复到原始大小、形状的程度	火腿肠=10
硬度	穿透样品所需力的大小	生花生=8
吸水性	咀嚼(4次~6次)样品吸收唾液量的多少	早餐饼干=9
黏附性	样品在咀嚼过程中所能感知到的黏附在牙齿表面的量	早餐饼干=9
成团性	用臼齿咀嚼样品 5 次~7 次后,样品团聚集在一起的程度	法式小面包=12
颗粒度	当轻轻搅动舌头和上颚之间的样品时,舌头能感知到的颗粒数	早餐饼干=12
密度	第一次咬样品时感知到的气孔的大小和比例	戚风三角蛋糕=6
均匀度	感受到样品各部分质量基本一致的程度	戚风三角蛋糕=11

由表 2 可知,除了熟芝麻香(ar)外,其余描述词均与蒸蛋糕^[17]、一种以糜子为原料的混合谷物制品^[20]、面包^[21]、冰淇淋^[25]、酸奶^[23]的研究一致。Chen 等^[22]在描述腐乳时使用了描述词“芝麻油”,将其描述为“一种芝麻油特有的具有坚果香、黄油香和木香的混合香气”。Cherdchu 等^[24]使用了“芝麻”描述酱油的感官性质,定义为“一种芝麻特有的具有木香、坚果香、黄油香和灰尘味的混合香气”。糜子蛋糕感官评价小组经讨论认为,糜子蛋糕的芝麻风味类似芝麻焙烤后,经美拉德反应所产生的一种特殊香气,因此命名为“熟芝麻香”。Sanderson 等^[20]使用了“内聚性”“干燥”“坚果味”“粘牙性”“咸味”“黄油味/香”“甜味”“苦味”“咸(余味)”等词

描述了一种以糜子为原料的混合谷物制品的感官性质。其中,“坚果味”和“甜味”得到了保留,但对其定义进行了一定程度的修改。“内聚性”与“硬度”的定义相似,经讨论决定,选择使用“含水量”和“硬度”。对比“奶油味/香”和“黄油味/香”,评价小组认为,前者更适合于糜子蛋糕,故保留了描述词“奶油味/香”。由于未在糜子蛋糕中感知到“干燥”“咸味”“苦味”“咸(余味)”,故没有采用这些描述词。

2.2 双因素方差分析

通过双因素方差分析发现,粳性、糯性糜子粉质量比和魔芋胶添加量能显著影响糜子蛋糕的香气和风味特征(见表 3)、质地特征(见表 4)。

表 3 糜子蛋糕的香气和风味特征双因素方差分析

Table 3 Two-way analysis of variance of aroma and flavour characteristics of proso millet cake

变量	样品	感官性质				
		甜香(ar)	烘焙香(ar)	熟芝麻香(ar)	焦糖香(ar)	焦糖味(f)
粳、糯糜子粉质量比	100:0	4.5±0.8 ^a	5.0±1.4 ^{ab}	5.6±1.0 ^a	4.1±0.7 ^a	4.0±0.8 ^{ab}
	67:33	4.4±0.8 ^a	4.7±1.0 ^{abc}	4.1±0.7 ^b	4.1±0.7 ^a	4.5±0.7 ^a
	50:50	4.5±1.0 ^a	5.4±0.8 ^a	2.9±0.8 ^c	4.2±0.9 ^a	3.5±0.8 ^b
	33:67	3.8±0.9 ^{ab}	3.8±1.1 ^{bc}	2.5±0.9 ^c	3.0±1.5 ^b	3.7±0.9 ^{ab}
	0:100	3.0±0.6 ^b	3.5±0.9 ^c	3.3±1.0 ^{bc}	3.2±1.0 ^{ab}	3.5±1.1 ^{ab}
	P 值	0.000	0.000	0.000	0.016	0.013
	偏 η^2	0.374	0.455	0.738	0.232	0.242
魔芋胶添加量	0 g	4.0±1.0	4.1±1.0 ^b	3.5±1.3	3.6±0.9	3.6±1.1
	3 g	4.1±1.1	4.3±1.1 ^{ab}	3.8±1.2	3.7±1.3	4.0±0.8
	6 g	4.1±0.9	5.0±1.4 ^a	3.7±1.7	3.8±1.1	4.0±0.8
	P 值	0.971	0.010	0.555	0.797	0.133
	偏 η^2	0.002	0.186	0.026	0.010	0.086
粳、糯糜子粉质量比与魔芋胶	P 值	0.536	0.028	0.008	0.951	0.024
添加量之间的交互作用	偏 η^2	0.135	0.302	0.351	0.055	0.309

注:表中小写字母 a、b、c 是在显著性水平为 0.05 的情况下进行多重比较的结果。数值中标注有相同的字母表示数据间差异不显著,标注有不同的字母表示数据间差异显著。

表 4 糜子蛋糕的质地特征双因素方差分析

Table 4 Two-way analysis of variance of texture characteristics of proso millet cake

变量	样品	感官性质							
		密度(t)	含水量(t)	粗糙度(t)	弹性(t)	硬度(t)	吸水性(t)	黏附性(t)	成团性(t)
粳、糯糜子粉质量比	100:0	6.0±1.0	4.3±0.8 ^b	6.8±1.8 ^a	3.8±0.9 ^a	3.0±0.9 ^a	5.1±0.6 ^a	5.6±0.6 ^a	5.7±0.8 ^a
	67:33	5.5±1.2	4.5±0.8 ^{ab}	5.4±1.6 ^b	3.2±1.2 ^{ab}	2.5±1.1 ^{ab}	4.9±1.1 ^{ab}	5.5±1.1 ^a	5.1±1.0 ^{ab}
	50:50	5.3±1.3	5.2±0.9 ^{ab}	5.3±1.0 ^b	2.8±1.1 ^{ab}	2.3±0.5 ^{ab}	4.4±1.4 ^{ab}	4.8±1.3 ^{ab}	4.1±1.2 ^b
	33:67	5.1±0.9	5.5±1.2 ^a	5.2±0.8 ^b	3.1±0.9 ^{ab}	2.1±0.9 ^{ab}	3.6±1.1 ^b	4.8±1.1 ^{ab}	4.1±0.8 ^b
	0:100	5.0±0.9	4.2±0.9 ^b	6.1±1.0 ^{ab}	2.4±0.9 ^b	1.8±0.5 ^b	4.1±0.7 ^{ab}	4.2±0.8 ^b	3.8±1.0 ^b
	<i>P</i> 值	0.128	0.002	0.001	0.012	0.013	0.004	0.006	0.000
	偏 η^2	0.144	0.310	0.331	0.243	0.242	0.283	0.270	0.401
魔芋胶添加量	0 g	5.5±0.8 ^{ab}	4.8±1.0	5.8±1.0	3.0±1.1	2.4±1.0	4.6±1.0	5.3±1.1	4.7±1.4
	3 g	4.9±1.0 ^b	4.5±1.0	5.6±1.2	3.0±1.1	2.4±0.7	4.5±1.8	4.6±1.0	4.4±1.1
	6 g	5.8±1.3 ^a	4.9±1.1	5.8±1.6	3.2±1.2	2.2±0.8	4.2±1.2	5.0±1.1	4.6±1.1
	<i>P</i> 值	0.017	0.329	0.794	0.872	0.647	0.341	0.114	0.562
粳、糯糜子粉质量比与魔芋胶添加量之间的交互作用	偏 η^2	0.165	0.048	0.010	0.006	0.019	0.047	0.092	0.025
	<i>P</i> 值	0.141	0.087	0.011	0.068	0.277	0.683	0.756	0.580
	偏 η^2	0.226	0.251	0.340	0.263	0.186	0.112	0.099	0.129

注:表中小写字母 a、b、c 是在显著性水平为 0.05 的情况下进行多重比较的结果。数值中标注有相同的字母表示数据间差异不显著,标注有不同的字母表示数据间差异显著。

由表 3 和表 4 可知,改变粳性、糯性糜子粉比例对样品的甜香(ar)、烘焙香(ar)、熟芝麻香(ar)、焦糖香(ar)、焦糖味(f)、含水量(t)、粗糙度(t)、弹性(t)、硬度(t)、吸水性(t)、黏附性(t)、成团性(t)有显著影响($P<0.05$)。而且,随糯性糜子粉比例的增加,甜香(ar)、弹性(t)、硬度(t)、黏附性(t)、成团性(t)的评分显著下降,尤其当粳性、糯性糜子粉质量比分别为 100:0 和 0:100 时,差异显著($P<0.05$)。这与卢毅等^[4]研究中所表明的大米中的直链淀粉含量越低,米饭的硬度和弹性就越小的结果相符合。

魔芋胶的添加量对烘焙香(ar)、密度(t)有显著影响($P<0.05$)。随魔芋胶添加量的增加,烘焙香(ar)的评分增加,当魔芋胶添加量为 0 g 和 6 g 时,烘焙香(ar)的差异显著($P<0.05$)。粳性、糯性糜子粉质量比对密度(t)的评分影响不显著,仅魔芋胶添加量的改变会显著影响密度(t)。这与魔芋胶本身溶于水后能够得到黏稠的液体以及能够改善淀粉糊的质构不良的特性相吻合。

此外,粳性、糯糜子粉的质量比和魔芋胶的添加量对烘焙香(ar)、熟芝麻香(ar)、焦糖味(f)、粗糙度(t)有显著的交互作用($P<0.05$)。可以看出,两种因素的改变及交互作用都对烘焙香(ar)有显著影响。其中,由偏 η^2 可知,粳性、糯性糜子粉质量比对烘焙香(ar)的影响最大,粳性、糯性糜子粉质量比和魔芋胶添加量的交互作用影响次之,魔芋胶添加量影响最小。粳性、糯性糜子粉质量比和粳性、糯性糜子粉质量比和魔芋胶添加量的交互作用都会对熟芝麻香(ar)、焦糖味(f)产生

影响,但前者的影响程度要大于后者。

2.3 主成分分析

主成分的特征值见表 5,主成分分析(principal component analysis, PCA)样品感官性质载荷图见图 1。

表 5 主成分的特征值
Table 5 Eigenvalues of principle components

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
PC1	12.24	42.20	42.20
PC2	4.33	14.94	57.14
PC3	2.73	9.41	66.54
PC4	1.95	6.73	73.27
PC5	1.69	5.83	79.11
PC6	1.36	4.67	83.78

如表 5 所示,主成分分析中得到的前两个主成分的累计贡献率为 57.14%。前 6 个主成分可以解释总体变异的 83.78%。基本上能够解释样品感官性质的绝大部分信息。

如图 1 可知,样品大多分布于第一、二象限,位于第三、四象限的样品较少。主成分 1 主要与蛋糕整体印象(ar)、甜香(ar)、油香(ar)、熟芝麻香(ar)、焦糖香(ar)、蛋糕整体印象味(f)、奶油味(f)、奶味(f)、油味(f)、粗糙度(t)、弹性(t)、硬度(t)、吸水性(t)、成团性(t)呈正相关;主成分 2 主要与奶油香(ar)、颗粒度(t)呈正相关,与甜味(f)呈负相关。c3、c6、e6 均位于第二象限靠近原点的位置,b3、c0 均位于第一象限且靠近原点的位置。其中,b0 有较好的吸水性(t)、成团性(t)、黏附性

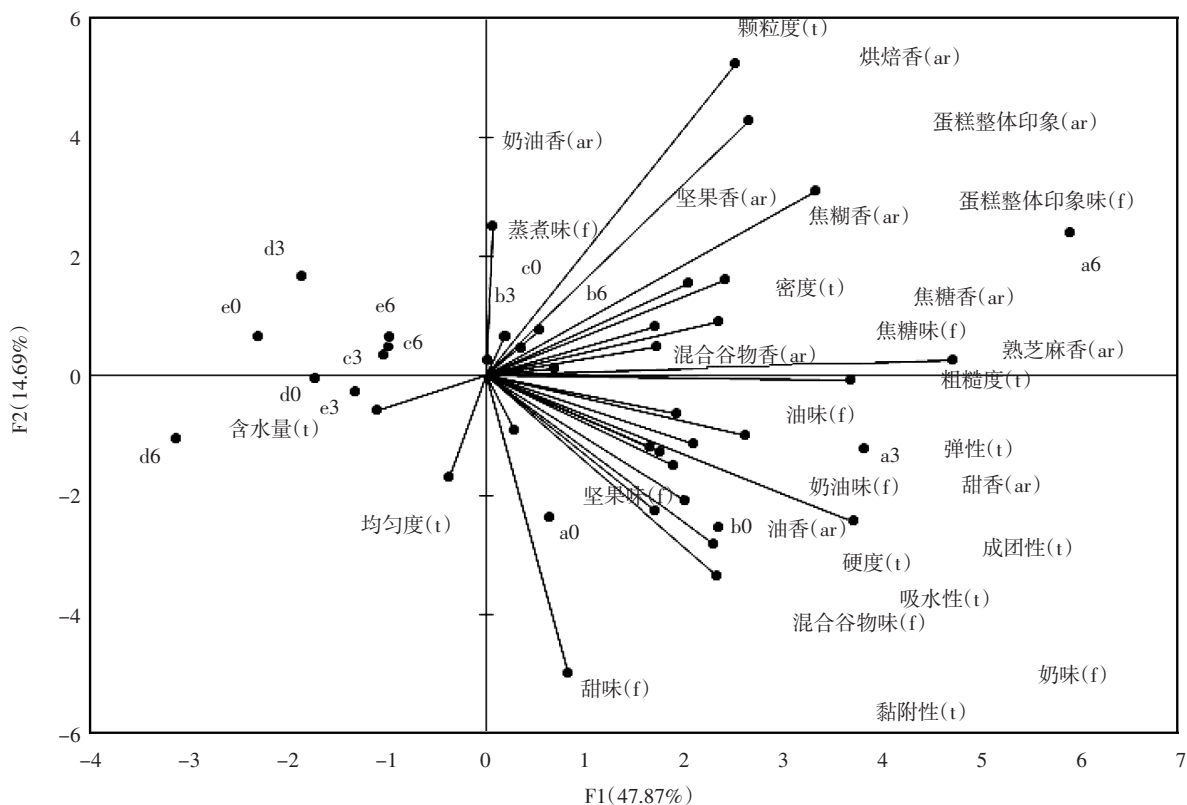


图1 PCA分析样品感官性质载荷图

Fig.1 The PCA map of proso millet cake

(t)等性质,a6在包括蛋糕整体印象(ar)、烘焙香(ar)、熟芝麻香(ar)在内的多项香气性质中表现较好。

除均匀度(t)和含水量(t)外,所有性质在主成分1上均表现为正载荷。主成分1能够根据粳性糜子粉含量的高低将样品区分开来,粳性糜子粉含量较高的样品位于原点右侧,含量较低的样品位于原点的左侧。由于主成分1主要由蛋糕整体印象(ar)、甜香(ar)、油香(ar)、熟芝麻香(ar)、焦糖香(ar)、蛋糕整体印象味(f)、奶油味(f)、奶味(f)、油味(f)、粗糙度(t)、弹性(t)、硬度(t)、吸水性(t)、成团性(t)决定,可以认为,粳、糯性糜子粉质量比不同的样品,可以在上述性质上较容易地被区分出来,结合表3、表4的结果来看,尤其是粳性和糯性糜子粉质量比为0:100和100:0的样品,在甜香(ar)、弹性(t)、硬度(t)、成团性(t)上的差异尤为显著。

另外,仅改变粳性、糯性糜子粉比例或魔芋胶的样品至少分布在两个象限中,说明二者间存在着一定的交互作用,这与双因素方差分析的结果一致。

3 结论

本试验研制了一种以不同比例糯性、粳性糜子粉和魔芋胶为主要原料的蛋糕,构建了一个包含10个香气描述词、9个风味描述词、10个质地描述词在内的糜

子蛋糕感官描述词。

随着粳性、糯性糜子粉比例的改变,样品的甜香(ar)、烘焙香(ar)、熟芝麻香(ar)、焦糖香(ar)、焦糖味(f)、含水量(t)、粗糙度(t)、弹性(t)、硬度(t)、吸水性(t)、黏附性(t)、成团性(t)都会受到显著影响。尤其随着糯性糜子粉质量比的增加,甜香(ar)、弹性(t)、硬度(t)、黏附性(t)、成团性(t)的评分显著下降。魔芋胶添加量会对密度(t)造成影响,但未见明显的规律性。

通过研究原料的变化对糜子蛋糕感官性质的影响,能够为糜子制品的开发提供参考,也能为消费接受度的研究提供参考。

参考文献:

- [1] LU H Y, ZHANG J P, LIU K B, et al. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2009, 106(18): 7367-7372.
- [2] ZHANG P P, SONG H, KE X W, et al. GGE biplot analysis of yield stability and test location representativeness in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) genotypes[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2016, 15(6): 1218-1227.
- [3] LI K H, ZHANG T Z, NARAYANAMOORTHY S, et al. Diversity

- analysis of starch physicochemical properties in 95 proso millet (*Panicum miliaceum* L.) accessions[J]. Food Chemistry, 2020, 324: 126863.
- [4] 卢毅, 路兴花, 张青峰, 等. 稻米直链淀粉与米饭物性及食味品质的关联特征研究[J]. 食品科技, 2018, 43(10): 219–223.
- LU Yi, LU Xinghua, ZHANG Qingfeng, et al. Correlation of rice amylose with physical properties and taste quality of rice[J]. Food Science and Technology, 2018, 43(10): 219–223.
- [5] YANG Q H, LIU L, ZHANG W L, et al. Changes in morphological and physicochemical properties of waxy and non-waxy proso millets during cooking process[J]. Foods, 2019, 8(11): 583.
- [6] 冀佩双. 糜黍中营养物质的研究[D]. 太原: 山西大学, 2016.
- Ji Peishuang. Study on nutrients in proso millet[D]. Taiyuan: Shanxi University, 2016.
- [7] KALINOVA J, MOUDRY J. Content and quality of protein in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties[J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2006, 61(1): 45–49.
- [8] 杨剑婷, 夏树凤, 周琴, 等. 面筋蛋白对小麦粉理化性质及面包烘焙品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2020, 40(5): 620–629.
- YANG Jianting, XIA Shufeng, ZHOU Qin, et al. Effect of gluten addition on the physicochemical properties and bread baking quality of wheat flour[J]. Journal of Triticeae Crops, 2020, 40(5): 620–629.
- [9] DEVISSETTI R, RAVI R, BHATTACHARYA S. Effect of hydrocolloids on quality of proso millet cookie[J]. Food and Bioprocess Technology, 2015, 8(11): 2298–2308.
- [10] 杨湘庆, 沈悦玉. 魔芋胶的理化性、功能性、流变性及其在食品中的应用[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2002(4): 29–33, 44.
- YANG Xiangqing, SHEN Yueyu. The physicochemical properties, special functions, rheological properties of glucomannan and their application in different food industries[J]. Beverage & Fast Frozen Food Industry, 2002(4): 29–33, 44.
- [11] YANG Q H, ZHANG W L, LI J, et al. Physicochemical properties of starches in proso (non-waxy and waxy) and foxtail millets (non-waxy and waxy)[J]. Molecules, 2019, 24(9): 1743.
- [12] CHAO G M, GAO J F, LIU R, et al. Starch physicochemical properties of waxy proso millet (*Panicum miliaceum* L.)[J]. Starch–Stärke, 2014, 66(11/12): 1005–1012.
- [13] CHO S, YOON S H, MIN J, et al. Sensory characteristics of seolgitteok (Korean rice cake) in relation to the added levels of brown rice flour and sugar[J]. Journal of Sensory Studies, 2014, 29(5): 371–383.
- [14] CHUN S, CHAMBERS E, CHAMBERS D H. Effects of shiitake (*Lentinus edodes* P.) mushroom powder and sodium tripolyphosphate on texture and flavor of pork patties[J]. Foods, 2020, 9(5): 611.
- [15] FERNG L H, LIOU C M, YEH R, et al. Physicochemical property and glycemic response of chiffon cakes with different rice flours[J]. Food Hydrocolloids, 2016, 53: 172–179.
- [16] 王乐, 包娜莎, 金征宇, 等. 添加谷氨酰胺转氨酶对糙米蛋糕品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(5): 174–180.
- WANG Le, BAO Nasha, JIN Zhengyu, et al. Effect of transglutaminase addition on the quality of brown rice cake[J]. Food and Fermentation Industries, 2020, 46(5): 174–180.
- [17] 姚月华, 刘昕, 王洪伟. 蒸蛋糕感官特征的定量描述分析[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(7): 277–282.
- YAO Yuehua, LIU Xin, WANG Hongwei. Quantitative descriptive analysis of sensory characteristics of steamed cake[J]. Food and Fermentation Industries, 2018, 44(7): 277–282.
- [18] 罗丽, 王敏, 王洪伟. 怪味胡豆风味特征的定量描述分析[J]. 中国调味品, 2018, 43(12): 7–12.
- LUO Li, WANG Min, WANG Hongwei. Quantitative description analysis of flavor characteristics of special flavored horsebeans[J]. China Condiment, 2018, 43(12): 7–12.
- [19] 赵云鹏, 熊建林, 王洪伟. 酸奶感官描述词的建立与应用[J]. 中国乳品工业, 2018, 46(5): 31–35, 42.
- ZHAO Yunpeng, XIONG Jianlin, WANG Hongwei. Development and application of a lexicon to describe the sensory attributes of yogurt[J]. China Dairy Industry, 2018, 46(5): 31–35, 42.
- [20] SANDERSON E, DUIZER L M, MCSWEENEY M B. Descriptive analysis of a new proso millet product[J]. International Journal of Gastronomy and Food Science, 2017, 8: 14–18.
- [21] LOTONG V, IV E C, CHAMBERS D H. Determination of the sensory attributes of wheat sourdough bread[J]. Journal of Sensory Studies, 2000, 15(3): 309–326.
- [22] CHEN Y P, CHUNG H Y. Development of A lexicon for commercial plain sufu (fermented soybean curd)[J]. Journal of Sensory Studies, 2016, 31(1): 22–33.
- [23] COGGINS P C, SCHILLING M W, KUMARI S, et al. Development of a sensory lexicon for conventional milk yogurt in the United States [J]. Journal of Sensory Studies, 2008, 23(5): 671–687.
- [24] CHERDCHUP P, CHAMBERS E IV, SUWONSICHON T. Sensory lexicon development using trained panelists in Thailand and the U.S.A.: Soy sauce[J]. Journal of Sensory Studies, 2013, 28(3): 248–255.
- [25] HE W M, GASMALLA M A A, YANG R J, et al. The effect of acid-deamidated wheat gluten on the sensory profile and consumer acceptance of ice cream[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2019, 54(1): 42–53.

加工编辑: 张立娟

收稿日期: 2021–04–16