

# 木薯全粉添加量及储藏条件对木薯薄饼食用品质的影响

韦丽婷<sup>1</sup>, 覃晓<sup>1</sup>, 李振玉<sup>1</sup>, 李红柳<sup>2</sup>, 苏键<sup>1\*</sup>

(1. 广西轻工业科学技术研究院有限公司, 广西南宁 530031; 2. 南宁市万宇食品有限公司, 广西南宁 530031)

**摘要:** 研究不同木薯全粉添加量对木薯薄饼感官品质、质构特性的影响, 同时考察 4℃ 冷藏和 -18℃ 冷冻储藏条件对木薯薄饼质构特性的影响。结果表明, 木薯全粉的添加量为 10% 时, 木薯薄饼蓬松柔软、弹性适中、木薯香气适宜、口感细腻, 感官评分最高。木薯全粉添加量超过 10% 时, 木薯薄饼硬度、咀嚼性明显增大, 弹性和内聚性降低, 整体食用品质变差, 10% 木薯全粉添加量所制备的木薯薄饼食用品质最佳。4℃ 冷藏条件下储存的木薯薄饼具有较好的质构特性, 与 -18℃ 冷冻储藏条件相比, 具有较低的硬度、咀嚼性和较高的弹性、内聚性。

**关键词:** 木薯全粉; 木薯薄饼; 加工工艺; 质构特性; 储藏条件

## Effects of Cassava Flour Addition and Storage Conditions on Quality of Cassava Pancake

WEI Li-ting<sup>1</sup>, QIN Xiao<sup>1</sup>, LI Zhen-yu<sup>1</sup>, LI Hong-liu<sup>2</sup>, SU Jian<sup>1\*</sup>

(1. Guangxi Light Industry Science and Technology Research Institute Co., Ltd., Nanning 530031, Guangxi, China; 2. Nanning Wanyu Foods Co., Ltd., Nanning 530031, Guangxi, China)

**Abstract:** Effects of cassava flour addition and storage conditions on edible qualities of cassava pancake. The results showed that when the additive amount of cassava flour was 10%, the cassava pancake were fluffy soft, moderately elastic, aroma and taste were appropriate, sensory evaluation results showed that sensory evaluation score was higher than other volumes. When substitution amount of cassava flour exceeded 10%, the hardness and chewiness of cassava, pancake were significantly increased, springiness and cohesiveness of that were lowered, and the edible quality was deteriorated. The cassava pancake prepared with substitution of 10% cassava flour was the best quality. The cassava pancake stored at 4℃ has better texture property and lower hardness, chewiness and higher springiness and cohesiveness rather than that stored at -18℃.

**Key words:** cassava flour; cassava pancake; processing technology; textural property; storage conditions

引文格式:

韦丽婷, 覃晓, 李振玉, 等. 木薯全粉添加量及储藏条件对木薯薄饼食用品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(18): 58-62

WEI Liting, QIN Xiao, LI Zhenyu, et al. Effects of Cassava Flour Addition and Storage Conditions on Quality of Cassava Pancake[J]. Food Research and Development, 2020, 41(18): 58-62

木薯(*Manihot esculenta* Crantz)是世界三大薯类之一, 是仅次于稻米、玉米和甘蔗的第四大碳水化合物食物来源<sup>[1]</sup>。我国木薯种植地区主要集中在广西、广

东、云南和海南, 其中广西是全国最大的木薯生产地, 2012年种植面积达 21.32 万公顷, 占全国比重 48%<sup>[2]</sup>, 木薯分为苦木薯和甜木薯两类, 甜木薯中氢氰酸含量较少, 适合作为食品原料, 苦木薯中淀粉含量比甜木薯高, 因而常用苦木薯提取淀粉, 在食用木薯中, 氢氰酸限量要求不得超过 50 mg/kg<sup>[3-4]</sup>。目前, 中国对木薯的利用主要集中在饲料、酒精和生物质能源原料的开

基金项目: 南宁市科学研究与技术开发计划项目(20175181-1)

作者简介: 韦丽婷(1990—), 女(壮), 初级工程师, 硕士, 研究方向: 营养与食品卫生学。

\* 通信作者: 苏键(1985—), 男, 工程师, 博士, 研究方向: 食品工程。

发,进行木薯食品的研发还较少<sup>[5]</sup>。

木薯全粉是木薯块根经粉碎、脱毒、干燥后制成的脱水制品,能够较好地保持细胞的完整性和鲜木薯中的营养成分,木薯全粉中含有丰富的淀粉、膳食纤维、矿物质和维生素<sup>[6-7]</sup>,具有低糖、低脂等特点,是理想的预防心血管疾病、消化系统疾病和控制肥胖的健康食品,符合当下人们对大健康理念的追求<sup>[8-10]</sup>。木薯全粉还具有较好的膨胀度、溶解度和吸水、吸油能力<sup>[11]</sup>,适合用于生产焙烤食品、面条、糕点等<sup>[12]</sup>,在食品工业中拥有较大的应用前景,但目前我国市场上利用木薯全粉加工食品还较少。

本研究以木薯全粉、糕点粉、泡打粉、食盐、核桃粉、鸡蛋、白砂糖、鲜牛奶、咸黄油等为原料,按不同木薯全粉和糕点粉比例搅拌混合后,利用电饼铛煎制木薯薄饼,探讨不同添加量的木薯全粉对木薯薄饼感官品质、质构特性的影响,考察不同储藏方法对木薯薄饼质构特性的影响,提高木薯薄饼食用品质,促进木薯全粉在食品加工应用中的多样化发展。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

木薯全粉:中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所(海南儋州);糕点粉:南宁市万宇食品有限公司;鸡蛋、白砂糖、核桃粉、食盐、鲜牛奶、咸黄油、泡打粉:市售。

PS-80A型自动双控温电饼铛:上海普顺机械制造有限公司;B20强力搅拌机 MIXER:广东力丰机械制造有限公司;CT3质构分析仪:美国博勒飞公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 木薯薄饼的制备

根据前期试验条件的摸索,确定了泡打粉、食盐、核桃粉、鸡蛋、白砂糖、鲜牛奶、咸黄油等辅料的添加量,以木薯全粉和糕点粉的不同比例混合烤制木薯薄饼,探讨不同比例木薯全粉对木薯薄饼品质的影响,木薯全粉添加量比例分别为0%、10%、30%、50%、70%、100%。

将木薯全粉、糕点粉、泡打粉、核桃粉和食盐过100目筛后混合均匀,鸡蛋和白砂糖搅拌至混合物变白且呈黏稠状态,再将鸡蛋、白砂糖混合物和鲜牛奶缓慢倒入混合粉中,适当搅拌后将软化后的咸黄油倒入,混合均匀,用勺子将煎饼面糊放入电饼铛中,面糊逐渐散成圆形,煎1 min~2 min,待薄饼表面出现气泡后,将薄饼轻轻翻转过来,再煎1 min~2 min,煎好的薄饼冷却后即可保存于密闭的容器中,可以保留薄饼蓬

松、柔软、细腻的口感。

#### 1.2.2 木薯薄饼的感官评定分析

将制成的木薯薄饼进行感官评定,由20名食品专业人员组成感官评定小组,对木薯薄饼从形状、色泽、香气、甜度、内部结构、弹性、硬度等方面进行感官评分,并根据评定结果与意见进行相应的调整,具体评分标准如表1。

表1 木薯薄饼感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation standard of cassava pancake

项目	可接受	不可接受	
外观	形状 (15分)	无裂纹,圆形规则,厚薄均一(10分~15分)	太小个,太厚,太薄,形状不规则,收缩变形(<10分)
	色泽 (15分)	金黄色均匀,光滑无斑点,无气泡(10分~15分)	不光滑,不均匀,暗黄色(<10分)
气味	香气 (10分)	明显,合适,偏淡(6分~10分)	香味太浓,焦味,木薯气味重,苦味,异味,腥味,油味重(<6分)
	甜度 (15分)	浓甜,微甜,偏淡(10分~15分)	太甜,太咸,太淡,甜咸不协调(<10分)
口感	内部结构 (15分)	纹理清晰,气孔均匀,蓬松(10分~15分)	粘牙,气孔大且不均一,结实,颗粒感,粗糙(<10分)
	弹性 (15分)	弹性较大,弹性适中,弹性小(10分~15分)	无弹性,易塌(<10分)
	硬度 (15分)	适中,一般(10分~15分)	偏硬,偏干(<10分)

#### 1.2.3 木薯薄饼的质构分析

将制备好的木薯薄饼冷却后,采用CT3质构分析仪对木薯薄饼进行全质构分析(texture profile analysis, TPA),为研究储藏条件对木薯薄饼品质的影响,分别将冷却后的木薯薄饼用包装袋密封,分别放在4℃冷藏、-18℃冷冻条件下储藏,24 h后将木薯薄饼复蒸,冷却后再进行TPA全质构分析。测试参数设置为:TA10圆柱形探头,测试前速率2.0 mm/s,测试速率1.0 mm/s,测试后速率1.0 mm/s,触变力1.5 g,压缩距离10 mm,测定木薯薄饼的硬度、内聚性、弹性和咀嚼性。

### 1.3 数据分析

采用Excel和SPSS软件处理分析数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 木薯全粉添加量对木薯薄饼感官品质的影响

在其他辅料添加量相同的条件下,木薯全粉和糕点粉不同比例添加量对木薯薄饼感官品质的影响如表2所示。

由表2可知,当木薯全粉添加量为0%时,木薯薄饼感官评分为80分,外观形状圆形规则,色泽金黄均

表2 不同木薯全粉添加量对木薯薄饼感官品质的影响

Table 2 Effect of cassava flour addition on sensory quality of cassava pancake

木薯全粉添加量/%	木薯薄饼感官评价	感官评分
0	形状规则无裂纹,色泽金黄均匀,甜度、硬度适中,但弹性较小,内部结构气孔大且不均一	80
10	形状规则无裂纹,厚薄均一,色泽金黄,木薯香味、甜度、硬度适中,内部结构纹理清晰,口感细腻,弹性适中	92
30	形状规则无裂纹,厚薄均一,色泽金黄,木薯香味、甜度适中,气孔均匀,弹性适中	85
50	形状规则无裂纹,色泽金黄均匀,木薯香气浓郁,甜度适中,食用口感略偏干、粗糙,弹性适中	84
70	形状规则无裂纹,色泽金黄均匀,木薯香气浓郁,甜度适中,食用口感略偏干、偏硬、粗糙,弹性较低	82
100	形状规则,表面有少量裂纹,色泽金黄均匀,木薯香气浓郁,甜度适中,食用口感偏干、偏硬、粗糙,弹性低	78

匀,甜度、硬度适中,但弹性较小,内部结构气孔大且不均一;当木薯全粉添加量为10%、30%时,木薯薄饼感官评价较好,添加量为10%的感官评分为92分,显著高于其他添加量,木薯薄饼形状规则无裂纹,厚薄均一,色泽金黄,木薯香味、甜度、硬度适中,内部结构纹理清晰,口感细腻,弹性适中;当木薯全粉添加量大于50%时,木薯薄饼感官品质下降,口感较粗糙,硬度较大,弹性较差。随着木薯全粉添加量的增加,木薯全粉中粗纤维和膳食纤维含量也随之增加,木薯薄饼吸水性和保水性能降低,导致木薯薄饼变硬,口感粗糙,食用品质降低<sup>[3]</sup>。

## 2.2 木薯全粉添加量对木薯薄饼质构特性的影响

### 2.2.1 木薯全粉添加量对木薯薄饼硬度的影响

硬度是反映木薯薄饼口感最直接的一项指标,指木薯薄饼在第一次压缩时达到形变后所需要的力。木薯全粉添加量对木薯薄饼硬度的影响见图1。

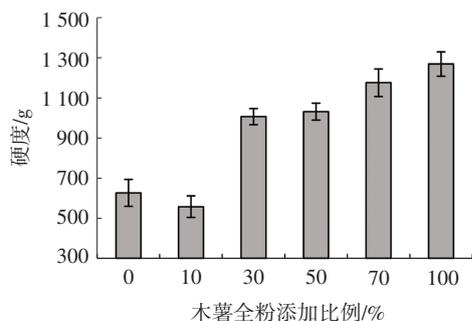


图1 木薯全粉添加量对木薯薄饼硬度的影响

Fig.1 Effect of cassava flour addition on hardness of cassava pancake

由图1可知,随着木薯全粉添加量的增加,木薯

薄饼的硬度先降低再升高,添加量为0%和10%时,木薯薄饼的硬度差异不显著,达到10%时硬度最低,为557.375 g,与其他木薯全粉添加量相比具有显著性差异( $P<0.05$ ),木薯薄饼口感细腻,硬度适中;当添加量高于10%时,木薯薄饼的硬度逐渐升高,30%添加量和50%添加量的薄饼硬度差异不显著,70%添加量和100%添加量的薄饼硬度差异不显著,说明木薯全粉添加量增大时,其对木薯薄饼硬度的影响逐渐减小。木薯全粉中含有丰富的膳食纤维,膳食纤维在膨胀的过程中可吸收较多的水分,适量的木薯全粉可提高面团的持水力,煎烤时减少水分的流失,使木薯薄饼内部结构变得疏松,口感松软,硬度降低<sup>[4]</sup>。当添加量过高时,木薯全粉中含有大量膳食纤维,导致木薯薄饼内部气孔变大而且粗糙,从而使木薯薄饼的硬度增加。

### 2.2.2 木薯全粉添加量对木薯薄饼咀嚼性的影响

咀嚼性是指将木薯薄饼咀嚼成可吞咽状态时所需要做的功,反映木薯薄饼对咀嚼时的反作用力,咀嚼性越高,木薯薄饼越难被咀嚼至可吞咽程度。木薯全粉添加量对木薯薄饼咀嚼性的影响见图2。

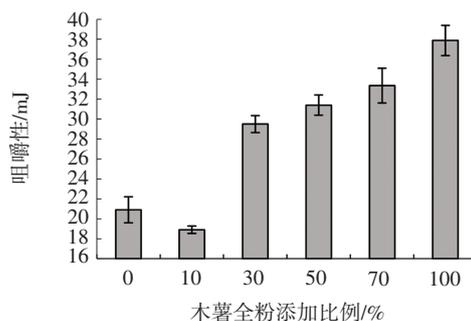


图2 木薯全粉添加量对木薯薄饼咀嚼性的影响

Fig.2 Effect of cassava flour addition on chewiness of cassava pancake

由图2可知,随着木薯全粉添加量的增加,木薯薄饼的咀嚼性先降低后升高,添加量为10%时,木薯薄饼的咀嚼性最低,为18.94 mJ,与其他木薯全粉添加量相比具有显著性差异( $P<0.05$ );当添加量高于10%时,木薯薄饼的咀嚼性逐渐升高。木薯薄饼的咀嚼性与木薯薄饼的硬度呈正相关,反映木薯薄饼越硬,则咀嚼薄饼时所需要做的功也越大。

### 2.2.3 木薯全粉添加量对木薯薄饼弹性的影响

弹性是指木薯薄饼在第一次压缩和第二次压缩之间可以恢复的高度,适中的弹性可提高木薯薄饼的品质。木薯全粉添加量对木薯薄饼弹性的影响见图3。

由图3可知,随着木薯全粉添加量的增加,木薯薄饼的弹性先升高再降低,木薯全粉添加量为10%时,

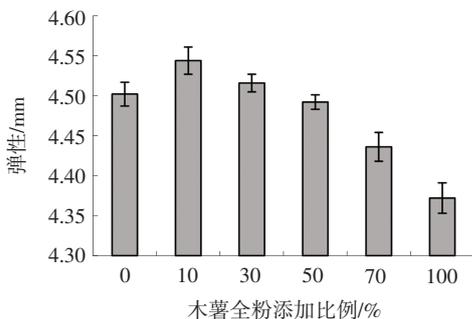


图3 木薯全粉添加量对木薯薄饼弹性的影响

Fig.3 Effect of cassava flour addition on springiness of cassava pancake

木薯薄饼的弹性达到最大,为 4.54 mm,与其他木薯全粉添加量相比具有显著性差异( $P<0.05$ );当添加量大于 10%时,木薯薄饼弹性逐渐减小,添加量大于 50%时木薯薄饼弹性下降速率加快,具有显著性差异( $P<0.05$ )。适量的木薯全粉可提高木薯薄饼的蓬松度,增加产品的持气性能,使薄饼富有弹性。随着木薯全粉添加量的增大,膳食纤维含量也随之增大,膳食纤维与面筋竞争水分,使面筋与水结合速度减慢<sup>[15]</sup>,纤维物质与面筋之间的相互作用影响面团的流变学性质,破坏面筋网状结构,使木薯薄饼的持气性能减弱,蓬松度降低,从而导致弹性下降<sup>[16-17]</sup>。

#### 2.2.4 木薯全粉添加量对木薯薄饼内聚性的影响

内聚性是指形成木薯薄饼所需内部结合力的大小,反映木薯薄饼内部分子之间结合作用的强弱,抵抗咀嚼破碎受损保持完整的性质。木薯全粉添加量对木薯薄饼内聚性的影响见图 4。

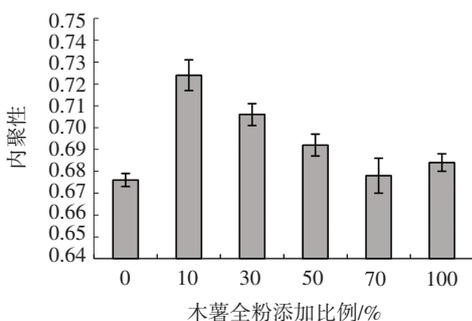


图4 木薯全粉添加量对木薯薄饼内聚性的影响

Fig.4 Effect of cassava flour addition on cohesiveness of cassava pancake

由图 4 可知,木薯薄饼的内聚性随着木薯全粉添加量的增加先升高再降低,当木薯全粉添加量为 10%时,木薯薄饼内聚性达到最大值,为 0.72,与 0%添加量相比具有显著性差异( $P<0.05$ )。添加量大于 10%时,木薯薄饼的内聚性逐渐降低,添加量为 10%和 30%时,木薯薄饼的内聚性差异不显著,说明木薯全粉添

加量在 10%和 30%时,木薯全粉和糕点粉混合使木薯薄饼内部具有较大的结合力,木薯薄饼内部结构纹理清晰,气孔较小,表面光滑<sup>[18]</sup>。当添加量为 50%、70%和 100%时,过量的木薯全粉破坏了面筋网络结构的形成,改变了木薯薄饼的内部结构,从而使内聚性下降,木薯薄饼内部结构松散,表面出现少量裂纹。

#### 2.3 储藏条件对木薯薄饼质构特性的影响

木薯薄饼主要原料为淀粉,在储藏的过程中易发生老化现象,影响木薯薄饼的品质口感。分别将木薯薄饼置于 4℃冷藏和-18℃冷冻条件下储藏 24 h,复热后进行质构分析。储藏条件对木薯薄饼质构特性的影响见表 3。

表3 储藏条件对木薯薄饼质构特性的影响

Table 3 Effect of storage conditions on the texture characteristics of cassava pancake

储藏条件	硬度/g	咀嚼性/mJ	弹性/mm	内聚性
冷藏	690.28±21.31	29.04±1.20	4.55±0.05	0.72±0.02
冷冻	1 014.59±33.50	33.71±2.18	4.30±0.06	0.65±0.03

由表 3 可知,木薯薄饼 4℃冷藏储藏条件下的硬度和咀嚼性比冷冻条件下的低,弹性和内聚性相对较高,冷藏 1 d 后复热,木薯薄饼口感松软,弹性较好,冷冻 1 d 后复热的木薯薄饼口感偏干,弹性小。其原因可能是木薯全粉与其他原料混合后冻融稳定性降低,析水率高,经受冷冻和融化交替变化时稳定性较差<sup>[19]</sup>,Karim<sup>[20]</sup>等研究表明,淀粉的冻融稳定性对淀粉老化具有较大的影响,冻融稳定性越差,淀粉的老化程度也越大,淀粉老化使木薯薄饼硬度增加,水分含量减少,口感变差。

### 3 结论

将木薯全粉按一定的比例替代糕点粉制备木薯薄饼,考察木薯全粉添加量对木薯薄饼品质的影响,研究表明,当木薯全粉的添加量为 10%时,木薯薄饼的感官评价较好,薄饼蓬松柔软、木薯香气适中、口感细腻,添加量超过 10%时木薯薄饼口感变粗糙,质地变硬。在质构分析中,10%木薯全粉添加量的木薯薄饼硬度和咀嚼性比其他添加量的薄饼低,分别为 557.375 g 和 18.94 mJ,弹性和内聚性比其他添加量的高,分别为 4.49 mm 和 0.72,经试验得出木薯全粉添加量为 10%时,木薯薄饼品质最佳。4℃冷藏条件下储藏的木薯薄饼具有较好的品质,与-18℃冷冻储藏条件相比,具有较低的硬度、咀嚼性和较高的弹性、内聚性。结果表明,一定比例添加量的木薯全粉可提高木薯薄饼的品质和质构特性,木薯全粉与其他原料混合后冻

融稳定性降低,不宜冷冻储藏,木薯薄饼的储藏条件以4℃冷藏为佳。木薯全粉含有丰富的膳食纤维、矿物质和维生素,符合人们对健康食品的要求,木薯薄饼为木薯深加工利用开辟了新的途径。

#### 参考文献:

- [1] Blagbrough I S, Bayoumi S A L, Rowan M G, et al. Cassava: an appraisal of its phytochemistry and its biotechnological prospects[J]. *Phytochemistry*, 2010, 71(17-18): 1940-1951
- [2] 杨丽英, Siroth K, Piyachomkwan K, 等. 泰国木薯淀粉特性研究[J]. *云南大学学报*, 2003, 25(1): 110-114
- [3] Cumbana A, Mirione E, Cliff J, et al. Reduction of cyanide content of cassava flour in Mozambique by the wetting method [J]. *Food Chemistry*, 2007, 101(3): 894-897
- [4] 刘亚伟. 木薯淀粉的加工[J]. *农产品加工*, 2011(1): 34-35
- [5] 徐永清, 汤浩, 蔡南通, 等. 木薯生产利用现状及福建省发展木薯产业可行性分析[J]. *中国农学通报*, 2008, 24(5): 414-417
- [6] 丁慧敏, 谢彩锋, 古碧, 等. 木薯块根的营养价值及消化性能[J]. *食品研究与开发*, 2015, 36(20): 193-196
- [7] 张丽超, 谢彩锋, 古碧, 等. 木薯全粉馒头的研制[J]. *食品科技*, 2016, 41(10): 127-132
- [8] 谢江, 查春月, 刘婷, 等. 涂膜保鲜对食用鲜木薯品质的影响[J]. *储藏与保鲜*, 2012, 20(5): 185-188
- [9] Montagnac J A, Davis C R, Tanumihardjo S A. Nutritional value of cassava for use as a staple food and recent advances for improvement [J]. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2009, 8(3): 181-194
- [10] Adenle A A, Aworh O C, Akromah R, et al. Developing GM super cassava for improved health and food security: future challenges in Africa[J]. *Agriculture & Food Security*, 2012, 1(1): 1-15
- [11] 蒋小静, 吕飞杰, 邵建祥, 等. 木薯全粉的功能特性[J]. *热带作物学报*, 2009, 30(6): 872-876
- [12] Fiorda F A, Soares M S Jr, da Silva F A, et al. Microstructure, texture and colour of gluten-free pasta made with amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse[J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2013, 54(1): 132-138
- [13] 王颖, 李明娟, 张雅媛, 等. 木薯全粉对蛋糕品质及其质构特性的影响[J]. *食品与机械*, 2017, 33(10): 179-189
- [14] 蒋小静, 吕飞杰, 吕小文, 等. 热处理对木薯全粉品质的影响[J]. *农业工程学报*, 2012, 28(9): 257-263
- [15] 宋欢, 明建, 赵国华. 添加膳食纤维对面团及面制品品质的影响[J]. *食品科学*, 2008, 29(2): 493-496
- [16] Sai Manohar R, Haridas Rao P. Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality[J]. *Food Research International*, 2002, 35(9): 807-813
- [17] Rosell C, Rojas J, Bénédicto B C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality [J]. *Food Hydrocolloids*, 2001, 15(1): 75-81
- [18] 李明娟, 王颖, 张雅媛, 等. 食用木薯全粉添加量对饼干品质、质构特性及消化性能的影响[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(9): 55-65
- [19] 林立铭, 李开绵, 徐缓, 等. 木薯全粉和木薯粉加工特性分析[J]. *热带生物学报*, 2016, 7(1): 58-63
- [20] Karim A. Methods for the study of starch retrogradation[J]. *Food Chemistry*, 2000, 71(1): 9-36

收稿日期: 2019-10-12

人民有信仰，  
民族有希望，  
国家有力量。