

木薯全粉对饼干储藏期品质和质构特性的影响

Effect of the cassava flour on qualities and texture characteristics of biscuits during storage

李明娟^{1,2} 张雅媛^{1,2} 游向荣¹ 孙健¹ 严华兵²

LI Ming-juan^{1,2} ZHANG Ya-yuan¹ YOU Xiang-rong¹ SUN Jian¹ YAN Hua-bing²

覃梅英¹ 王颖¹ 李志春¹ 卫萍¹ 周葵¹

QIN Mei-ying¹ WANG Ying¹ LI Zhi-chun¹ WEI Ping¹ ZHOU Kui¹

(1. 广西农业科学院农产品加工研究所, 广西 南宁 530007;

2. 广西作物遗传改良生物技术重点开放实验室, 广西 南宁 530007)

(1. Agro-Food Science and Technology Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007, China; 2. Guangxi Crop Genetic Improvement and Biotechnology Laboratory, Nanning, Guangxi 530007, China)

摘要:研究了木薯全粉对饼干储藏期品质和质构特性的影响,以不同比例木薯全粉替代低筋面粉制作饼干,对其理化和质构指标进行评价。结果表明:添加木薯全粉使得饼干的明亮度下降,色泽变黄。木薯全粉可降低储藏期饼干的水分含量和吸水率,提高脆性。其中,木薯全粉与低筋面粉比例为 30/70 时,饼干在储藏期内水分含量、咀嚼性和硬度最低,脆性最高。当木薯全粉与低筋面粉的比例大于 40/60 时,与对照组相比,饼干的硬度、弹性和咀嚼性升高,饼干的品质下降。

关键词:木薯全粉;饼干;品质;质构

Abstract: The paper focused on the effect of the cassava flour on the qualities and texture characteristics of biscuits during storage, different proportion of cassava flour instead of low-gluten flour was made biscuits, and evaluated the physical and texture indexes of the products. The results showed that the brightness of biscuits add the cassava flour was decreased, colour and lustre was turned yellow. The cassava flour could reduce the moisture content and water absorption, improved the brittleness of biscuits during storage. Thereinto,

the biscuits during storage had the lowest moisture content, chewiness, hardness, and the highest brittleness when the cassava flour and low-gluten flour ratio was 30/70. When the cassava flour and low-gluten flour ratio exceed 40/60, hardness, springiness and chewiness were raised, the quality of biscuits were declined compared with the control.

Keywords: the cassava flour; biscuits; quality; texture

木薯(*Manihot esculenta* Crantz)是世界三大薯类和六大粮食作物之一,因其块根富含淀粉而被誉为“淀粉之王”和“地下粮食”^[1]。木薯根据鲜块根中氰含量的多少,可划分为低氰和高氰品种,依据 Bolhuis^[2] 划分标准,块根中氢氰酸含量小于 50 mg/kg 的可界定为食用品种。食用木薯清甜可口,细嫩松粉,是一种含有高水平碳水化合物化合物的能量密集性食物。木薯中含有丰富的矿物质元素和维生素,其钙、铁、锌、钾、镁含量可与许多豆类媲美^[3-4]。木薯低糖、低脂,饱腹感强,有助于预防和控制肥胖,对心血管及消化系统具有一定的保健功能^[5-7]。木薯抗病虫害、耐贫瘠,种植过程中几乎不需喷洒农药,是绿色天然的健康食品,开发潜力大。

在非洲、南美洲等热带地区,木薯是除水稻和玉米外的第三大食物来源,是 8 亿多人的基本主食^[8-10],已被应用于蛋糕^[11]、饼干^[12]和婴幼儿食品^[13-14]中。在中国,木薯主要用于生产淀粉和酒精、饲料等^[15],较少食用。木薯全粉是将鲜薯经清洗、去皮、切片、干燥、粉碎等工艺制备获得的,保留了鲜薯中的营养成分。木薯全粉耐储藏,制备方法简单,对环境污染小,且为无麸质食品,可供麸质过敏人群食用。谢辉等^[16]以木薯粉为主要原料,通过烘焙法,对木薯酥性饼干

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201503001-6);广西农业重点科技计划项目(编号:201602);广西自然科学基金项目(编号:2014GXNSFBA118137,2015GXNSFBA139035);南宁市科学研究与技术开发计划项目(编号:20152081);广西农业科学院项目(编号:2015JZ78,2015YT87,2016YM13,2016JZ21);广西作物遗传改良生物技术重点开放实验室建设项目(编号:15-140-33-05)

作者简介:李明娟,女,广西农科院助理研究员,硕士。

通信作者:张雅媛(1981—),女,广西农科院副研究员,博士。

E-mail: zyy810@yahoo.cn

收稿日期:2016-12-11

加工过程进行了研究,确定了饼干加工配方及烘焙温度、时间,未见木薯全粉对饼干储藏期理化品质及质构特性的研究报告。饼干的货架期一般较长,饼干在储藏过程中,色泽、口感会发生相应变化,本试验拟探讨不同比例木薯全粉对饼干储藏期品质的影响,旨在为木薯在食品加工中的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

木薯:华南 9 号食用木薯品种,由广西农业科学院经济作物研究所提供;

低筋面粉、黄油、白糖、鸡蛋、奶粉、食盐、泡打粉:食用级,市售。

1.2 主要仪器

太阳能热泵干燥仪:自主研发(自制单位:广西机电职业技术学院和广西农科院农产品加工研究所,专利号 ZL 201320617683.6);

超微粉碎机:KC-701 型,北京开创同和科技发展有限公司;

电热鼓风干燥箱:101-2AB 型,天津市泰斯特仪器有限公司;

烤箱:KN204P 型,青岛金贝克机械有限公司;

质构仪:CT3 型,美国 Broofield 公司;

色差仪:HP200 型,上海汉谱光电科学有限公司。

1.3 方法

1.3.1 木薯全粉的制备

新鲜木薯→洗净→去皮→切片(厚度约 1.5 mm)→热泵干燥(60 ℃)→粉碎过筛(100 目)→木薯全粉

1.3.2 饼干的制备 饼干制备工艺和操作要点参考文献[17],本试验木薯全粉添加量分别以 0%,10%,20%,30%,40%,50%替代低筋面粉,即木薯全粉和低筋面粉按重量比 0/100,10/90,20/80,30/70,40/60,50/50 混合,配方中其它成分保持不变,具体配方见表 1。

表 1 木薯饼干主要配方

Table 1 The principal recipe for cassava biscuit

木薯全粉添加比例	木薯全粉/g	低筋面粉/g	黄油/g	白糖粉/g	全蛋液/g	奶粉/g	食盐/g	泡打粉/g	总量/g
0/100	0	100	35	20	10	5	0.5	2	172.5
10/90	10	90	35	20	10	5	0.5	2	172.5
20/80	20	80	35	20	10	5	0.5	2	172.5
30/70	30	70	35	20	10	5	0.5	2	172.5
40/60	40	60	35	20	10	5	0.5	2	172.5
50/50	50	50	35	20	10	5	0.5	2	172.5

1.3.3 饼干理化指标的测定 将制备好的饼干用包装袋密封,室温避光储藏,每隔 10 d 测定一次。

(1) 水分含量:根据文献[18]。

(2) 吸水率:根据文献[17]。

(3) 色度值:根据文献[19]。

1.3.4 饼干质构的测定 将制备好的饼干用包装袋密封,室温避光储藏,每隔 10 d 测定一次,测定方法参考文献[18]。

1.3.5 数据分析 采用 DPS 软件进行差异显著性分析。

2 结果与讨论

2.1 木薯全粉对饼干储藏期理化品质的影响

2.1.1 对饼干水分含量的影响 由图 1 可知,饼干的水分含量随着储藏时间的延长而不断上升,储藏 30 d 后,上升速率明显加快。在相同储藏时间内,添加了木薯全粉的饼干水分含量均低于对照组。这可能是木薯粉不含面筋蛋白,添加木薯粉后,对面筋起到稀释作用,削弱了面筋强度^[20],使饼干的内部组织排列更加松散,加快了烘烤过程中的水分散失,使得饼干水分含量降低。这与王颖周^[21]¹⁷在考察玉米粉对曲奇饼干储藏过程中水分含量的影响时所得到的结论一致。此外,由结果可知木薯全粉替代比例为 30/70 的饼干水分含量在整个储藏期表现出最低,相比对照组降低了 27.24%~39.26%。当木薯全粉的替代比例大于 30/70 时,随着木薯全粉比例的增加,饼干的水分含量随之升高。Eriksson 等^[22]在

考察不同比例的 3 种木薯全粉与小麦粉混合后面团的性质时发现,当木薯粉替代比例较低时(小于 30%),复合粉面团的持水性低于小麦面团,但随着木薯粉替代比例的增加,面团的持水性大幅度提高。复合面团持水性的增强可能是引起饼干水分含量升高的主要原因。总之,在储藏期内,木薯全粉的添加降低了饼干的水分含量,在一定程度上延长了饼干的货架期。

2.1.2 对饼干吸水率的影响 饼干的吸水率是影响饼干储藏过程品质变化的另一重要指标,饼干的吸水率越低,在储藏过程中就越不易受潮。由图 2 可知,饼干吸水率均随着储

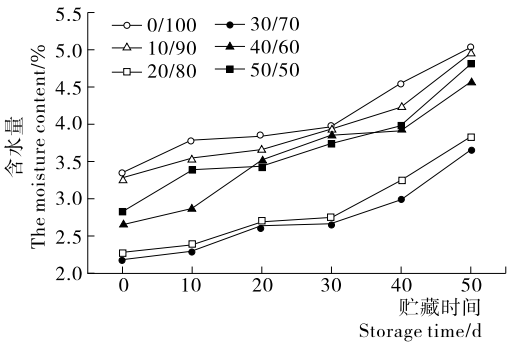


图 1 木薯全粉添加对饼干水分含量的影响

Figure 1 Effect of cassava flour addition on the moisture content of biscuits (n=3)

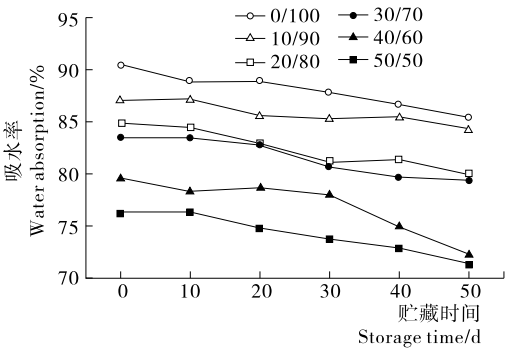


图 2 木薯全粉添加比例对饼干吸水率的影响
Figure 2 Effect of cassava flour addition on water absorption of biscuits($n=3$)

藏时间的延长而不断下降,相同储藏时间内,随着木薯全粉替代比例的增加,饼干吸水率不断降低,替代比例为 50/50 的饼干在储藏期内表现出最低,比同期对照组降低了 14.09%~16.37%。复配粉中蛋白质含量是影响其吸水率的主要因素,蛋白质含量高,吸水率则大。罗勤贵^{[23]28-31}的研究也表明,饼干的吸水率与面粉中蛋白质含量呈正相关,与淀粉含量呈负相关。木薯全粉中较高的淀粉含量和较低的蛋白含量可能是引起饼干吸水率降低的主要原因。

2.1.3 对饼干色度值的影响 由表 2、3 可知,在试验储藏期内,饼干的亮度值 L^* 随着储藏时间的延长先增加后稍有下降,黄蓝色度值 b^* 则呈不显著的起伏变化。饼干的 L^* 值随着木薯全粉替代比例的增加而逐渐减小, b^* 值则随之增大,

表明添加木薯全粉使得饼干的亮度下降,色泽变黄,整体颜色加重。差异显著性分析表明,替代比例在 30/70 以下,储藏时间在 30 d 以上的饼干 L^* 值差异不显著,替代比例为 40/60 和 50/50 的饼干 L^* 值在整个储藏期均显著低于对照及其他替代比例的饼干亮度值($P<0.05$),添加木薯全粉对饼干 b^* 值的影响更为显著。

2.2 木薯全粉对饼干储藏期质构特性的影响

2.2.1 对饼干脆性的影响 由图 3 可知,储藏过程中,对照组饼干和木薯饼干的脆性值均随着时间的延长而不断降低。替代比例为 0/100,10/90,20/80,30/70,40/60,50/50 饼干的脆性值从储藏 0 d 到 50 d 分别下降了 37.31%,34.89%,40.68%,39.12%,36.16%,28.64%。与对照组相比,添加木薯全粉的饼干在相同储藏时间里脆性值更高,其中,木薯全粉替代比例为 30/70 的饼干脆性值最高,比同期对照组升高了 50.14%~88.66%。其原因可能是添加木薯全粉后,复合粉面团的蛋白质含量随之降低,由蛋白质形成的空间网络结构的数量和强度减少,导致饼干整体的脆性增加^{[23]43}。

2.2.2 对饼干硬度的影响 由图 4 可知,储藏过程中,对照组饼干和木薯饼干的硬度均随着时间的延长不断降低,替代比例为 0/100,10/90,20/80,30/70,40/60,50/50 饼干的硬度值从储藏 0 d 到 50 d 分别下降了 52.88%,58.40%,56.88%,57.32%,49.37%,51.30%。饼干在储藏期硬度变化与其水分含量变化呈相反趋势,饼干在储藏的过程中,随着水分含量逐渐上升,质地不断变软,硬度减小。与对照组相比,饼干的硬度随木薯全粉添加比例的增加呈先减小后增大

表 2 木薯全粉添加比例对饼干色度 L^* 值的影响[†]
Table 2 Effect of cassava flour on the chrominance value L^* of biscuits ($n=6$)

木薯全粉 添加比例	储藏时间/d					
	0	10	20	30	40	50
0/100	73.16±0.66 ^a	74.61±1.05 ^a	75.09±1.06 ^a	76.31±0.90 ^a	74.63±1.03 ^a	73.99±0.82 ^a
10/90	73.04±1.10 ^a	74.23±1.09 ^{ab}	74.89±0.68 ^a	76.02±0.40 ^a	74.41±0.79 ^a	73.42±0.60 ^a
20/80	72.47±1.01 ^{ab}	73.35±0.95 ^b	73.42±0.60 ^b	74.78±1.25 ^b	74.32±0.97 ^a	73.15±0.38 ^a
30/70	71.74±1.23 ^b	72.07±1.21 ^c	72.92±0.81 ^b	74.68±0.85 ^b	73.87±0.83 ^a	73.05±1.15 ^a
40/60	70.19±1.19 ^c	70.80±0.41 ^d	71.83±0.79 ^c	73.08±0.75 ^c	72.39±1.10 ^b	72.04±0.56 ^b
50/50	68.23±0.81 ^d	68.64±1.17 ^e	69.49±0.74 ^d	71.53±1.19 ^d	70.95±1.07 ^c	69.98±0.88 ^c

† 同列数据上标不同小写字母表示差异达到显著水平($P<0.05$)。

表 3 木薯全粉添加比例对饼干色度 b^* 值的影响[†]
Table 3 Effect of cassava flour on the chrominance value b^* of biscuits ($n=6$)

木薯全粉 添加比例	储藏时间/d					
	0	10	20	30	40	50
0/100	25.06±0.79 ^c	25.50±0.86 ^b	24.60±0.84 ^c	25.27±0.88 ^c	24.82±0.83 ^b	24.47±0.70 ^d
10/90	26.41±0.22 ^b	26.64±0.17 ^a	26.65±0.29 ^b	26.04±0.61 ^b	26.47±0.91 ^a	25.82±0.27 ^c
20/80	26.57±0.32 ^b	26.86±0.55 ^a	27.25±0.83 ^{ab}	26.12±0.45 ^b	26.66±0.47 ^a	26.57±0.77 ^b
30/70	26.85±0.50 ^{ab}	26.70±0.25 ^a	26.56±0.28 ^b	26.69±0.70 ^{ab}	26.79±0.49 ^a	26.21±0.50 ^{bc}
40/60	26.86±0.63 ^{ab}	26.96±0.31 ^a	26.87±0.92 ^{ab}	26.83±0.53 ^{ab}	27.12±0.36 ^a	26.77±0.65 ^{ab}
50/50	27.40±0.47 ^a	27.20±0.55 ^a	27.59±0.45 ^a	27.06±0.48 ^a	27.28±0.62 ^a	27.30±0.36 ^a

† 同列数据上标不同小写字母表示差异达到显著水平($P<0.05$)。

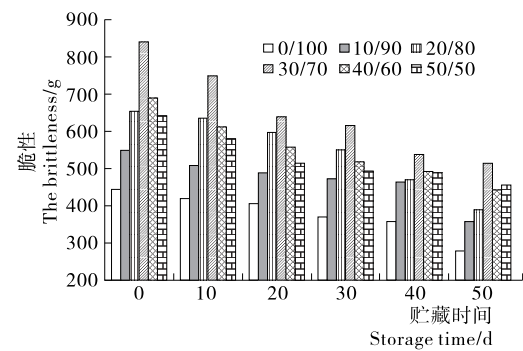


图3 木薯全粉添加比例对饼干脆性的影响
Figure 3 Effect of cassava flour addition on the brittleness of biscuits ($n=3$)

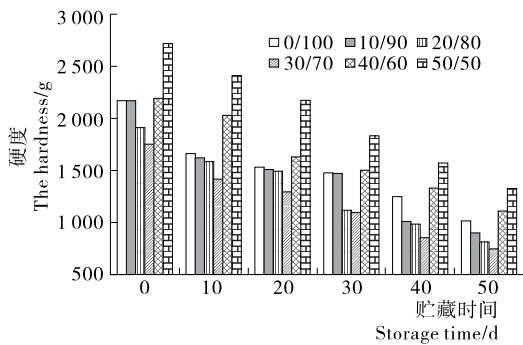


图4 木薯全粉添加比例对饼干硬度的影响
Figure 4 Effect of cassava flour addition on the hardness of biscuits ($n=3$)

的趋势,30/70最低,比同期对照降低了14.95%~31.69%,50/50最高,且显著高于对照及其他添加比例组($P<0.05$)。这主要是由于当木薯全粉替代比例较高时(大于30%),复配粉面团的持水性大幅度提高。面团会变得较硬,饼坯伸展性变弱,烤出的饼干硬度提高^{[21]15}。

2.2.3 对饼干咀嚼性的影响 由图5可知,饼干的咀嚼性均随着储藏时间的延长不断升高,在储藏30 d后上升速率加快,替代比例为0/100,10/90,20/80,30/70,40/60,50/50饼干的咀嚼性从储藏0 d到50 d分别升高了141.94%,138.18%,140.82%,130.43%,144.83%,149.48%。与对照组相比,饼干咀嚼性随木薯全粉添加比例的增加先减小后增

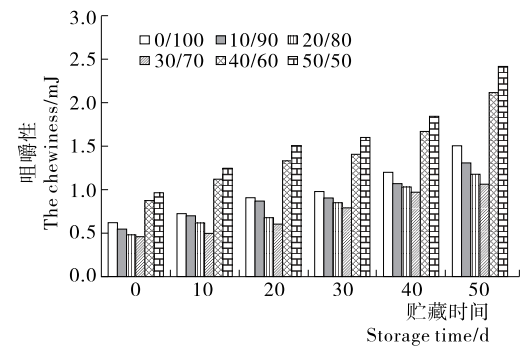


图5 木薯全粉添加比例对饼干咀嚼性的影响
Figure 5 Effect of cassava flour addition on the chewiness of biscuits ($n=3$)

大,替代比例30/70的饼干咀嚼性处于最低值,比同期对照组降低了18.33%~32.97%,替代比例50/50的饼干咀嚼性处于最高值,40/60的次之,两者差异不显著,均显著高于对照及其他添加比例组($P<0.05$)。咀嚼性综合反映咀嚼饼干所需要做的功,咀嚼性的升高与硬度的增加有关,饼干的硬度越大,咀嚼饼干所需要的功也越大。当木薯全粉替代比例大于30/70时,饼干的酥脆性较差,口感会大幅度降低。

2.2.4 对饼干弹性的影响 由图6可知,饼干的弹性值随着储藏时间的延长而不断上升,替代比例为0/100,10/90,20/80,30/70,40/60,50/50饼干的弹性值从储藏0 d到50 d分别上升了36.36%,52.63%,61.11%,66.67%,34.78%,37.50%。相同储藏时间里,与对照组相比,饼干的弹性值随着木薯全粉替代比例的增加先减小后增大,与咀嚼性的变化规律一致。替代比例为30/70的饼干弹性值最小,比同期对照组降低了11.54%~31.82%。替代比例为50/50的弹性值最大,比同期对照组增加了8.33%~11.54%。饼干储藏过程中弹性的增加主要是由于饼干吸潮,水分含量不断上升,使其内部结合力增强^{[24]25}。弹性的上升会导致饼干品质下降,通过密闭包装、降低储藏环境湿度等方法严格控制储藏期吸潮是保证饼干品质的关键技术要点。

2.2.5 对饼干内聚性的影响 由图7可知,储藏过程中,对照组饼干和木薯饼干的内聚性均随着时间的延长而不断升高,替代比例为0/100,10/90,20/80,30/70,40/60,50/50饼干的内聚性从储藏0 d到50 d分别上升了46.15%,36.00%,

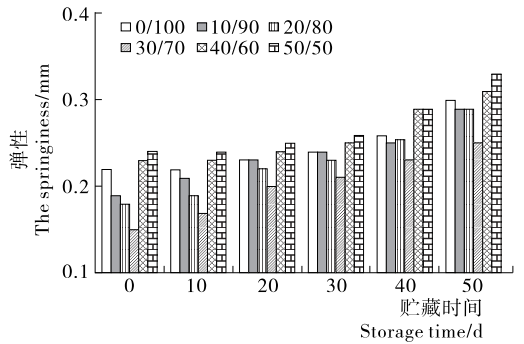


图6 木薯全粉添加比例对饼干弹性的影响
Figure 6 Effect of cassava flour addition on the springiness of biscuits ($n=3$)

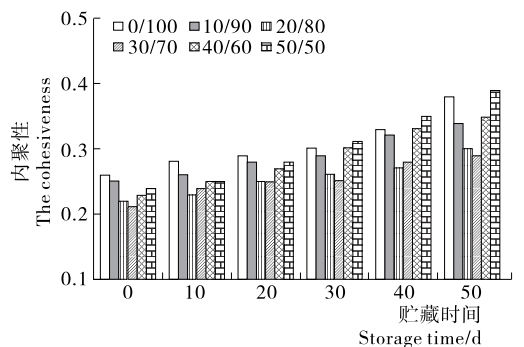


图7 木薯全粉添加比例对饼干内聚性的影响
Figure 7 Effect of cassava flour addition on the cohesiveness of biscuits ($n=3$)

36.36%,38.10%,52.17%,62.50%。相同储藏时间里,饼干的内聚性随着木薯全粉添加比例的增加先减小后增加,替代比例为 20/80 和 30/70 的最小。在储藏前 30 d 里,替代比例大于 30/70 的木薯饼干的内聚性要低于对照组和替代比例 10/90 的饼干,但 30 d 后则呈相反趋势。饼干内聚性反映其内部结合力的大小,饼干储藏过程中,内部结合力不断上升,导致内聚性升高,这与李明娟等^[19]在甘蔗叶生物炭饼干、王超超^{[24]23}在发酵饼干中的研究结果一致。

3 结论

将木薯全粉按一定比例替代低筋面粉制作饼干,考察饼干在储藏期理化和质构指标的变化,结果表明,与对照组相比,添加木薯全粉后饼干在储藏期理化和质构指标的变化趋势基本一致。添加木薯全粉可在一定程度上降低饼干的水分含量,延长饼干货架期。替代比例为 30/70 的木薯饼干具有较高的脆性和较低的硬度、咀嚼性和弹性,有利于提升饼干的感官品质。但当木薯全粉替代比例大于 40/60 时,饼干脆性降低,硬度升高,口感变差。木薯全粉用于烘焙食品开发研究,可充分发挥其应有的食用及保健价值,不仅为木薯深加工利用开辟新途径,延长了木薯的利用期并增加了附加值,还可以为消费市场提供一种集营养、健康和休闲为一体的焙烤食品,丰富目标消费人群,市场前景可观。本研究的不足之处在于对饼干产品品质检测指标不够全面。

参考文献

[1] 韦本辉. 中国木薯栽培技术与产业发展[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 3.

[2] BOLHUIS G G. The toxicity of cassava roots[J]. Netherlands Journal of Agricultural Science, 1954, 2(3):176-185.

[3] 苏艳兰, 韦茂新, 刘功德, 等. 食用木薯艾糍粑加工工艺的研制[J]. 食品科技, 2014, 39(11): 122-125.

[4] 魏艳, 黄洁, 许瑞丽, 等. 木薯肉与木薯皮营养成分的研究初报[J]. 热带作物学报, 2015, 36(3): 536-540.

[5] 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.

[6] JULIE A M. Nutritional value of cassava for used as a staple food and recent advances for improvement [J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2009(8): 181-194.

[7] ADEMOLA A A, OGUGUA C A, RICHARD A, 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.

[8] SUJA G, JOHN K, SREEKUMAR J, et al. Short-duration cassava genotypes for crop diversification in the humid tropics: Growth dynamics, biomass, yield and quality [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90: 188-198.

[9] BALAGOPALAN C, HILLOCKS R J, THRESH J M. Cassava utilization in food, feed and industry [J]. Cassava Biology, 2001, 15: 301-318.

[10] LEBOT V. Tropical root and tuber crops: cassava, sweet Pota-

to, yams and aroids [M]. Oxford-shire: CABI, 2009: 434.

[11] GAN H E, KARIM R, MUHAMMAD S K S, et al. Optimization of the basic formulation of a traditional baked cassava cake using response surface methodology [J]. LWT-Food Science and Technology, 2007, 40(4): 611-618.

[12] AKINGBALA J O, FALADE K O, OGUNJOBI M A. The effect of root maturity, preprocess holding and flour storage on the quality of cassava biscuit [J]. Food Bioprocess Technology, 2011, 4(3): 451-457.

[13] KEVIN S, RACHEL A, SALLY M, et al. Consuming cassava as a staple food places children 2-5 years old at risk for inadequate protein intake, an observational study in Kenya and Nigeria [J]. Nutrition Journal, 2009, 9(1): 9.

[14] BABAJIDE J M, BABAJIDE S O, UZOCHUKWU S V A. Cassava-soy weaning food: Biological evaluation and effects on rat organs [J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2001, 56(2): 167-173.

[15] 谭冠宁, 韦本辉, 李丽淑, 等. 鲜食木薯高产栽培技术[J]. 中国热带农业, 2009(1): 61-62.

[16] 谢辉, 何艾, 窦志浩, 等. 木薯营养酥性饼干的研制[J]. 食品工业, 2013, 34(6): 4-7.

[17] 李明娟, 张雅媛, 游向荣, 等. 香蕉饼干加工工艺[J]. 食品工业科技, 2015, 36(3): 204-213.

[18] 李明娟, 张雅媛, 游向荣, 等. 青香蕉粉饼干感官品质评价及其消化性能[J]. 食品科学, 2015, 36(21): 68-73.

[19] 李明娟, 游向荣, 张雅媛, 等. 甘蔗叶生物炭粉对饼干感官品质和质构特性的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(5): 98-103.

[20] 陈洁, 陈玲, 郭娟娟, 等. 紫薯薄脆饼干制作配方[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 224-228.

[21] 王颖周. 玉米和绿茶在曲奇饼干加工中的应用研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2013.

[22] Eriksson E. Physicochemical, functional and pasting characteristics of three varieties of cassava in wheat composite flours [J]. British Journal of Applied Science & Technology, 2014, 43(5): 1 069-1 073.

[23] 罗勤贵. 弱筋小麦品质与酥性饼干质量关系研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.

[24] 王超超. 不同储存条件下发酵饼干质构变化规律及货架寿命预测研究[D]. 南京: 南京财经大学, 2012.