

青麦糕加工工艺研究

张康逸, 康志敏, 马珊珊, 范运乾, 侯传伟*

(河南省农业科学院 农副产品加工研究所, 河南 郑州 450002)

摘要: 以青麦仁为原料制作青麦糕, 以模糊综合评价法对青麦糕进行感官品质评价, 探讨了蒸煮时间、干燥温度和时间对青麦糕加工品质的影响, 以期为青麦仁的开发利用开辟新的途径, 并为青麦糕的工厂化生产提供理论依据。结果表明, 青麦糕的最佳加工工艺为蒸煮时间 20 min、干燥温度 85 ℃、干燥时间 1.5 h, 此条件下青麦糕外观平整、颜色美观、黏弹性及软硬度适中, 感官评分为 86.2。

关键词: 青麦仁; 青麦糕; 加工工艺; 模糊综合评价

中图分类号: TS213.2 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)10-0149-04

Optimization of Processing Technology of Green Wheat Cake

ZHANG Kang-yi, KANG Zhi-min, MA Shan-shan, FAN Yun-qian, HOU Chuan-wei*

(Institute of Agricultural Products Processing, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The effects of cooking time, drying temperature and drying time on the quality of green wheat cake were studied with the green wheat kernels as raw material, the sensory evaluation and fuzzy comprehensive evaluation were used to evaluate the quality of green wheat cake, so as to provide the theoretical basis for the factory production of green wheat cake. The results showed that the optimum conditions after removing impurity were as follows: cooking time 20 min, drying temperature 85 ℃, drying time 1.5 h. Under the conditions, the green wheat cake had smooth appearance, beautiful color, moderate viscoelastic and hardness, and the sensory score was 86.2.

Key words: green wheat kernels; green-wheat-cake; processing technology; fuzzy comprehensive evaluation

青麦糕属于谷物糕点, 是以青麦仁为主要原料, 经过除杂、蒸煮、干燥、粉碎成型、低温油炸等工艺加工而成的新型糕点, 其形式多样、营养丰富、麦香浓郁、美味香甜、软糯可口。青麦仁是已经饱满但未成熟的小麦粒, 含有丰富的蛋白质、叶绿素、膳食纤维和 α 、 β 2 种淀粉酶, 具有帮助人体消化、降低血糖的功能, 有很高的药用价值^[1]。随着人们健康意识的增强, 全谷物绿色、健康食品也开始在我国流行, 但产品品种较少。开发青麦糕不仅有利于膳食

结构的调整, 还增加了食物中全谷物食品的比例, 既符合人民群众健康的需要, 又延长了小麦的产业链条。因此, 青麦糕加工工艺的开发及优化具有重要的经济和社会价值。但迄今未见关于青麦糕加工工艺的报道。青麦糕加工工艺优劣的评价标准是青麦糕的质量, 而在青麦糕的质量评价体系中, 感官评价起着主导作用, 理化检测处于从属地位。但感官评价受主观因素的影响较大, 结果往往存在一定的局限性, 影响糕点质量评价的客观准确性。利用模糊

收稿日期: 2013-05-20

基金项目: 财政预算项目(科研类)豫财贸[2012]183 号

作者简介: 张康逸(1981-), 男, 河南新乡人, 助理研究员, 博士, 主要从事磷脂改性方面的研究。E-mail: kangyiz@163.com

* 通讯作者: 侯传伟(1964-), 男, 河南杞县人, 研究员, 硕士, 主要从事农副产品深加工方面的研究。

E-mail: nkyhew@yahoo.com.cn

综合评价法对糕点感官质量进行评判,可以较好地解决以上问题,并可获得综合且比较客观的检验结果^[2-4]。为此,本研究以青麦仁为主要原料,在传统糕点加工工艺基础上进行改进,以模糊综合评价法对青麦糕进行感官评价,探讨了蒸煮时间、干燥温度和时间对青麦糕加工品质的影响,以期对青麦仁的开发利用开辟新的途径,并为青麦糕的工厂化生产提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

青麦仁采自河南省农业科学院现代农业科技试验示范基地。

202-00A 台式电热恒温干燥箱购自中国天津泰斯特仪器有限公司,ST-07B 400 g 多功能粉碎机购自上海树立仪器仪表有限公司,DMT-S 电动压片机购自龙口市复兴机械有限公司,TA.XT2i 物性测试仪购自英国 SMS 公司。

1.2 青麦糕加工工艺流程

青麦糕加工工艺流程:速冻青麦仁→解冻→去杂质→沸水煮→干燥→冷却→粉碎→压片→成型→速冻→解冻→油炸→成品。

1.3 青麦糕加工的单因素试验

1.3.1 蒸煮时间 青麦仁分别蒸煮 5、10、15、20、25、30 min 后,于 85 ℃干燥 1.5 h,粉碎后进行糕点制作及感官品质评价。

1.3.2 干燥温度 青麦仁经过最佳时间的蒸煮后,分别于 80、85、90、95、100、105 ℃干燥 1.5 h,粉碎后进行糕点制作及感官品质评价。

1.3.3 干燥时间 青麦仁经过最佳时间的蒸煮后,于最佳温度分别干燥 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5 h,粉碎后进行糕点制作及感官品质评价。

1.4 青麦糕加工的正交试验

在单因素试验结果基础上,对青麦糕加工过程的蒸煮时间、干燥温度和时间进行三因素三水平正交试验(正交试验设计见表 1)。

表 1 青麦糕加工的正交试验设计

| 水平 | 因素 | | |
|----|-------------|-----------|-----------|
| | 蒸煮时间(A)/min | 干燥温度(B)/℃ | 干燥时间(C)/h |
| 1 | 10 | 85 | 1.5 |
| 2 | 15 | 90 | 2.0 |
| 3 | 20 | 95 | 2.5 |

1.5 青麦糕的感官品质评价方法

邀请 10 名专业人员采用模糊综合评价法对青

麦糕的感官品质进行评价。

1.5.1 感官评价指标 青麦糕感官评价及其特征描述参照文献^[5-8]并根据产品的本身特点制定(表 2)。

表 2 感官评价指标及其特征描述

| 评价指标 | 特征描述 |
|------|---------------------|
| 外观 | 外观平整,质地均匀,表面装饰物粘附均匀 |
| 颜色 | 颜色均匀、美观,有良好麦青色 |
| 硬度 | 产品硬度适中 |
| 黏性 | 咀嚼过程中不黏牙、爽口为好 |
| 适口性 | 产品咀嚼均匀,口感细腻,适口性较好 |
| 气味 | 淡淡的麦香味,无其他刺激味 |

1.5.2 权重 根据表 2 中 6 种评价指标在青麦糕感官品质评价中的作用,10 名评价员对评价指标的重要程度作一对一比较,采用 10 分制打分,从而确定各指标权重(表 3)。

表 3 青麦糕感官品质评价指标得分及权重

| 评价指标 | 各指标一对一比较得分 | | | | | | 总得分 | 权重 |
|------|------------|----|----|----|-----|----|-----|------|
| | 外观 | 颜色 | 硬度 | 黏性 | 适口性 | 气味 | | |
| 外观 | 10 | 4 | 7 | 7 | 2 | 2 | 32 | 0.15 |
| 颜色 | 6 | 10 | 9 | 7 | 3 | 3 | 38 | 0.18 |
| 硬度 | 3 | 1 | 10 | 6 | 3 | 2 | 25 | 0.12 |
| 黏性 | 3 | 3 | 4 | 10 | 2 | 2 | 24 | 0.12 |
| 适口性 | 8 | 7 | 7 | 8 | 10 | 6 | 46 | 0.22 |
| 气味 | 8 | 7 | 8 | 8 | 4 | 10 | 45 | 0.21 |

1.5.3 因素集 因素集是影响青麦糕感官品质的集合,表示方式为 $U = (u_1, u_2, \dots, u_i)$ 。其中, U 为因素集, u_i 为第 i 个因素。对于青麦糕,有 6 项指标决定其感官质量,那么, $U = (u_{\text{外观}}, u_{\text{颜色}}, u_{\text{硬度}}, u_{\text{粘性}}, u_{\text{适口性}}, u_{\text{气味}})$ 。

1.5.4 评语集 对于青麦糕,采用百分制打分。90 分以上者为优,80~90 分为良,60~80 分为中,60 分以下为差,其表示方式为 $V = (v_1, v_2, \dots, v_m)$ 。其中, V 为评语集, v_m 为第 m 级评语。对于青麦糕, $V = (v_{\text{优}}, v_{\text{良}}, v_{\text{中}}, v_{\text{差}})$ 。

1.5.5 模糊矩阵的建立 10 位评委对每一个样品根据评语集 V 各自作出评判,然后统计出各因素得到评语的次数,绘制成表,将表中各数除以 10 便得 6 个因素对 4 项评语的隶属度(A),将其按因素为行排列即得隶属度矩阵(R)。依据模糊变换原理,得出每个样品的综合评价结果(Y): $Y_i = A_i \times R_i = [y_{i1}, y_{i2}, y_{i3}, y_{i4}]$ 。

1.5.6 感官评分 将模糊向量单值化进行比较排序,给 4 个等级优、良、中、差依次赋予 100、80、60、

40 分值。将综合评价结果中各个量分别乘以其对应的分值,并进行加和,每个样品的总得分(S_i): $S_i = y_{i1} \times 100 + y_{i2} \times 80 + y_{i3} \times 60 + y_{i4} \times 40$ 。

1.6 数据处理

采用 Origin 8 和 Mathtype 6.0 分别用于数据的统计分析及公式的编辑处理。

2 结果与分析

2.1 青麦糕加工的单因素试验结果

2.1.1 蒸煮时间 由表 4 可知,随着蒸煮时间的增加,感官评分呈先上升后下降趋势。当蒸煮时间为 5~15 min 时,青麦糕感官评分随蒸煮时间增加而增加,具体表现为颜色由青色逐渐变为良好麦青色,黏弹性及口感越来越好,15 min 时最好,此时感官评分为 84.1,这可能是因为蒸煮时间较长,青麦仁蒸煮更充分,淀粉糊化更充分,黏弹性及口感越来越好;当蒸煮时间超过 15 min 时,感官评分随蒸煮时间增加而降低。其中,蒸煮时间超过 20 min 时,青麦糕颜色逐渐变成深绿色,黏性变小,不易成型,这可能是由于在高温下蒸煮时间过长,支链淀粉几乎全部溶解,网状组织被彻底破坏,淀粉变为黏度较低的流动性醪液^[9],黏性变小,感官品质变差。因此,蒸煮时间以 15 min 为佳。

表 4 蒸煮时间对青麦糕感官品质的影响

| 蒸煮时间/min | 等级 | 各等级次数 | | | | | | 感官评分 |
|----------|----|-------|----|----|----|-----|----|------|
| | | 外观 | 颜色 | 硬度 | 黏性 | 适口性 | 气味 | |
| 5 | 优 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 2 | 65.4 |
| | 良 | 5 | 4 | 6 | 3 | 2 | 5 | |
| | 中 | 3 | 5 | 2 | 3 | 5 | 2 | |
| | 差 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 1 | |
| 10 | 优 | 8 | 8 | 5 | 2 | 2 | 3 | 79.7 |
| | 良 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 6 | |
| | 中 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 15 | 优 | 8 | 8 | 5 | 3 | 7 | 5 | 84.1 |
| | 良 | 0 | 2 | 2 | 5 | 2 | 5 | |
| | 中 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 20 | 优 | 2 | 6 | 7 | 2 | 4 | 4 | 80.3 |
| | 良 | 6 | 3 | 2 | 8 | 5 | 5 | |
| | 中 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 25 | 优 | 3 | 8 | 0 | 4 | 2 | 3 | 74.6 |
| | 良 | 5 | 1 | 5 | 2 | 4 | 6 | |
| | 中 | 1 | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 | |
| | 差 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 25 | 优 | 6 | 5 | 1 | 5 | 1 | 4 | 73.8 |
| | 良 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | |
| | 中 | 2 | 2 | 5 | 0 | 6 | 2 | |
| | 差 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | |

2.1.2 干燥温度 由表 5 可知,感官评分随干燥温

度的增加呈先上升后下降趋势。干燥温度在 80~90 ℃时,随干燥温度的增加青麦糕感官评分逐渐升高,具体表现为颜色由浅青逐渐变为麦青色,硬度增加,咀嚼性较好,质地越来越细腻,90 ℃时最好,此时感官评分为 84.7,这可能是因为干燥温度较低时,水分散失较少,黏性较大,口感较糯;当干燥温度大于 90 ℃时,感官评分随温度升高而逐渐降低,具体表现为颗粒明显,质地逐渐粗糙,咀嚼性越来越差,这可能是由于温度过高致使青麦糕水分含量减少,青麦仁籽粒变硬,粉碎后颗粒明显,外观不平整,口感较差。因此,干燥温度以 90 ℃为佳。

表 5 干燥温度对青麦糕感官品质的影响

| 干燥温度/℃ | 等级 | 各等级次数 | | | | | | 感官评分 |
|--------|----|-------|----|----|----|-----|----|------|
| | | 外观 | 颜色 | 硬度 | 黏性 | 适口性 | 气味 | |
| 80 | 优 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 72.1 |
| | 良 | 6 | 6 | 4 | 8 | 4 | 5 | |
| | 中 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 1 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| 85 | 优 | 6 | 8 | 6 | 5 | 4 | 6 | 79.6 |
| | 良 | 3 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | |
| | 中 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 90 | 优 | 6 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 | 84.7 |
| | 良 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | |
| | 中 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 95 | 优 | 6 | 6 | 2 | 6 | 5 | 5 | 80.2 |
| | 良 | 4 | 4 | 8 | 4 | 5 | 5 | |
| | 中 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 100 | 优 | 4 | 4 | 0 | 0 | 1 | 2 | 66.0 |
| | 良 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 6 | |
| | 中 | 1 | 1 | 5 | 5 | 3 | 2 | |
| | 差 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | |
| 105 | 优 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 61.1 |
| | 良 | 8 | 6 | 4 | 4 | 3 | 7 | |
| | 中 | 1 | 1 | 5 | 4 | 5 | 3 | |
| | 差 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | |

2.1.3 干燥时间 由表 6 可知,感官评分随干燥时间的增加总体呈先上升后下降趋势。干燥时间为 1.0~2.0 h,随干燥时间增加,青麦糕颜色逐渐加深,外观逐渐平整,咀嚼性越来越好,质地越来越细腻,1.5 h 时最好,此时感官评分为 85.0;2.0~2.5 h 时,青麦糕组织结构逐渐达到最佳,但咀嚼性较差,口感不好;2.5 h 之后,黏性和硬度评分出现大幅度下降,导致感官评分下降明显。由此可知,干燥时间对青麦糕内部结构和口感咀嚼性影响较大,微小变化就能引起青麦糕品质改变。因此,干燥时间

以 1.5 h 最佳。

表 6 干燥时间对青麦糕感官品质的影响

| 干燥温度/℃ | 等级 | 各等级次数 | | | | | | 感官评分 |
|--------|----|-------|----|----|----|-----|----|------|
| | | 外观 | 颜色 | 硬度 | 黏性 | 适口性 | 气味 | |
| 1.0 | 优 | 4 | 5 | 1 | 3 | 2 | 3 | 76.9 |
| | 良 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | |
| | 中 | 2 | 0 | 4 | 2 | 2 | 1 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 1.5 | 优 | 7 | 7 | 4 | 5 | 6 | 4 | 85.0 |
| | 良 | 2 | 2 | 6 | 5 | 4 | 5 | |
| | 中 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2.0 | 优 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 80.8 |
| | 良 | 6 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | |
| | 中 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2.5 | 优 | 5 | 6 | 4 | 4 | 4 | 3 | 81.1 |
| | 良 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | |
| | 中 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | |
| | 差 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3.0 | 优 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 64.2 |
| | 良 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | |
| | 中 | 5 | 5 | 3 | 4 | 3 | 5 | |
| | 差 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 0 | |
| 3.5 | 优 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 60.7 |
| | 良 | 5 | 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | |
| | 中 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | |
| | 差 | 0 | 2 | 3 | 4 | 4 | 0 | |

2.2 青麦糕加工的正交试验结果

由表 7 可以看出,干燥时间对青麦糕感官品质影响最大,其次是蒸煮时间和干燥温度,即各因素主次顺序为 $C>A>B$,最佳组合为 $A_3B_1C_1$,即蒸煮时间 20 min、干燥温度 85℃、干燥时间 1.5 h。

表 7 青麦糕加工的正交试验结果与分析

| 试验号 | 因素 | | | 感官评分 |
|-------|-------------|-------|-------|------|
| | A | B | C | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 80.3 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 74.0 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 55.4 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 78.8 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 65.4 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 85.5 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 78.7 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 79.8 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 85.0 |
| k_1 | 69.90 | 79.27 | 81.87 | |
| k_2 | 76.56 | 73.07 | 79.27 | |
| k_3 | 81.17 | 75.30 | 66.50 | |
| R | 11.26 | 6.20 | 15.37 | |
| 主次顺序 | $C>A>B$ | | | |
| 最优组合 | $A_3B_1C_1$ | | | |

2.3 青麦糕最佳加工工艺的验证

准确称取预处理好的青麦仁 100 g,在最佳加工

工艺条件下进行 3 次平行验证试验,以考察最佳加工条件的合理性和可靠性。3 次试验青麦糕的感官评分分别为 86.6、86.1、85.9,平均为 86.2,均高于表 7 中的试验结果,相对标准差为 0.41%,说明优化后的工艺条件重复性良好,数据可靠。在最佳加工工艺条件下,青麦糕颜色和质地都达到最优,所得产品具有良好麦青色、外观平整、内部组织结构均匀、软硬度适中、咀嚼性良好、香甜可口,能很好地保留青麦独特的香味,又不失糕点的软糯可口。

3 结论

本研究采用感官评价和模糊分析相结合的方法,有效克服了感官评价的主观性,对感官评价的结果进行模糊综合评判,获得较客观的检验结果。研究表明,青麦糕在蒸煮 20 min、85℃干燥 1.5 h 条件下品质最好,感官评分为 86.2,此时产品具有良好的麦青色、外观平整、内部组织结构均匀、软硬度适中、咀嚼性良好、香甜可口,既能很好地保留青麦独特的香味,又不失糕点的软糯可口。

参考文献:

- [1] 张云忠,季旭东.青麦仁产业化初探[J].中国果菜,2007(6):39-40.
- [2] 朱运冉,朱科学,周惠明.模糊数学评判苹果汁豆奶饮料的生产配方[J].食品工业科技,2010,31(11):239-244.
- [3] 王振斌,王世清,马晓珂.模糊综合评判在食品感官评定中的应用[J].莱阳农学院学报,2002,19(1):41-43.
- [4] 李炜,李川山,谢军.模糊综合评价法在茶籽润肤油感官评价中的应用[J].粮油科技与经济,2012,37(2):47-49.
- [5] 康志敏,郭祯祥,孙冰华,等.运用模糊数学方法建立油条感官评价体系[J].农产品加工,2012,1(38):70-74.
- [6] 贾春利,黄卫宁.美国杏仁月饼的感官与质构特性研究[J].食品科学,2004,25(11):34-40.
- [7] Dansby M Y, Bovel Benjamin A C. Sensory characterization of a ready-to-eat sweet potato breakfast cereal by descriptive analysis [J]. Journal of Food Science, 2003,68(2):706-709.
- [8] Shogren R L, Mohamed A A, Carriere C J. Sensory analysis of whole wheat/soy flour blends [J]. Journal of Food Science, 2003,68(6):2141-2145.
- [9] 张燕萍.变性淀粉制造与应用[M].北京:化学工业出版社,2001.