

# 不同干燥条件对张溪香芋全粉品质的影响

华军利, 卢苑, 曾婷

(韶关大学 英东食品科学与工程学院, 广东 韶关 512005)

**摘要:**以张溪香芋为原料,经去皮切片蒸煮,采用日晒(约35℃)、不同温度(60℃、70℃和100℃)热风干燥四种不同干燥条件进行干燥,以干燥后粉碎所得的香芋全粉的色泽、水分、吸水性、吸油性、含糖量、蛋白质含量和颗粒分散性为指标,研究了不同干燥条件对张溪香芋全粉品质的影响。结果表明采用60℃低温热风干燥得到的张溪香芋全粉综合品质最佳,全粉色泽较浅偏白色,颗粒粒径均匀,分散性好,营养成分含量较高,具有较好的吸水性和吸油性。

**关键词:**香芋全粉;干燥条件;热风干燥

**中图分类号:**TS 235.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2017)06-0033-04

## Effect of different drying conditions on quality of Zhangxi taro flour

HUA Jun-li, LU Yuan, ZENG Ting

(Yingdong School of Food Science & Engineering, Shaoguan University, Shaoguan Guangdong 512005)

**Abstract:** Zhangxi taros were removed the peel, sliced, cooked, dried by sunshine (about 35℃), and hot air (about 60℃, 70℃, 100℃), smashed to taro powder. The effect of drying conditions on the quality of taro powder was researched with some parameters, such as color, moisture, water absorption, oil absorptivity, total sugar, protein and particle dispersion, as the indexes. The results showed that the optimal comprehensive quality of the taro powder was that dried by 60℃ low temperature hot air, with lighter color, uniform particle size, good dispersion, high content of nutrient compositions, good water absorption and oil absorbency.

**Key words:** taro flour; drying condition; hot air drying

张溪香芋产于广东韶关乐昌市张溪村。香芋的营养价值极高,是医疗保健专家认为的少有的营养成分十分齐全的绿色健康蔬菜,可防治高血压,骨质疏松,心血管病,糖尿病,白内障,保护心脏,防癌,健脑及增强免疫功能等,极受国内外广大消费者的青睐。香芋和马铃薯同属薯类作物,从营养成分看,香芋并不逊色于马铃薯,但以马铃薯为原料加工的休闲食品年销售额高达300亿美元<sup>[1]</sup>,而香芋的主要消费方式是鲜食。进行香芋的深加工研究,可以增加香芋的附加值,带动农业产业发展,具有明显的经济和社会效益。将香芋

加工制备全粉,保留了香芋原有的风味和营养成分,延长了保质期,并且可广泛应用到面条、糕点、糖果、冰淇淋等食品中。目前国内对香芋全粉加工工艺研究报道较少,集中在对香芋淀粉的提取工艺和性质研究。杜弘坤等<sup>[2]</sup>采用热风干燥法制备香芋全粉,得到最佳工艺参数为物料粒径7.8 mm,铺料密度2.6 kg/m<sup>2</sup>,干燥温度72.5℃,干燥风速5.2 m/s。童晶晶等<sup>[3]</sup>采用析因实验设计,以香芋全粉的碘蓝值、糊化度、吸水性和吸油性作为品质评价,得出切片厚度为3 mm、蒸煮时间为15 min时香芋全粉品质较佳。

香芋全粉添加到面包、面条、包子、饼干等食品中,能赋予食品特有的香芋风味或是改善食品品

收稿日期:2017-04-24

基金项目:2015年韶关学院科研项目(S201501023)

作者简介:华军利,1983年出生,女,硕士。

质。据报道张溪香芋种植面积目前已开发扩种至1 100多亩,年产可达900多吨。除鲜食外,其他大量香芋可以用于深加工。在收获过程中,难免会有碰伤表皮或破损或个头过小不利于新鲜出售的,都能用来加工。张溪香芋深加工,可以充分发挥地区资源优势,增加农民收入,全面提升经济效益,延长产业链条,促进本市产业化建设。

## 1 材料与方 法

### 1.1 仪器和试剂

仪器:SP60 色差仪,美国爱色丽公司;台式电子显微镜 TM3030,日本日立高新技术;台式低速离心机 TD-5Z,四川蜀科仪器有限公司。

试剂(所有试剂均用不含氨的蒸馏水配制):硫酸铜,分析纯;硫酸钾,分析纯;浓硫酸,分析纯;2%硼酸溶液;亚铁氰化钾,分析纯;乙酸锌,分析纯。

### 1.2 实验方法

张溪香芋经清洗去皮,切成3 mm厚薄片,蒸煮15 min,冷却后分别采用日晒(约35℃)、不同温度(60℃、70℃和100℃)热风干燥四种干燥条件进行干燥,粉碎得到全粉成品。

#### 1.2.1 香芋全粉色泽的测定

采用色差仪测定全粉的L、a和b值,根据下列公式计算出白度指数(Whiteness index,简称WI):

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}$$

#### 1.2.2 香芋全粉水分含量(moisture)的测定

参照 GB 5009.3—2010<sup>[4]</sup>采用直接干燥法测定香芋全粉中的水分。

#### 1.2.3 香芋全粉粗蛋白质(crude protein)含量的测定

参照 GB 5009.5—2010<sup>[5]</sup>采用凯氏定氮法测定张溪香芋全粉的蛋白质含量。

#### 1.2.4 香芋全粉还原糖(reducing sugar)、总糖(total sugar)测定

参照 GB/T 5009.7—2008<sup>[6]</sup>采用直接滴定法分别测定张溪香芋全粉中还原糖的含量和总糖

含量。

#### 1.2.5 香芋全粉吸水性(water absorption capacity, WAC)测定

将15 mL离心管干燥至恒重后称量并记录离心管的质量;接着用称量纸准确称量1.0 g样品置于已经恒重的15 mL离心管中,加入10 mL 70℃的蒸馏水,振荡30 s后于TD-5Z型台式低速离心机中以2 000 r/min的转速离心15 min,弃去上清液,倒置2 min后称量并记录离心后的离心管质量。用以下公式计算样品中的吸水性。

$$\text{吸水性} = (\text{离心后离心管质量} - \text{离心管质量} - \text{样品质量}) / \text{样品质量}$$

#### 1.2.6 香芋全粉吸油性(oil absorbency)测定

按照 AACC56-20 的方法来测定:将15 mL离心管干燥至恒重后称量并记录离心管的质量;然后准确吸取10 mL一级花生油于已恒重的15 mL离心管中,再准确称取0.5 g样品分散于装有花生油的离心管中振荡10 min后于TD-5Z型台式低速离心机中以2 500 r/min的转速离心15 min,弃去上清液,倒置5 min后称量并记录离心后的离心管质量。用以下公式计算样品中的吸油性。

$$\text{吸油性} = (\text{离心后离心管质量} - \text{离心管质量} - \text{样品质量}) / \text{样品质量}$$

#### 1.2.7 香芋全粉颗粒分散性的测定

使用 TM3030 台式电子显微镜观察不同干燥条件对香芋全粉颗粒变化的影响,得到不同干燥条件时香芋全粉的扫描电镜图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同干燥条件对香芋全粉色泽的影响

香芋全粉的L、a、b和WI值见表1。不管采用晒干还是不同温度的热风干燥,L值较大,表明香芋全粉的亮度较高。相比于晒干,热风干燥时香芋全粉的L值更大。而L值的大小与干燥过程中变色程度密切相关,也就是说热风干燥会使变色程度加深。Richard Marcelo Nguimbou 等<sup>[7]</sup>同样得出了这

一结论。WI代表了产品的整体白度,预示着在干燥过程中变色程度。WI值较低,表明在干燥过程中较少变黄,得到的香芋全粉色泽较浅,偏白色。这样的产品也更容易得到消费者喜爱。在干燥过程中,由于高温作用,物料原有的色泽会发生变化。非酶促褐变反应是干燥过程中食品变成黄色、褐色或黑色的主要原因。温度越高,处理时间越长,色素变化量越多。因此,对于香芋全粉干燥,采用日晒或者60℃热风干燥得到的香芋全粉色泽较好。

表1 不同干燥条件对张溪香芋全粉色泽的影响  
(平均值±标准偏差)

色泽	干燥条件			
	日晒(约35℃)	60℃	70℃	100℃
L	74.35±0.02	75.22±0.06	76.59±0.01	78.41±0.27
a	2.36±0.01	1.99±0.02	2.03±0.02	1.91±0.01
b	6.31±0.02	7.10±0.03	8.22±0.01	6.10±0.01
WI	73.47±0.02	74.18±0.06	75.11±0.01	77.49±0.25

## 2.2 不同干燥条件对香芋全粉含水量的影响

在一定的干燥条件下,物料中的水分向空气中汽化,直到物料表面水分的蒸气压与空气中水蒸气分压相等时为止,即物料中的水分与该空气中水蒸气达到平衡状态,此时物料所含水分称为该条件下物料的平衡含水量(简称含水量)。由图1可知,香芋全粉含水量从6.43%变化到10.46%,温度越高水分含量越低。采用日晒干燥方式,温度较低,干燥条件温和,香芋全粉含水量较高。含水量高则相应的水分活度就越大,不利于产品的贮藏。而且这种干燥方式受日照温度、空气对流速度、空气相对湿度影响较大,干燥时间长,产品品质得不到保证。

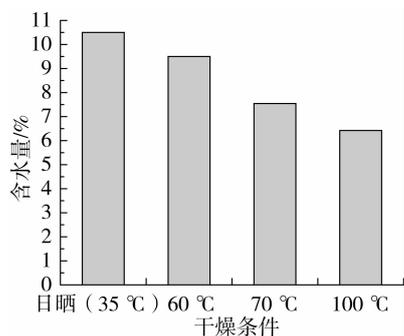


图1 不同干燥条件对香芋全粉含水量的影响

热风干燥温度越高,干燥速率越快,产品含水量越低,能适当延长产品的储藏期限。

## 2.3 不同干燥条件对香芋全粉还原糖和总糖的影响

张溪香芋的粗蛋白质含量为4.5%~6.2%,比山东农业大学刘圣田等<sup>[8]</sup>报道的数据3.5%要高。由图2可知干燥温度从35℃增大到100℃时,蛋白质含量下降非常快,减少了28%。说明高温对蛋白质营养价值有较大影响,蛋白质中结合水受到破坏,引起蛋白质变性,产品质量变差。同时,随着温度的升高,总糖和还原糖含量都减少。这可能是在干燥过程中糖类与蛋白质发生非酶褐变,或者少量淀粉发生糊化,引起总糖和还原糖发生变化,总体含量呈下降趋势。

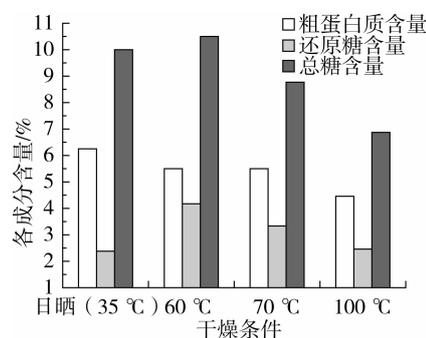


图2 不同干燥条件对香芋全粉营养成分的影响

## 2.4 不同干燥条件对香芋全粉吸水性和吸油性的影响

吸水性是全粉重要的功能性质,标志着淀粉糊化的程度。淀粉颗粒在水中加热糊化,随着分子秩序打乱,结晶度降低,结合水的能力会增强<sup>[7]</sup>。由图3可知,温度低时,全粉吸水性较高,温度越高,吸水性越低。根据Correia等<sup>[9]</sup>的研究表明,全粉的功能性质如吸水性,通常受到多种因素影响如淀粉变性、颗粒粒径、结构、成分等。超过70℃过度加热,很有可能使得淀粉三维结构部分融化,颗粒空隙受阻,导致吸水性降低<sup>[9]</sup>。吸油性是指全粉蛋白通过毛细管作用物理结合脂肪的能力<sup>[3]</sup>,脂肪对食品的口感和香味有重要影响。采用60℃低温热风干燥,全粉吸油性最高,若将其应用于饼干、糖果和冰激

凌等食品中,能较好的与脂肪相结合,使得产品品质更佳。

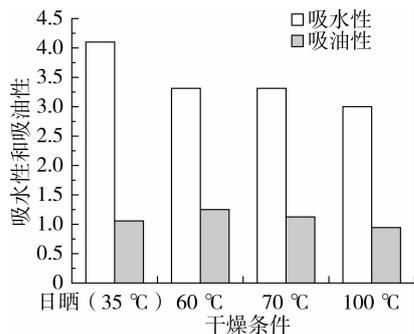
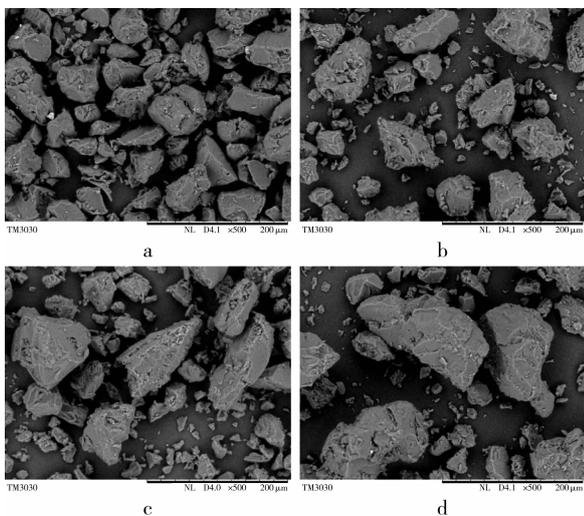


图3 不同干燥条件对香芋全粉吸水性和吸油性的影响

### 2.5 不同干燥条件对香芋全粉颗粒分散性的影响

图4是不同干燥条件香芋全粉扫描电镜图。从图上可以看出,采用低温日晒的方式干燥,全粉颗粒粒径较为均匀,分散性好。干燥温度越高,颗粒破碎程度不一,粒径不均匀,颗粒分散程度较差,不利于香芋全粉复水后的品质。干燥温度不同,水分蒸发的速度也不一样。干燥温度越高,表面水分蒸发太快,而内部水分扩散速率太慢,则会使全粉颗粒聚集,虽经粉碎,仍然难以得到粒径均匀全粉。日晒时干燥温度较低,可减缓表面水分蒸发速度,



(a. 日晒(约35 °C); b. 60 °C; c. 70 °C; d. 100 °C)

图4 不同干燥条件香芋全粉扫描电镜图

同时自然风能及时带走蒸发出来的水分,空气的相对湿度较小,有利于干燥的进行,得到的全粉颗粒粒径均匀。

### 3 结论

本研究表明,采用日晒干燥的全粉色泽较白,吸水性高,颗粒粒径均匀,但其含水量较高,不利于长期储存,同时日晒的干燥方式温度低干燥时间长,易受客观条件限制。采用低温(60 °C)热风干燥得到的全粉品质更佳,其储存期较长,颗粒粒径小分散均匀,较好地保留其营养成分,应用于食品加工中能吸收较多的水分和油脂,提高产品营养和感官品质,具有广阔的开发利用前景。

### 参考文献:

[1] 杨抑,吴卫国. 香芋加工系列产品研究[J]. 农业工程技术,2007(3):17-19.

[2] 杜弘坤,王华杰,王娟,等. 层析分析法在热风干燥条件制备荔浦香芋全粉优化中的应用[J]. 食品科学,2008,11(29):356-360.

[3] 童晶晶,赖富饶,吴晖,等. 加工因素对张溪香芋全粉品质影响[J]. 粮食与油脂,2014,8(27):20-24.

[4] GB 5009.3—2010,食品安全国家标准 食品中水分的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2010.

[5] GB 5009.5—2010,食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2010.

[6] GB/T 5009.7—2008,食品中还原糖的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2010.

[7] Richard Marcel Nguimbou, Nicolas Yanou Njintang, Himeda Makhlouf, et al. Effect of cross-section differences and drying temperature on the physicochemical, functional and antioxidant properties of giant taro flour[J]. Food bioprocess technology. 2013,6:1908-1819.

[8] 刘圣田,李素真,丰美久. 香芋的开发利用价值及栽培技术要点[J]. 山东农业科学,2001(3):19.

[9] Correia, R. P., Leitao, E. A., Beirao-da-Costa, L. M. Effect of drying temperature on chemical and morphological properties of acorn flours[J]. International Journal of Food Science and Technology. 2009,44:1729-1736