

基于模糊二元对比决策的青稞发糕感官评定体系的建立

张成志¹, 郑波¹, 梁毅², 陈玲^{1,2}

(1. 华南理工大学食品科学与工程学院, 广东省天然产物绿色加工与产品安全重点实验室, 华南理工大学淀粉与植物蛋白深加工教育部工程研究中心, 广东广州 510640)(2. 广东中轻枫泰生化科技有限公司, 广东茂名 525000)

摘要: 为了建立适用于青稞发糕的感官评定体系, 本文基于模糊二元对比决策, 通过咨询调查的方法, 先后确定了青稞发糕感官评定体系的优选指标及其优先级和权重。根据调查统计的结果, 青稞发糕感官评定的优选指标分别为: 表皮光滑度、瓢孔均匀度、香气、滋味、硬度、弹性、黏性、咀嚼性; 通过模糊优先级排序法确定了8项优选指标的优先级顺序为: 香气、滋味、硬度、弹性、黏性、瓢孔均匀度、咀嚼性和表皮光滑度; 并确定了各项优选指标的权重分别为21%、16%、15%、14%、12%、10%、9%、3%。在此基础上, 根据评价指标反馈确定了各项优选指标的评语论域集以及感官评定方法, 最终建立了青稞发糕的感官评定表。该研究为青稞发糕的感官品质评价分析以及产业化推广提供了基础数据以及理论支持。

关键词: 青稞发糕; 感官评定; 模糊二元对比

文章编号: 1673-9078(2020)04-284-289

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.4.037

Establishment of Sensory Quality Evaluation System for Highland Barley

Steamed Sponge Cake Based on Fuzzy Binary Contrast

ZHANG Cheng-zhi¹, ZHENG Bo¹, LIANG Yi², CHEN Ling^{1,2}

(1. School of Food Science and Engineering, Guangdong Province Key Laboratory for Green Processing of Natural Products and Product Safety, Ministry of Education Engineering Research Center of Starch & Protein Processing, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

(2. Guangdong Zhongqing Font Biochemical Sci & Tech. Co., Maoming 525000)

Abstract: In this work, to establish a sensory quality evaluation system suitable for highland barley steamed sponge cake, the preferential sensory quality appraisal indexes, the priority ranking and weight were determined by means of questionnaire based on the fuzzy binary contrast decision. The results of investigation statistics showed that the preferential sensory quality appraisal indexes of highland barley steamed sponge cake were epidermis smoothness, flesh hole evenness, fragrance, taste, hardness, elasticity, viscosity and chewiness, respectively. The order of preferential indexes was as follow: fragrance, taste, hardness, elasticity, viscosity, flesh hole evenness, chewiness and epidermis smoothness, which were determined by the method of fuzzy priority ranking. In addition, the weight of preferential indexes were 21%, 16%, 15%, 14%, 12%, 10%, 9% and 3%, respectively. On this basis, the set of the universe of each preferential index and the method of sensory quality evaluation were determined, and the sensory quality evaluation table of highland barley steamed sponge cake were established ultimately. The study will provide basic data and impressive theoretical support for the sensory quality evaluation analysis and industrialization of highland barley steamed sponge cake.

Key words: highland barley steamed sponge cake; sensory quality evaluation; fuzzy binary contrast

引文格式:

张成志, 郑波, 梁毅, 等. 基于模糊二元对比决策的青稞发糕感官评定体系的建立[J]. 现代食品科技, 2020, 36(4): 284-289

ZHANG Cheng-zhi, ZHENG Bo, LIANG Yi, et al. Establishment of sensory quality evaluation system for highland barley steamed sponge cake based on fuzzy binary contrast [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(4): 284-289

收稿日期: 2019-12-02

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFD04012021); 广州市科技计划重点项目(201804020036); 广东省“扬帆计划”引进创新创业团队专项资助(2014YT02S029)

作者简介: 张成志(1994-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 食品组分结构与营养调控

通讯作者: 陈玲(1961-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 食品组分结构与营养

青稞, 是禾本科大麦属的一种禾谷类作物, 主要生长在青藏高原等高原地区, 其内外颖壳分离, 籽粒裸露, 在其他地区也常被称作元麦或裸大麦^[1], 是位于高海拔地区(4200~4500 m)的青藏高原上种植面积最大、产量占粮食作物比重最高的农作物^[2]。在过去, 青稞的加工形式十分单一, 只是在酿酒和磨制糌粑上有所运用^[3]。近些年来, 随着国家产业结构的调整、居民膳食结构的变化以及生活水平的提高, 加上青稞的营养、保健价值越来越受到关注, 由青稞而衍生出来的青稞食品种类越来越丰富, 如青稞酒、青稞面、青稞米花等^[4]。

青稞发糕是由青稞粉经过打浆、发酵、汽蒸等工序而制成的一种糕点, 属于热加工糕点类中水蒸糕点的一种, 成品具有蜂窝状结构, 口感松软、嫩弹, 具有青稞独有的令人愉悦的风味, 且保留了大部分青稞的营养成分, 是青稞深加工的又一种新产品。作为一种由杂粮谷物发酵而成的糕点, 青稞发糕与传统的大米淀粉制成的发糕在感官品质上有较大的差异, 尤其是外观形貌、香气、滋味、瓤孔结构等方面差异非常显著。例如在外观形貌方面, 大米发糕外观呈白色, 对白度要求较高, 而青稞发糕呈米黄色^[3]。因此, 前人所建立的大米发糕感官评定体系并不适合青稞发糕, 有必要建立专门用于青稞发糕的感官评定体系。

本研究采用的模糊二元对比决策, 能够有效降低青稞发糕感官评定体系评分过程中产生的模糊性差异, 实现“模糊意见集中”的过程, 从而提高了评分结果的有效性^[5]。本研究经过咨询调查, 筛选出 8 项适用于青稞发糕感官评定的优选指标, 并对优选指标进行优先级排序, 确定各项优选指标的权重, 最终建立适用于青稞发糕的感官评定体系。

1 材料与方法

1.1 原料

青稞粉(食用级), 购自青稞藏禾源青稞资源开发有限公司; 酵母, 购自安琪酵母股份有限公司。

1.2 主要仪器设备

电子天平(BS210S), 德国 Sartorius 公司; 电磁炉(C21-SDHC8E15D), 绍兴苏泊尔生活电器有限公司; 生化培养箱(LRH-70), 上海恒科仪器有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 青稞发糕的制作工艺

根据前期预实验结果, 得到优化的青稞发糕制作

基本工艺流程如下: 用温水(30 ℃)配置 10 mL 的 15%浓度的酵母溶液, 在 37 ℃培养箱中放置 5 min 使酵母活化备用; 称取 50 g 青稞粉和 50 g 白砂糖于 400 mL 烧杯中, 搅拌混合至均匀, 添加 100 g 温水(30 ℃)并滴加 6.67 g 的酵母溶液, 然后继续搅拌直至形成状态均匀且表面平整的粉浆; 将粉浆倒入发糕专用模具中并用保鲜膜密封, 放置于提前设定好温度的生化培养箱中发酵 3 h; 将发酵好的粉浆连同模具一起放进蒸锅中, 经过 15 min 汽蒸后出锅, 冷却至常温。

1.3.2 青稞发糕感官评定指标的筛选方法

参考前人对大米发糕品质评价的研究^[6], 从人体 5 个感官类型即视觉、嗅觉、味觉、听觉和触觉出发, 总结筛选出一共 20 项青稞发糕品质评价指标, 包括形态、比容、香气、硬度、弹性等, 并开展青稞发糕感官品质评价指标咨询调查, 评分标准采用七级表度法(1~7 分, 分数越高表明重要性越高), 调查人员包括从事食品研究的多个技术人员, 共 10 人。

1.3.3 青稞发糕感官评定优选指标的优先级排序方法

根据咨询调查的评分结果, 从 20 项指标中筛选出 8 项优选指标, 并采用模糊二元对比决策, 对 8 项优选指标进行优先级排序。具体方法是将 8 项优选指标进行两两对比评分(1~10 分), 得到两个指标的优劣比值。所有指标逐项对比完成后, 通过模糊优先关系排序法对其比较结果进行排序, 最终得到 8 项优选指标的优先级。本次调查人员一共 12 人^[7,8]。

1.3.4 青稞发糕感官评定优选指标权重的确定方法

设定青稞发糕 8 项感官评价指标总评分值为 100 分, 邀请 5 位从事食品研究的技术人员分别对这 8 项评价指标按重要程度进行打分。根据模糊二元对比优先级排序的结果, 要求排名靠后的优选指标的评分分值不能高于排名靠前的指标。对评分结果取平均值后作归一化处理, 即可得到青稞发糕各项指标的权重分配^[9]。

1.3.5 数据分析处理

模糊优先关系排序法的算法通过 Python 语言编写的专用程序来实现。

2 结果与讨论

2.1 青稞发糕感官评定指标的筛选

青稞发糕感官评定指标筛选调查的统计结果见表 1。由统计结果可以看出, 对青稞发糕感官评定影响较大的 8 项指标分别是表皮光滑度、瓤孔均匀度、香气、

滋味、硬度、弹性、黏性以及咀嚼性，将上述 8 项指标确定为青稞发糕感官评定的优选指标。

从感官维度方面分析，8 项优选指标包含了视觉（表皮光滑度和瓢孔均匀度）、嗅觉（香气）、味觉（滋味）、触觉（硬度、弹性、黏性以及咀嚼性）共 4 个感官维度，基本涵盖了食品感官评定的所有感官维度，因而可以认为这 8 项优选指标是能够较全面地反映出青稞发糕的感官属性。沈伊亮等学者对大米发糕感官评定优选指标进行了研究，与本研究实验结果对比发现，香气、滋味、硬度、弹性、黏性这 5 个指标对大米及青稞两种发糕的感官评定都非常重要，而相对于大米发糕感官评定而言，青稞发糕感官评定对表皮光滑度和瓢孔均匀度这两个视觉指标的依赖性明显更

强，这可能是青稞发糕与大米发糕在视觉风格上存在明显差异造成的：在表皮方面，大米发糕的关注点在于表皮的白度，而青稞发糕则在于表皮的光滑度；在瓢孔方面，大米发糕一般容易形成致密的蜂窝状，而青稞发糕则比较疏松，且均匀度受发酵过程影响较大^[6]。此外，与李雪等人研究的红薯米发糕感官评定指标筛选结果对比也可以发现，瓢孔均匀度以及表皮光滑度对青稞发糕感官评定体系关系更密切^[10]。

根据 8 项优选指标的得分统计结果计算出平均分和方差：平均分的结果显示得分较高的是香气、滋味和黏性，说明这三个指标对青稞发糕感官评定较为重要；而方差的结果表明了瓢孔均匀度和硬度在八个指标的评分结果中离散程度较小。

表 1 青稞发糕感官评定指标筛选评分结果

Table 1 Grading result of sensory quality appraisal index screening of highland barley steamed sponge cake

评价指标	得分统计/(人数)							平均分	方差 σ_{ai}^2	排序
	1分	2分	3分	4分	5分	6分	7分			
a5 表皮光滑度	0	1	1	0	4	4	0	4.9	1.69	6
a7 瓢孔均匀度	0	0	0	2	2	6	0	5.4	0.64	5
a9 香气	0	0	0	1	1	2	6	6.3	1.01	1
a10 滋味	0	0	1	0	1	7	1	5.7	1.01	2
a11 硬度	0	0	1	0	2	7	0	5.5	0.85	4
a13 弹性	0	1	0	1	5	3	0	4.9	1.29	6
a14 黏性	0	0	0	2	2	4	2	5.6	1.04	3
a16 咀嚼性	0	0	1	3	2	4	0	4.9	1.09	6

2.2 青稞发糕感官评定优选指标的优先级排序

将筛选出的 8 项优选指标按表 1 的列表次序以 b_i ($i=1,2,3,\dots,8$)进行重新编号。根据模糊二元对比理论，为了比较 8 项优选指标的优先级，需要先确定 8 项优

选指标的模糊优先关系矩阵，用 $C=(c_{ij})_{(8 \times 8)}$ 表示该矩阵，且该矩阵要求满足：(1) $c_{ii}=0$ ；(2) $0 \leq c_{ij} \leq 1$ ；(3) $c_{ij}+c_{ji}=1$ ($i=1,2,3,\dots,8; j=1,2,3,\dots,8$)。利用模糊优先关系矩阵 C 能够实现 8 项优选指标的“模糊意见集中”过程，最终确定 8 项优选指标的优劣次序。

表 2 青稞发糕感官评定优选指标模糊二元对比评分结果

Table 2 Grading result of fuzzy binary contrast of preferential sensory quality appraisal index of highland barley steamed sponge cake

对比因子	基准因子	得分统计/(人数)										总分	优先选择比
		1分	2分	3分	4分	5分	6分	7分	8分	9分	10分		
表皮光滑度	瓢孔均匀度	1	0	4	3	1	2	1	0	0	0	49	0.4083
	香气	1	5	3	1	1	1	0	0	0	0	35	0.2917
	滋味	1	4	3	1	0	1	1	0	1	0	44	0.3667
	硬度	0	6	1	4	1	0	0	0	0	0	36	0.3000
	弹性	0	1	6	2	3	0	0	0	0	0	43	0.3583
	黏性	2	1	4	1	3	1	0	0	0	0	41	0.3417
	咀嚼性	0	2	1	2	3	2	0	2	0	0	58	0.4833

转下页

接上页													
瓢孔均匀度	香气	0	0	4	5	1	2	0	0	0	0	49	0.4083
	滋味	0	1	1	2	4	1	2	0	0	1	63	0.5250
	硬度	0	0	6	0	4	2	0	0	0	0	50	0.4167
	弹性	0	0	3	2	5	1	1	0	0	0	55	0.4583
	黏性	0	6	0	1	1	2	2	0	0	0	47	0.3917
	咀嚼性	0	2	1	1	0	3	3	2	0	0	66	0.5500
香气	滋味	0	0	0	2	4	2	3	0	0	1	71	0.5917
	硬度	0	0	1	0	1	2	5	3	0	0	79	0.6583
	弹性	0	0	1	0	2	4	4	1	0	0	73	0.6083
	黏性	0	1	0	0	2	2	2	5	0	0	78	0.6500
	咀嚼性	0	0	1	1	5	3	0	2	0	0	66	0.5500
滋味	硬度	0	0	0	0	4	7	1	0	0	0	69	0.5750
	弹性	0	0	0	0	3	5	1	2	1	0	77	0.6417
	黏性	0	0	0	0	1	2	6	2	1	0	84	0.7000
	咀嚼性	0	0	0	0	1	6	4	0	1	0	78	0.6500
硬度	弹性	0	0	0	1	4	6	1	0	0	0	67	0.5583
	黏性	0	0	0	0	4	5	2	1	0	0	72	0.6000
	咀嚼性	0	0	1	1	1	0	7	2	0	0	77	0.6417
弹性	黏性	0	0	0	0	1	6	3	1	1	0	79	0.6583
	咀嚼性	0	0	0	0	4	0	5	2	1	0	80	0.6667
黏性	咀嚼性	0	0	0	1	3	3	5	0	0	0	72	0.6000

注：表中数字表示各个分数所对应的评分人数。

将模糊二元对比调查结果进行汇总，统计分析结果见表 2。根据每组对比结果的评分计算出总分和优先选择比。其中优先选择比等于各组的总分与满分

(120 分) 的比值 (取小数点后 4 位)。将优先选择比作为矩阵 C 的元素，得到 8 项优选指标的模糊优先关系矩阵为：

1	0.4083	0.2917	0.3667	0.3000	0.3583	0.3417	0.4833
0.5917	1	0.4083	0.5250	0.4167	0.4583	0.3917	0.5500
0.7083	0.5917	1	0.5917	0.6583	0.6083	0.6500	0.5500
0.6333	0.4750	0.4083	1	0.5750	0.6417	0.7000	0.6500
0.7000	0.5833	0.3417	0.4250	1	0.5583	0.6000	0.6417
0.6417	0.5417	0.3917	0.3583	0.4417	1	0.6583	0.6667
0.6683	0.6083	0.3500	0.3000	0.4000	0.3417	1	0.6000
0.5167	0.4500	0.4500	0.3500	0.3583	0.3333	0.4000	1

为了使模糊优先关系矩阵 C 能够直接反映出优劣顺序的信息，实现“模糊意见集中”过程，通常需要选定一个阈值 $\lambda \in [0,1]$ ，得到 λ -截矩阵 $C_\lambda = (c_{ij}^{(\lambda)})$ ，其中 (如公式 1-1 所示)

$$c_{ij}^{(\lambda)} = \begin{cases} 1, & c_{ij} \geq \lambda \\ 0, & c_{ij} < \lambda \end{cases} \quad (\text{公式 1-1})$$

该矩阵又被称为 λ 水平关系矩阵，是随着 λ 的取值的变化而变化的布尔矩阵，能够直接反应出模糊优先关系矩阵中的优先级信息。根据公式 1，当 λ 取值

由 1 逐渐下降时，如果首次出现的 C_λ 的第 i 行元素全为 1 (除对角线外)，则认定 b_i 为第一优先对象 (不一定唯一)。除去矩阵中第一优先对象所在的行和列以后，得到新的模糊优先关系矩阵，按照同样的方法得到第二优先对象。以此类推，便可排出 8 项优选指标的优劣次序。

经过运算，得出当 $\lambda=0.5500$ 时， λ 水平关系矩阵满足条件：

1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1

此时 λ 水平关系矩阵的第三行元素全部等于 1, 说明只有优选指标 b_3 的优先程度超过了 0.5500, 则 b_3

排序为第一。除去 b_3 所在的行和列以后, 得到新的模糊优先关系矩阵 $C=(c_{ij})_{(7 \times 7)}$, 并重复上述的运算, 得到所有优选指标的优劣顺序, 见表 3。对比表 1 中通过直接评分法得出的排序结果和表 3 中通过模糊优先关系排序法得到的排序结果可以发现, 两种排序结果存在一定的差异, 这是由于两次咨询调查所用的方法不同而造成的差异。该结果所用的模糊优先关系排序法能够降低评分结果的模糊性差异, 从而得到更加科学、严谨的结果。

表 3 青稞发糕感官评定优选指标的优先级排序结果

Table 3 Result of priority ranking of preferential sensory quality appraisal index of highland barley steamed sponge cake

编号	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8
对应指标	表皮光滑度	瓤孔均匀度	香气	滋味	硬度	弹性	黏性	咀嚼性
λ	0.5500	0.4750	0.5583	0.5417	0.6000	0.5500	0.5167	\
排序	8	6	1	2	3	4	5	7

2.3 青稞发糕感官评定优选指标权重的确定

表 4 青稞发糕感官评定优选指标的权重评分结果

Table 4 Grading result of weight of preferential sensory quality appraisal index of highland barley steamed sponge cake

编号	感官指标	得分统计					平均 值	权重 /%
		I	II	III	IV	V		
c_1	香气	21	20	23	19	23	21.2	21
c_2	滋味	15	19	18	15	15	16.4	16
c_3	硬度	14	17	15	15	15	15.2	15
c_4	弹性	14	16	13	13	13	13.8	14
c_5	黏性	12	15	11	12	12	12.4	12
c_6	瓤孔均匀度	11	6	10	12	9	9.6	10
c_7	咀嚼性	10	5	8	11	9	8.6	9
c_8	表皮光滑度	3	2	2	3	4	2.8	3

注: 表中得分统计用具体数值表示, 评分人序号用 I-V 表示。

对 8 项优选指标按照模糊二元对比得出的优先级顺序以 $c_i (i=1,2,3,\dots,8)$ 进行重新编号。青稞发糕感官评

定优选指标的权重调查结果见表 4。对每项指标的平均得分作近似处理, 得到每项优选指标的权重分配为: 香气 21%, 滋味 16%, 硬度 15%, 弹性 14%, 黏性 12%, 瓤孔均匀度 10%, 咀嚼性 9%, 表皮光滑度 3%。

从权重结果可以看出, 香气的权重分配最高, 达到 21%, 这符合人们对食品的感官认识; 而表皮光滑度的权重分配最低, 仅 3%。香气属于嗅觉范畴, 而表皮光滑度属于视觉范畴, 该结果也在一定程度上说明了, 相对于视觉而言, 嗅觉的作用在青稞发糕感官评定体系中要更加明显。

2.4 青稞发糕感官评定体系的建立

以 100 分为青稞发糕感官评定满分, 根据 8 项优选指标的权重, 得到每项优选指标的满分分别是: 香气 21 分, 滋味 16 分, 硬度 15 分, 弹性 14 分, 黏性 12 分, 瓤孔均匀度 10 分, 咀嚼性 9 分, 表皮光滑度 3 分。每项优选指标分为优、良、中、差四个等级, 每个等级的得分比例分别为 {1、0.75、0.5、0.25}。通过借鉴发糕和馒头的感官评定体系, 建立各项优选指标的评语论域集^[6,11,12]。最终形成的感官评定表见表 5。

表 5 青稞发糕感官评定表

Table 5 Schedule of sensory quality evaluation of highland barley steamed sponge cake

评价指标	分数与标准			
	优	良	中	差
c_1 香气(21分)	有青稞发酵的特殊香味, 气味纯正浓郁	有青稞发酵的的特殊香味, 但气味较淡	无香味和异味	香味不纯正, 有酸味或异味
c_2 滋味(16分)	有青稞发酵的特殊滋味, 口味纯正, 甜酸适中	有青稞粉发酵的特殊滋味, 甜酸较适宜	青稞发酵的滋味较淡, 只有甜味或酸味。	淡而无味

转下页

接上页					
c ₃	硬度(15分)	质地柔软, 软硬适度	稍软或稍硬	比较软或比较硬	特别软榻或特别坚硬
c ₄	弹性(14分)	柔韧性好, 回弹快, 复原性好	柔韧性较好, 回弹较快, 能复原或接近复原	按压回弹慢, 复原性弱	弹性差, 按压回弹很弱或不回弹, 复原性差
c ₅	黏性(12分)	口感清爽, 不粘牙	口感较清爽, 稍有粘牙	易粘的, 粘牙, 糊嘴不爽口	发粘的, 粘牙糊嘴, 粘手或粘附其他与之接触的表面
c ₆	瓤孔均匀度(10分)	纵剖面气孔大小适中, 很均匀; 无明显孔洞和坚实部分, 呈海绵状	纵剖面大小较适中, 较均匀; 有小量孔洞或坚实部分	纵剖面气孔大小不均匀; 大孔洞和坚实部分较多	纵剖面气孔有大有小, 极不均匀; 大孔洞很多, 坚实部分连成大片
c ₇	咀嚼性(9分)	咀嚼适口性好, 易下咽	咀嚼适口性较好, 较易下咽	咀嚼适口性一般	咀嚼适口性较差, 难以下咽
c ₈	表皮光滑度(3分)	表皮光滑, 完整	表皮较光滑, 较完整	表皮不太光滑, 不完整	表皮非常不光滑, 很不完整

3 结论

本研究通过咨询调查并结合模糊二元对比决策的方法, 筛选出了 8 项青稞发糕感官评定的优选指标并通过模糊优先级排序法确定了该 8 项优选指标的优先级顺序。在此基础上, 确定了优选指标的权重分配以及相应的评语论域集和感官评定方法, 建立了青稞发糕的感官评定表。本研究结果适用于青稞发糕的感官品质评价分析, 为青稞发糕的创制提供基础数据, 有助于推动青稞食品产业化发展。

参考文献

- [1] Zhang M, Liu M, Tan B, et al. Experimental study of highland barley extrusion modification treatment and highland barley noodles [J]. Journal of Food Science & Technology, 2016, 34(2): 62-67
- [2] Yao L Z-F, Yu Z-J, Zhong C-Q, et al. Assessing crop water demand and deficit for the growth of spring highland barley in Tibet, China [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2013, 3: 541-551
- [3] Chen S, Chen L, Chen L, et al. Potential probiotic characterization of *Lactobacillus reuteri* from traditional Chinese highland barley wine and application for room-temperature-storage drinkable yogurt [J]. Journal of Dairy Science, 2018, 101(7): 5780-5788
- [4] 刘新红, 杨希娟, 吴昆仑, 等. 青稞品质特性及加工利用现状分析[J]. 农业机械, 2013, 14: 49-53
LIU Xin-hong, YANG Xi-juan, WU Kun-lun, et al. Status analysis of quality characteristics and processing of highland barley [J]. Farm Machine, 2013, 14: 49-53
- [5] 王俊亮, 王妍, 查圣华. 基于模糊数学感官评价法的润肺固体饮料研究[J]. 饮料工业, 2019, 22(1): 30-35
WANG Jun-liang, WANG Yan, CHA Sheng-huang. Research of a solid beverage with moisturizing lung effect based on fuzzy mathematic sensory evaluation [J]. The Beverage Industry, 2019, 22(1): 30-35
- [6] 沈伊亮. 米发糕品质评价与加工工艺的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009
SHEN Yi-liang. The study on quality evaluation and process technology of rice steamed sponge cake [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2009
- [7] Jiang L Y, Chen Q W, Yan X F. Optimal selection of de-haired cashmere based on fuzzy binary contrast strategy [J]. Wool Textile Journal, 2015, 43(4): 16-20
- [8] 潘东潮, 张韵, 贺习耀, 等. 响应面法优化新型河虾调味酱感官品质[J]. 中国调味品, 2014, 3: 27-33
PAN Dong-chao, ZHANG Yun, HE Xi-yao, et al. Optimization of sensory quality of new-style shrimp paste by response surface analysis [J]. China Condiment, 2014, 3: 27-33
- [9] 张春华, 张俊山. 搅拌型酸奶感官评价因子及其权重的确立[J]. 中国乳业, 2015, 10: 64-67
ZHANG Chun-hua, ZHANG Jun-shan. The decision of factors and weight of stirred yogurt sensory evaluation [J]. China Dairy, 2015, 10: 64-67
- [10] 李雪. 红薯米发糕生产工艺和抗老化基础研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2011
LI Xue. Study on the production technology and anti-stalling of fermented sweet potatoes-rice cake [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2011

(下转第 219 页)