

文章编号: 1674 - 7054(2016) 01 - 0058 - 06

木薯全粉和木薯粉加工特性分析

林立铭 李开绵 徐 缓 简纯平 张振文

(中国热带农业科学院 热带作物品种资源研究所/国家薯类加工专业技术研发分中心/
农业部木薯种质资源保护与利用重点实验室,海南 儋州 571737)

摘 要: 以华南9号木薯块根为研究对象,利用不同加工工艺生产木薯全粉和木薯粉,分析比较10个主要加工特性指标差异,利用统计学方法分析其加工特性的相关性。结果表明:木薯粉的吸油性和相对粘度分别是木薯全粉的1.76和14.30倍,达到极显著差异,其他特性指标差异不显著。主成分统计分析表明,在第1主成分中,相对粘度和冻融稳定性2个指标的累积贡献率分别达到100.00%和95.05%,说明两者均是影响加工特性的关键因素。进一步相关性分析还表明,不同指标对木薯产品加工特性相关性不同,根据相关性系数排列,排名前5位分别是相对粘度、冻融稳定性、淀粉含量、吸水性和吸油性。

关键词: 木薯全粉;木薯粉;加工特性;主成分分析

中图分类号: S 533 文献标志码: A DOI: 10.15886/j.cnki.rds wxb.2016.01.010

木薯(*Manihot esculenta* Crantz)是一种热带、亚热带块根作物,其肉质块根中含淀粉(28%)、纤维(1.9%)、脂肪(1.2%)和蛋白质(1.0%)等,是非洲、南美洲和东南亚部分国家近7亿人的主要口粮,被FAO认定为世界重要的粮食作物之一,对世界粮食安全的影响举足轻重。木薯全粉和木薯粉加工技术是木薯主食化的关键技术,不但能解决木薯块根不耐贮运,容易腐烂变质的问题,同时还为人们提供1种原生态的健康食品及其加工原料。所谓薯类(马铃薯、甘薯和木薯)全粉,指其脱水制品,相对于薯类淀粉来说,可以从3个方面加以区别:1)全粉包括的细胞完整程度较高(90%以上);2)基本保全原有营养物质(包括蛋白质、矿物质和维生素等);3)具备薯类特有风味^[1-2]。目前,马铃薯全粉是人们最常见也是应用最早的薯类全粉。马铃薯全粉有2种^[2-3]:一是片状雪花全粉,外观呈薄片状,细胞被破坏较多,保持养分及风味物质大约在40%~60%,市场上有很多品种和品牌的产品(如“三来”、“三花”和“正阳”等);二是颗粒状全粉,外观呈沙粒状,细胞完好率在90%以上,90%以上颗粒大小在0.20~0.25 mm之间。我国于2009年开始报道了类似于马铃薯全粉加工工艺的木薯全粉加工工艺^[4-6]。与木薯全粉不同的是,木薯粉指木薯块根切片(或刨丝)经干燥、粉碎过筛所得的产品,其加工过程也是纯物理过程,类似于市场上小麦面粉加工过程,但加工特性差别很大。为了加快推广木薯全粉和木薯粉在食品主食化进程中的应用,笔者对木薯全粉和木薯粉加工特性进行检测,比较分析2种木薯产品的加工特性差异,旨在为木薯食品化加工应用提供参考。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料 材料来源于本研究所国家薯类加工技术专业研发分中心,使用种植10个月的华南9号木薯块根加工木薯全粉和木薯粉。

木薯全粉的加工参考文献[4]的方法。木薯粉的加工过程为:将鲜薯去皮(内外皮)后,洗干净,经切条机切成小木薯条,经太阳晒干(含水量约14%)后粉碎,过80目钢筛后得木薯粉。

收稿日期: 2015 - 06 - 28

基金项目: 现代农业产业技术体系项目(CARS - 12);国家薯类加工技术研发分中心资助项目

作者简介: 林立铭(1986 -)男,助理研究员,研究方向:采后生理与加工。E-mail: liminglin2010@126.com

通信作者: 张振文(1975 -)男,副研究员,研究方向:采后生理。E-mail: scuta96@163.com

1.2 理化指标及其测定方法

1.2.1 淀粉碘蓝值 参考文献 [7] 的方法, 在 620 nm 波长下检测其吸光度。

1.2.2 吸水性 参考文献 [8] 的方法, 称取 5 g 待测样品溶于 95 mL 蒸馏水中, 在 40 °C 的水浴中搅拌 20 min, 再将液体转移至 50 mL 的离心管中, 水浴静置 30 min, 以 3 000 r · min⁻¹ 的转速离心分离 25 min, 计算每克样品吸收水的质量。

1.2.3 吸油性 参考文献 [8] 的方法, 称取 10 g 待测样品置于 60 mL 色拉油中, 在 40 °C 的水浴中搅拌 20 min, 再将液体转移至 50 mL 的离心管中, 水浴静置 30 min, 以 3 000 r · min⁻¹ 的转速离心分离 25 min, 计算每克样品的吸收油的质量。

1.2.4 粗纤维含量 采用文献 [9] 的方法进行测定。

1.2.5 粗蛋白含量 按国家标准 GB5009. 5 - 1985 中的测定方法进行测定。

1.2.6 维生素 C 含量 采用文献 [10] 中的滴定法进行测定。

1.2.7 淀粉含量 采用氯化钙 - 醋酸旋光法进行测定^[11]。

1.2.8 相对粘度 采用 NDJ-5S 粘度计进行测定。取样品 0.1 g, 溶于 99 mL 70 °C 的蒸馏水中, 在 70 °C 下, 选用 0 号转子, 在 60 r · min⁻¹ 下测定其粘度。

1.2.9 透明度 采用文献 [12] 的方法进行测定。

1.2.10 冻融稳定性 采用文献 [13] 的方法进行测定。

1.3 数据统计与分析方法 利用 Sigmaplot 10.0 制作图表, 在 SAS8.1 软件中进行主成分分析。

2 结果与分析

2.1 加工工艺比较 从表 1 可知, 木薯全粉 (Whole Cassava Flour, WCF) 是借鉴于马铃薯全粉的生产工艺, 加工工艺包括原料处理、预处理、冷却和蒸煮等 7 个工序, 属于零添加工艺, 是物理加工过程; 相对于木薯全粉加工, 木薯粉 (Cassava Flour, CF) 的加工较简单, 主要工艺为原料处理、烘干和过筛等 3 个步骤, 也是个纯物理的加工过程 (表 1)。可见, 木薯全粉是一种熟食产品 (又称即食产品), 而木薯粉加工过程没有蒸煮或熟化的工艺, 是非即食产品, 类似于小麦面粉。

表 1 木薯产品主要加工工艺比较

Tab. 1 Processing technology for cassava products

| 产品种类 Products | 原料处理 Treatment | 预处理 Pre-treatment | 冷却 Cool | 蒸煮 Cook | 压片 Press | 烘干 Dry | 粉碎过筛 Sieve | 成品率 Production yield |
|------------------|-------------------|---------------------------------------|---|--------------|--------------|-----------|-----------------|-------------------------|
| 木薯全粉 WCF | 切块 Cutting | 水浴 65 °C Bathing in 65 °C water | 冰水冷却 20 min Cooling in ice water for 20 min | 30 min | 3 ~ 4 mm | 70 °C | 80 目 80 mesh | 4.5: 1 |
| 木薯粉 CF | 切丝 Slitting | 无 No need | 无 No need | 无 No need | 无 No need | 70 °C | 80 目 80 mesh | 3.5: 1 |

从成品率来看, 木薯全粉成品率约是木薯粉成品率的 78.8%, 其主要损耗环节包括预处理、蒸煮和压片, 特别是压片时块根中纤维化的部分容易分离出来而被剔除。

2.2 加工特性比较 木薯全粉与木薯粉 2 种产品的 10 个加工特性指标见图 1。由图 1 可见, 木薯粉的吸油率 (Fig. 1-1) 和相对粘度 (Fig. 1-8) 极显著高于木薯全粉, 达到显著差异; 木薯全粉的吸水性 (Fig. 1-2) 略高于木薯粉, 这可能是与多次水洗、蒸煮的加工工艺有关; 而木薯全粉碘蓝值 (Fig. 1-3) 大于木薯粉是因为木薯全粉加工经预煮、冷却、高温蒸煮、压片等工艺, 细胞的破碎程度远大于木薯粉^[14]。从粗纤维来看 (Fig. 1-6), 木薯全粉的粗纤维含量 (1.61%) 略低于木薯粉 (1.83%), 这是由于木薯全粉加工过程块根中多数纤维化的中柱 (即“芯”) 被手工剔除的缘故。从粗蛋白含量 (Fig. 1-7) 来看, 木薯全粉的含量 (1.28%) 略高于木薯粉 (1.06%), 应该是木薯全粉加工使用自来水引起的; 检测也发现 Vita C 含量存在差异, 这是由于全粉加工过程需要多次高温处理, 部分 Vita C 被氧化, 使得 Vita C 含量低于木薯粉 (Fig. 1-5)。Fig. 1-9 显示, 木薯全粉的透明度略高于木薯粉, 可能是由于粗纤维、粗蛋白和淀粉含量的差异引起的^[15]; 另外, 从 Fig. 1-10 看出木薯全粉析水率高于木薯粉, 说明其冻融稳定性比木薯粉差, 这是因为其吸水性较好 (Fig. 1-2)。

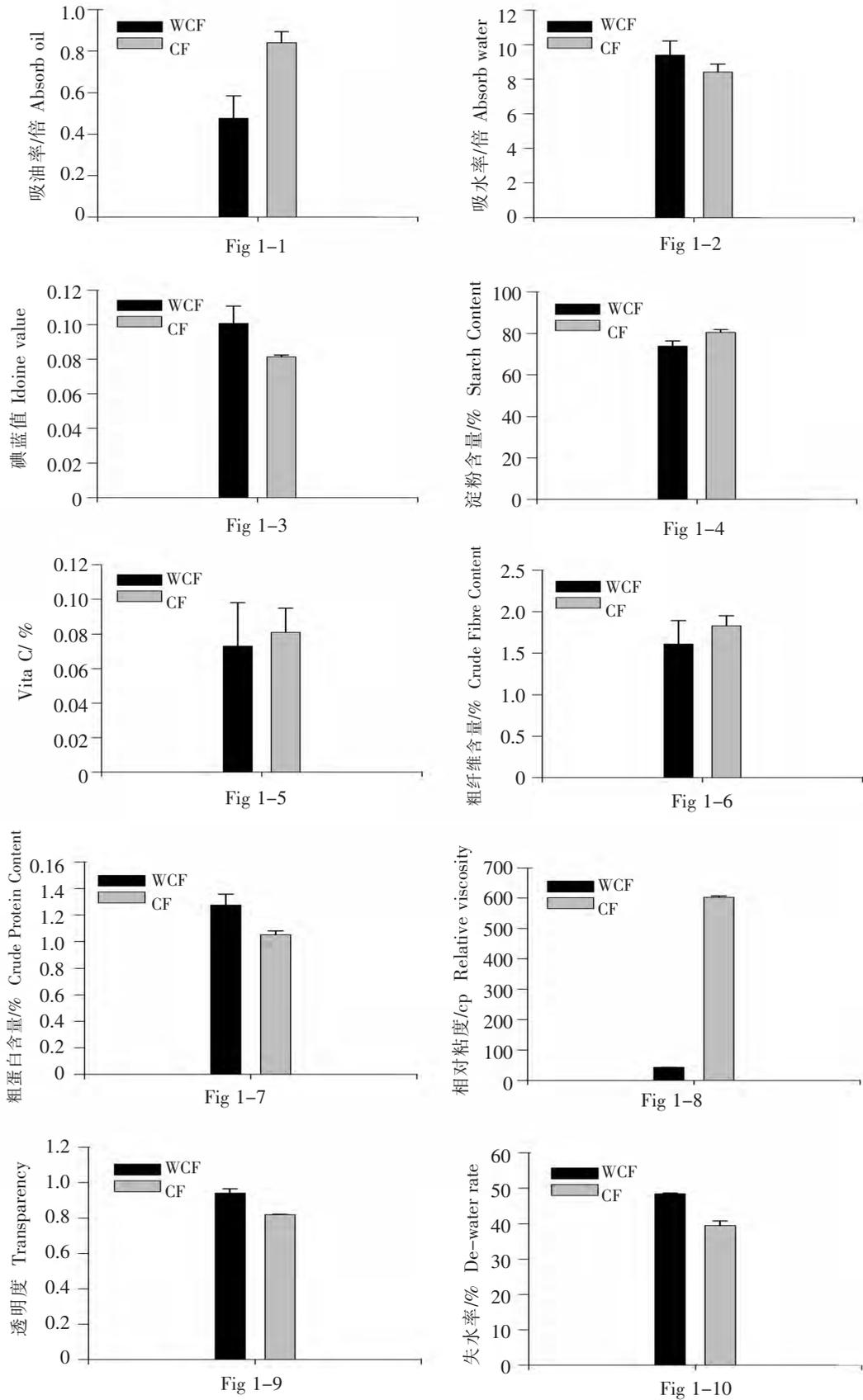


图1 木薯产品主要加工特性比较

Fig 1 Comparison of processing characteristics of cassava products

2.3 木薯主成分分析 8 个指标的数据经 SAS 程序实施, 结果见表 2 3。

表 2 木薯主成分特征值协方差矩阵

Tab. 2 Eigenvalues of the Covariance Matrix

| | 特征值 Eigenvalue | 差异 Difference | 比例 Proportion | 累积贡献率 Cumulative |
|---|----------------|---------------|---------------|------------------|
| 1 | 94 405.143 6 | 94 401.560 9 | 1.000 0 | 1.000 0 |
| 2 | 3.582 7 | 3.069 6 | 0 | 1.000 0 |
| 3 | 0.513 0 | 0.425 8 | 0 | 1.000 0 |
| 4 | 0.087 2 | 0.082 5 | 0 | 1.000 0 |
| 5 | 0.004 7 | 0.004 7 | 0 | 1.000 0 |

由表 2 可见, 第 1 主成分(Prin1)的累积贡献率达到 100.0%, 因此, 该主成分可以很好地概括了该组数据的情况, 并由此根据表 3 写出由标准化变量($x_1 \sim x_{10}$)所表达的各主成分的关系式为:

$$X = 0.000\ 647x_1 - 0.001\ 757x_2 - 0.000\ 034x_3 + 0.011\ 723x_4 + 0.000\ 001x_5 + 0.000\ 392x_6 - 0.000\ 393x_7 + 0.999\ 803x_8 - 0.000\ 217x_9 - 0.015\ 925x_{10}$$

表 3 木薯主成分特征向量

Tab. 3 Eigenvectors of the princomp

| | Prin1 | Prin2 | Prin3 | Prin4 | Prin5 | Prin6 | Prin7 | Prin8 | Prin9 | Prin10 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| x_1 | 0.000 647 | -0.021 32 | -0.058 08 | -0.038 70 | 0.699 177 | -0.00 771 | -0.029 61 | -0.048 88 | -0.120 82 | 0.698 500 |
| x_2 | -0.001 76 | -0.272 47 | 0.071 893 | 0.951 685 | 0.097 478 | -0.002 94 | 0.013 118 | 0.030 969 | 0.0549 42 | -0.034 99 |
| x_3 | -0.000 03 | 0.001 190 | 0.000 713 | -0.017 73 | 0.041 423 | -0.000 420 | 0.998 983 | 0 | 0 | 0 |
| x_4 | 0.011 723 | 0.942 089 | 0.185 836 | 0.257 995 | -0.021 75 | 0.000 554 | 0.089 799 | 0.051 313 | 0.006 816 | 0.004 226 |
| x_5 | 0.000 001 | -0.000 56 | -0.001 50 | 0.001 913 | 0.010 996 | 0.999 936 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| x_6 | 0.000 392 | 0.096 526 | 0.054 927 | -0.063 95 | 0.684 557 | -0.007 27 | -0.029 68 | -0.049 53 | -0.114 97 | -0.705 94 |
| x_7 | -0.000 40 | -0.023 90 | -0.022 53 | -0.077 90 | 0.161 641 | -0.001 68 | -0.008 04 | -0.013 84 | 0.983 090 | 0.000 000 |
| x_8 | 0.999 803 | -0.014 21 | 0.013 505 | -0.003 25 | -0.000 16 | 0.000 019 | -0.000 10 | 0.000 153 | 0.000 135 | -0.000 23 |
| x_9 | -0.000 22 | 0.004 568 | 0.001 198 | -0.038 11 | 0.067 669 | -0.000 67 | -0.003 49 | 0.996 962 | 0 | 0 |
| x_{10} | -0.015 93 | -0.166 32 | 0.976 325 | -0.119 58 | 0.003 681 | 0.001 555 | -0.002 77 | -0.005 25 | 0.008 155 | 0.066 757 |

该关系式中, x_8 的系数最大, 是主要的影响因素。由此说明相对粘度(x_8)对木薯全粉和木薯粉的加工特性的影响是关键性的因素, 而且与吸水性(x_2)、碘蓝值(x_3)、粗蛋白含量(x_7)、透明度(x_9)和冻融稳定性(x_{10}) 5 个指标与其他指标呈一定的负相关关系。

为了进一步探讨其他特性与木薯全粉和木薯粉加工特性的关系, 本研究剔除了相对粘度, 对其他 9 个指标进行主成分分析, 结果见表 4 5。

表 4 木薯主成分特征值协方差矩阵

Tab. 4 Eigenvalues of the Covariance Matrix

| | 特征值 Eigenvalue | 差异 Difference | 比例 Proportion | 累积贡献率 Cumulative contribution rate |
|---|----------------|---------------|---------------|------------------------------------|
| 1 | 39.412 348 6 | 37.471 644 9 | 0.950 5 | 0.950 5 |
| 2 | 1.940 703 7 | 1.833 105 4 | 0.046 8 | 0.997 3 |
| 3 | 0.107 598 4 | 0.102 828 7 | 0.002 6 | 0.999 9 |
| 4 | 0.004 769 7 | 0.004 599 6 | 0.000 1 | 1.000 0 |
| 5 | 0.000 170 1 | 0.000 170 1 | 0 | 1.000 0 |

由表 4 可见, 第 1 主成分(Prin1)的累积贡献率达到 95.05%, 由此该主成分同样可以概括该组数据的情况, 基于此并根据表 5 各指标的系数可得出由标准化变量($x_1 \sim x_9$)所表达的各主成分的关系式为:

$$X = -0.029\ 801x_1 + 0.102\ 262x_2 + 0.001\ 572x_3 - 0.619\ 665x_4 - 0.000\ 045x_5 - 0.024\ 672x_6 + 0.020\ 157x_7 + 0.010\ 058x_8 + 0.776\ 885x_9$$

该关系式中, x_9 的系数最大, 其次是 x_4 , 表明 x_9 和 x_4 是主要的影响因素。由此说明, 排除相对粘度指标, 冻融稳定性(x_9)和淀粉含量(x_4)是影响木薯全粉和木薯粉的加工特性的关键性的因素。

表 5 木薯主成分特征向量
Tab. 5 Eigenvectors of the princomp

| | Prin1 | Prin2 | Prin3 | Prin4 | Prin5 | Prin6 | Prin7 | Prin8 | Prin9 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| x_1 | -0.029 801 | -0.063 066 | -0.032 330 | 0.710 127 | -0.581 111 | -0.047 816 | 0.028 724 | 0.154 870 | 0.353 587 |
| x_2 | 0.102 262 | -0.258 253 | 0.952 392 | 0.086 171 | 0.085 037 | 0.015 117 | -0.006 950 | 0.028 705 | 0.006 369 |
| x_3 | 0.001 572 | 0.003 087 | -0.016 310 | 0.042 190 | -0.030 113 | 0.998 516 | 0.000 000 | 0.000 000 | 0.000 000 |
| x_4 | -0.619 665 | 0.730 475 | 0.267 272 | -0.023 603 | -0.036 225 | 0.002 988 | 0.003 031 | 0.076 467 | 0.057 033 |
| x_5 | -0.000 045 | -0.001 054 | 0.000 618 | 0.009 818 | 0.061 295 | 0.001 447 | 0.998 070 | 0 | 0 |
| x_6 | -0.024 672 | 0.114 536 | -0.055 190 | 0.677 049 | 0.458 587 | -0.015 994 | -0.034 646 | -0.343 527 | -0.441 658 |
| x_7 | 0.020 157 | -0.017 717 | -0.086 155 | 0.154 363 | 0.428 453 | 0.005 015 | -0.027 803 | 0.885 245 | 0.000 000 |
| x_8 | 0.010 058 | 0.014 760 | -0.045 254 | 0.058 730 | 0.500 957 | 0.011 826 | -0.031 316 | -0.258 089 | 0.821 885 |
| x_9 | 0.776 885 | 0.618 122 | 0.087 680 | 0.013 722 | -0.065 353 | -0.004 253 | 0.004 519 | 0.032 619 | 0.033 549 |

3 讨 论

木薯粉和木薯全粉是 2 种新型的薯类面制原料,多数特性指标分别与小麦面粉和马铃薯全粉的基本一致^[16-17]。然而,作为高营养食品原料,木薯粉和木薯全粉存在致命缺陷,即自身蛋白质含量不足(低于 1.5%)。一般认为,面制品粗蛋白质含量 10%~13% 才有利于原料加工过程中发挥蛋白质独特的水合性质、表面性质和网架结构的能力,适应面包和馒头等发酵型食品的制作^[18-20]。而本研究检测结果表明,木薯全粉和木薯粉蛋白质含量分别是 1.28% 和 1.06%,这给木薯原料的加工性能带来负面影响,也限制了原料的利用范围,必须通过添加其他高蛋白的原料来提高加工产品的营养价值。另一方面,在特殊领域和人群中(如急性肾炎、尿毒症和肝功能衰竭的特殊人群),由于其饮食中对蛋白质的摄入严格控制,可利用木薯粉和木薯全粉完全适宜作为低蛋白高热量的食品原料,研发相应的系列食品^[21],因为低蛋白质饮食不仅能有效防止慢性肾功能不全患者营养不良的发生,还能最大程度地减轻肾脏负担^[22-23]。类似高含量的粗纤维食品也是当今食品行业发展的一大趋势,一般认为粗纤维食物是指每百克食物含粗纤维 2g 以上的食物^[24]。本研究结果表明,木薯全粉和木薯粉粗纤维含量分别达到 1.61% 和 1.83%,接近粗纤维食品,可开发相应的休闲食品,如饼干、膨化条、非油炸薯条和薯片等。

此外,影响原料加工利用的指标还有透明度和冻融稳定性等。许多研究表明,淀粉糊的透明度与淀粉的含磷量、直链淀粉含量及糊化过程中添加的其他物质等因素有关,直接关系到淀粉类产品的外观和用途,它易受盐、糖、酸等物质(如蔗糖、氯化钠和柠檬酸等)的影响,而天然淀粉中马铃薯淀粉糊的透明度最好,木薯、甘薯次之,玉米、小麦淀粉糊最差^[25-28]。本研究结果表明,木薯全粉和木薯粉的透明度较高,且木薯全粉的透明度高于木薯粉,说明在加工利用过程中可以减少食品添加剂的使用,以提高产品的安全和卫生标准。同样,冻融稳定性也是重要的理化指标之一,容易引起淀粉制品感官特性、营养价值和加工特性的变化^[26]。本研究结果发现,木薯全粉和木薯粉的冻融稳定性较差,说明在使用木薯全粉或木薯粉制作冷冻或冷藏食品时,必需考虑通过食品添加剂来提高其稳定性,以改善外观和口感等指标。

从加工工艺看,木薯全粉和木薯粉在加工过程,蒸煮和烘干的温度均高于木薯淀粉糊化温度 65 °C,导致淀粉发生不同程度糊化^[5],且木薯淀粉的热稳定性差,热粘度很不稳定,粘度在蒸煮 30 min 后迅速下降^[29]。本研究发现,发生糊化后的木薯全粉和木薯粉的淀粉含量差异不显著,但其相对粘度差异达极显著。这可能是木薯淀粉颗粒结构受到破坏,也可能是加工过程使用的水的硬度和 pH 值对粘度的影响^[29]。同时,主成分分析发现淀粉含量和粘度呈正相关关系,说明粘度和淀粉含量显著影响木薯粉和木薯淀粉的加工特性;进一步的统计分析还表明,冻融稳定性也是影响木薯全粉和木薯粉加工特性的重要指标,因此,必须同时考虑相对粘度、冻融稳定性和淀粉含量这 3 个影响产品质量的关键指标。

参考文献:

- [1] 郭心义. 马铃薯全粉生产状况及前景展望[J]. 粮油加工与食品机械, 2003 (10): 8-9.
- [2] 何贤用, 杨松. 马铃薯全粉产品的品质与生产控制[J]. 食品科学, 2005, 26(2): 275-277.
- [3] 吴刚, 王彦忠, 杜润鸿, 等. 一种马铃薯全粉的制作方法及设备: 中国, CN1289558A [P]. 2001-04-04.
- [4] 蒋小静, 吕飞杰, 台建祥, 等. 木薯全粉的功能特性[J]. 热带作物学报, 2009, 30(6): 872-876.

- [5] 蒋小静. 木薯全粉加工及其特性研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2010.
- [6] 吕飞杰, 吕小文, 台建祥, 等. 木薯全粉: 中国, CN101396102A [P]. 2009-04-01.
- [7] 林立铭, 张振文. 木薯产品碘蓝值检测方法分析[J]. 农产品加工, 2015(4): 62-64.
- [8] 沈晓萍, 卢晓黎, 闫志农. 工艺方法对马铃薯全粉品质的影响[J]. 食品科学, 2004, 25(10): 108-111.
- [9] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.
- [10] 宁正祥. 食品成分分析手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997.
- [11] 张意静. 食品分析技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
- [12] 邬应龙, 陈杭, 陈小欢. 不同原淀粉及其羟丙基淀粉性质的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(5): 116-119.
- [13] 王慧云, 赵阳, 陈海华, 等. 亚麻多糖对薯类改性淀粉糊化特性和冻融稳定性的影响[J]. 中国食品学报, 2014, 14(7): 176-184.
- [14] 袁丽娜, 李斌, 刘晶, 等. 甘薯全粉制备中细胞相对破损率研究[J]. 粮油加工, 2009(10): 131-134.
- [15] 杨秋歌. 不同品种芸豆粉及其淀粉理化性质研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [16] 丁文平. 小麦加工过程中的营养损失与面粉的营养强化[J]. 粮油加工, 2008(5): 87-89.
- [17] 吴卫国, 谭兴和, 熊兴耀, 等. 不同工艺和马铃薯品种对马铃薯颗粒全粉品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(6): 98-102.
- [18] 黄恩棣. 食品加工与小麦品质改良[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [19] 刘强, 李佳佳, 田建珍. 面粉品质参数对面制品品质的影响[J]. 包装与食品机械, 2011, 29(6): 50-54.
- [20] 王盼盼. 食品中蛋白质的功能特性综述[J]. 肉类研究, 2010(5): 62-71.
- [21] Ousman M J. Physicochemical properties of flours of natural and microbial fermented cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) [J]. J. Food Process Technol, 2013, 4(10): 141.
- [22] 陈宁. 小麦淀粉饮食对慢性肾功能不全患者生化指标及疗效的影响[J]. 现代医院, 2014, 14(2): 57-59.
- [23] 刘岩. 慢性肾功能不全患者的饮食治疗[J]. 广东医学, 2003, 24(4): 351-352.
- [24] 常晓萍, 刘冠楠. 粗纤维食品的作用、地位及前景研究[J]. 北京农业, 2014(6): 280.
- [25] 杨晓惠. 木薯淀粉的理化性质及其抗性淀粉制备工艺研究[D]. 广州: 暨南大学, 2011.
- [26] 李鑫, 赵燕, 廖斌, 等. 甘薯淀粉糊透明度及凝沉性初探[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(3): 34-37.
- [27] 高颜琴, 王少宏, 高志宏, 等. 三种原淀粉特性比较研究[J]. 价值工程, 2015(5): 312-313.
- [28] 李莎莎, 贾冬英, 李大峰, 等. 常见食品添加剂对白芷淀粉糊透明度的影响[J]. 中国酿造, 2013(1): 78-80.
- [29] 陆永源. 木薯淀粉粘度特性的研究[J]. 棉纺织技术, 1984(3): 29-33.

Comparative Analysis of Processing Characteristics of Whole Cassava Flour and Cassava Flour

LIN Liming, LI Kaimian, XU Huan, JIAN Chunping, ZHANG Zhenwen

(Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences/National R&D Center for Potato Processing / Ministry of Agriculture Key Laboratory of Conservation and Utilization of Cassava Genetic Resources, Danzhou, Hainan 571737, China)

Abstract: The whole cassava flour and cassava flour were made from tuberous roots of cassava SC9 (*Manihot esculenta* Crantz. ‘South China 9’) and 10 major parameters of their processing characteristics were compared to analyze their difference. The results showed that the oil absorption and relative viscosity were 1.76 times and 14.30 times respectively higher in the cassava flour (CF) than in the whole cassava flour (WCF), leading to a highly significant difference, but other processing characteristics parameters were not significantly different between the CF and WCF. The principal component analysis indicated that the relative viscosity and the freeze/thaw stability had a respective cumulative contribution rate of 100.00% and 95.05% in the first principal component, suggesting that these two parameters be the main factors affecting processing characteristics of WCF and CF. Meanwhile, further correlation analysis also showed all the 10 parameters were differently correlated with the processing characteristics of CF and WCF and that the relative viscosity, freeze/thaw stability, starch content, water absorption and oil absorption were the first 5 major parameters.

Keywords: Whole cassava flour; cassava flour; processing characteristics; principal component analysis