

# 不同干燥工艺对菠菜粉品质的影响

李昌文, 纵伟, 陈俊锋

(郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002)

**摘 要:**以新鲜菠菜为试材,研究了热风干燥、真空干燥、喷雾干燥3种干燥方式对菠菜粉感官品质、复水性、堆积密度、冲调液的分散性、色差等品质特性的影响。结果表明:喷雾干燥制备的菠菜粉的感官品质、复水性、堆积密度、分散性、色泽等都优于热风干燥和真空干燥,喷雾干燥可以较好的保持产品质量,而且节能和便于工业化生产,因此采用喷雾干燥工艺是制备菠菜粉比较好的方法。

**关键词:**菠菜;干燥方法;品质

**中图分类号:**S 636.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)23-0152-03

果蔬粉是近几年出现的一种现代果蔬加工产品,目前果蔬粉已被广泛用作配料加工其它食品,且几乎能应用到食品加工的各个领域,用于提高产品的营养成分,改善产品的色泽和风味,丰富产品品种等。果蔬粉具有以下优点:保持原有水果蔬菜的营养风味以及果蔬皮和核的营养成分,且不加任何添加剂和色素,适宜作为食品的优质配料;水分含量低,容易保藏,能大大降低贮藏、运输、包装等方面的费用;对原料的要求不高,特别是对可食性的皮、核均可利用,拓宽了果蔬原料的应用范围;具有保存和食用方便、可调性强及营养丰富等特点<sup>[1]</sup>。

菠菜又称波斯菜、菠棱菜、赤根菜、鸚鵡菜等,研究表明,菠菜营养成分丰富,富含多种维生素、矿物质及膳食纤维。现代医学表明菠菜具有通肠导便、防治痔疮,促进生长发育、增强抗病能力,保障营养、增进健康,促进人体新陈代谢,清洁皮肤、抗衰老等保健功能<sup>[2]</sup>。但菠菜由于水分含量高、季节性强、不耐贮藏,将菠菜的可食部分切碎后,经杀菌、调和、干燥后制成菠菜粉,其主要特点是保持菠菜原料原有的色泽、风味和纤维质,尤其是所含的纤维质具有良好的膨润性,食用时没有粗糙感。利用喷雾干燥法加工果蔬成粉,由于细小的雾滴与热空气接触迅速被干燥,颗粒在干燥室停留的时间最多为几秒钟,从而避免了营养成分与热空气接触时间过长而引起的热损失。该试验主要研究了热风干燥、真空干

**第一作者简介:**李昌文(1976-),男,硕士,讲师,现主要从事农产品加工与贮藏等研究工作。

**基金项目:**河南省教育厅自然科学研究计划资助项目(2011A550015)。

**收稿日期:**2013-07-25

## Effects of Two Different Preservatives on the Preservation of Strawberries

ZHU Jin-wei<sup>1,2</sup>, FENG Jiang-tao<sup>1</sup>, WANG Hao<sup>2</sup>, YAN Wei<sup>1</sup>

(1. Soochow Academy, Xi'an Jiaotong University, Soochow, Jiangsu 215123; 2. Forty-fourth Institution of the Fourth Academy, China Aerospace Science and Technology Corporation, Xi'an, Shaanxi 710025)

**Abstract:** Strawberries were used to investigate the preservative effects of 1-methylcyclopropene/ $\alpha$ -cyclodextrin (1-MCP/ $\alpha$ -CD) and 1-methyl-3-(2-methylcyclopropyl)-1-cyclopropene/Cu- $\beta$ -CD (1-MMPCP/Cu- $\beta$ -CD) on postharvest physiological effect and stored fruit quality at low temperature, so as to find the optimal treated concentration of two different preservatives and provide the theoretical basis for the storage of postharvest strawberries. The results showed that 1-MMPCP/Cu- $\beta$ -CD treatment had a good effect on keeping hardness of strawberries than that of 1-MCP/ $\alpha$ -CD, while 1-MCP/ $\alpha$ -CD could retain the contents of titratable acid, soluble sugar and Vitamin C better than that of 1-MMPCP/Cu- $\beta$ -CD. In a word, the effect of preservatives on non-climacteric fruit strawberry was not so notable.

**Key words:** strawberry; cyclodextrin; preservation; 1-methylcyclopropene; 1-methyl-3-(2-methylcyclopropyl)-1-cyclopropene

燥、喷雾干燥工艺对菠菜粉的感官品质、复水性、堆积密度、冲调液的分散性、色差的影响,以期对菠菜粉的制备工艺及其在食品工业中的应用提供技术参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

新鲜菠菜(市售),柠檬酸(上海华彭实业有限公司)。

电热恒温鼓风干燥箱(山东潍坊医药集团股份有限公司医疗器械厂);电热真空干燥箱(上海实验仪器厂有限公司);破碎打浆机(飞利浦公司);实验型粉碎机(飞利浦公司);85-2 恒温磁力搅拌器(江苏金坛中大仪器厂);501A 型超级数显恒温水浴(上海浦东荣丰科学仪器有限公司);实验型喷雾干燥机(上海沃迪科技有限公司);均质机(上海东华高压均质机厂);胶体磨(山东省莱州市顺通胶体磨厂);WSC-S 色差计(上海精密科学仪器有限公司)。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 干燥菠菜粉的制备方法** 菠菜预处理的工艺流程:新鲜菠菜选料→去杂→清洗→漂烫→沥干→干燥。操作要点:选用新鲜菠菜,去掉根部和黄叶,把原料表面的泥沙及杂质清除干净,漂烫 3 min,将漂烫过的菠菜置于筛网上沥干,用热风干燥、真空干燥和喷雾干燥 3 种不同的方法进行干燥。菠菜的热风干燥:对经过预先处理的菠菜用电热干燥箱进行干燥,采用热风温度 75℃,物料厚度 1 cm,干燥完成后用粉碎机将样品进行粉碎,过 80 目筛网。菠菜的真空干燥:对经过预先处理的菠菜采用间歇式真空干燥箱对菠菜进行干燥,真空度 0.095 MPa,干燥温度为 65℃,物料厚度 1 cm,干燥完成后用粉碎机将样品进行粉碎,过 80 目筛网。菠菜的喷雾干燥:将经过预先处理的菠菜用组织捣碎机进行打浆,再进行胶体磨处理,将处理好的菠菜浆液用均质机进行均质处理 2 次(均质压力为 25 MPa),将处理好的浆液进行喷雾干燥,干燥条件为进口温度 180℃,出口温度 70℃,进料速度 450 mL/h,干燥完成后过 80 目筛网<sup>[3]</sup>。

**1.2.2 菠菜粉感官品质评价** 菠菜粉的感官质量评分标准见表 1,按此标准对菠菜粉进行感官评分。

表 1 菠菜粉感官质量评分标准

Table 1 Sensory evaluation standards for spinach powder

项目	评分标准	满分/分
色泽	菠菜固有的绿色、无杂色	40
状态	粉粒细小均匀,松散,无结块,无霉变,无肉眼可见的杂质存在	40
气味和滋味	具有菠菜的天然清香、风味纯正、无异味	20

**1.2.3 菠菜粉理化品质测定** 复水性测定:称取一定质量的干燥菠菜粉  $M_1$ (绝干)置于烧杯中,量取 80℃ 的水 180 mL 倒入烧杯中搅拌,静置 3 min,滤纸过滤,称量过滤液质量  $M_2$ ,烘干滤液并称量残留可溶性固形物  $M_3$ ,并按下式计算复水率  $R$  值: $R=[180-(M_2-M_3)]/M_1$ 。

堆积密度测定:用小量筒进行测定,把样品慢慢的加入到量筒中,加入到一定体积时,对样品进行称重,直接得出它的堆积密度,要反复测定,减少误差。分散性测定:称取一定质量的干燥菠菜粉  $m$ (绝干)置于 250 mL 烧杯中,烧杯量取 80℃ 的水 180 mL 倒入烧杯中搅拌,静置 3 min,然后冲调液加水稀释 2 倍后过 8 mm 筛网,取筛上物烘至绝干,称量筛上物质量  $q$ ,按下式计算  $Q$  值, $Q(\%)=q/m$ 。若  $Q<0.05$ ,则菠菜粉的冲调分散性较好,反之则不好。菠菜粉色差的测定:用 WSC-S 色差计测定不同干燥工艺制备菠菜粉的  $L$  值、 $a$  值和  $b$  值<sup>[4]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同干燥方式对菠菜粉感官质量的影响

从表 2 感官评分可以看出,喷雾干燥得到的菠菜粉感官品质最好,真空干燥次之,热风干燥的感官品质最差,这是因为喷雾干燥机干燥速度快,料液经雾化后表面积大大增加,在热风气流中,瞬间就可蒸发 95%~98% 的水分,完成干燥时间仅需数秒钟,受热时间短,因此能较好的保持菠菜的色泽、状态、气味和滋味,而热风干燥受热时间长,表面容易硬化和发生美拉德反应,菠菜失色较大,状态、气味和滋味也较差,真空干燥比热风干燥速度快,温度也较低,因此品质比热风干燥要好。

表 2 不同干燥方式对菠菜粉感官质量的影响

Table 2 Effect of different drying methods on sensory properties of spinach powder

干燥方式	色泽	状态	气味和滋味	总分
热风干燥	26	34	15	75
真空干燥	30	35	16	81
喷雾干燥	37	36	18	91

### 2.2 不同干燥方式对菠菜粉复水性的影响

复水性是测定干燥蔬菜粉最为重要的指标之一,产品的复水性主要取决于物料细胞和结构的破坏程度。由表 3 可知,菠菜粉的复水比率为喷雾干燥>真空干燥>热风干燥,这是由于热风干燥时温度较高,蛋白质变性,糖分等水溶性成分随水分向外迁移,容易导致物料表面硬化结壳,所以复水性差,真空干燥温度低,蛋白质变性少,且由于干燥时间较长,对物料细胞组织结构破坏较大,喷雾干燥时,由于水分含量比较高,不至于引起温度过高,水分变成水蒸汽蒸发的同时细胞内水分含量少,生物化学反应也弱,不至于导致细胞结构的变化,同时形成均匀多孔的质地使产品易于吸水有良好的复水性。因此喷雾干燥得到的菠菜粉复水性最好<sup>[5]</sup>。

表 3 不同干燥方式对菠菜粉复水性的影响

Table 3 Effect of different drying methods on rehydration of spinach powder

干燥方式	热风干燥	真空干燥	喷雾干燥
复水率	5.5	7.5	8.1

## 2.3 不同干燥方式对菠菜粉堆积密度的影响

单位体积的松散果蔬粉所具有的质量称为堆积密度,堆积密度是表现干燥菠菜粉内部结构特性的品质之一。从表4可以得出,菠菜粉的堆积密度为热风干燥>真空干燥>喷雾干燥,热风干燥制备的菠菜粉不能形成大量的微孔,表面有硬化现象,因而堆积密度较大,真空干燥比热风干燥制备的菠菜粉疏松,因此堆积密度相对较小,喷雾干燥制备的菠菜粉结构最为疏松,因此堆积密度最小。

表4 干燥方式对菠菜粉堆积密度的影响

Table 4 Effect of different drying methods on bulk density of spinach powder

干燥方式	热风干燥	真空干燥	喷雾干燥
堆积密度/ $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$	0.3847	0.3573	0.2779

## 2.4 不同干燥方式对菠菜粉分散性的影响

分散性反映粉体的溶解速度,与粉体的复水性相似,分散性是测定干燥蔬菜粉最为重要的指标之一,分散性好的果蔬粉可以直接生产速溶果蔬营养粉或将其添加到其它食品中<sup>[6]</sup>。由表5可知,不同干燥方式得到的干制菠菜粉的分散性由好到坏依次是喷雾干燥、真空干燥、热风干燥。根据 $Q < 0.05$ 的标准,喷雾干燥、真空干燥、热风干燥方式得到的菠菜粉的分散性都较好。

表5 不同干燥方式对菠菜粉分散性的影响

Table 5 Effect of different drying methods on dispersion of spinach powder

干燥方式	热风干燥	真空干燥	喷雾干燥
分散性 Q	0.0376	0.03123	0.0268

## 2.5 不同干燥方式对菠菜粉色泽的影响

果蔬干燥脱水后的果蔬粉色泽的变化是影响其质量及市场价值的非常重要的一个指标,果蔬粉色泽以接近新鲜水果蔬菜本身具有的颜色较为理想<sup>[1,7-9]</sup>。由表6可以看出,喷雾干燥具有较好的色泽,最接近新鲜菠菜

色泽参数值,能够最大程度保持菠菜的天然色泽,喷雾干燥对菠菜粉色泽影响较小,而热风干燥和真空干燥对色泽影响较大,这是因为热风干燥和真空干燥加热的时间都较长,对菠菜中叶绿素的破坏也较大。

表6 不同干燥方式对菠菜粉色泽的影响

Table 6 Effect of different drying methods on color of spinach powder

干燥条件	L 值	a 值	b 值
热风干燥	53.58	-440.0	26.33
真空干燥	57.55	-473.8	29.56
喷雾干燥	49.91	-433.0	47.21

## 3 结论

菠菜粉的制备有多种工艺方法,采用喷雾干燥工艺制备得到的菠菜粉在感官品质、复水性、堆积密度、分散性、色泽等方面都优于热风干燥和真空干燥,喷雾干燥可以较好的保持菠菜粉的产品质量,而且便于工业化生产,因此喷雾干燥是制备菠菜粉比较好的方法。

## 参考文献

- [1] 刘华敏,解新安,丁年平. 喷雾干燥技术及在果蔬粉加工中的应用进展[J]. 食品工业科技,2009,30(2):304-308.
- [2] 崔彦玲. 菠菜的营养价值与食用方法[J]. 中国食物与营养,2003(2):23.
- [3] 马先英,赵世明,林艾光. 不同干燥方法对胡萝卜复水性及品质的影响[J]. 大连水产学院学报,2006,21(2):158-161.
- [4] 焦云鹏. 南瓜粉喷雾干燥法制备研究[J]. 食品科技,2006(12):54-57.
- [5] 汤慧民,熊华,熊小青,等. 干燥工艺对苦瓜粉品质的影响[J]. 食品与发酵工业,2005,31(4):90-92.
- [6] 彭伟,张成,徐洁琼. 不同熟化工艺处理对谷物杂粮果蔬粉品质的影响[J]. 粮食与食品工业,2012,19(6):68-72.
- [7] 王泽南. 喷雾干燥加工草莓粉研究[J]. 合肥工业大学学报,2005(28):203-212.
- [8] 杜卫华,孙金才,吴根苗,等. 真空冷冻干燥大蒜粉的工艺[J]. 无锡轻工大学学报,2003,22(3):18-20.
- [9] 汤慧民,熊华,熊小青. 干燥工艺对苦瓜粉品质的影响[J]. 食品与发酵工业,2005,31(4):90-92.

## Effects of Different Drying Methods on Quality of Spinach Powder

LI Chang-wen, ZONG Wei, CHEN Jun-feng

(Food and Bioengineering Department, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450002)

**Abstract:** Taking fresh spinach as material, the effects of different drying methods including hot air drying, vacuum drying and spray drying on sensory properties, rehydration, bulk density, dispersion and color of spinach powder were studied. The results showed that spinach powder from spray drying was better than the products of hot air drying and vacuum drying. Good quality could be preserved by way of spray drying, it also saved power. So the better way of making spinach powder was spray drying.

**Key words:** spinach; drying methods; quality