

DOI:10.11937/bfyy.201523038

不同干燥方式对杏鲍菇品质的影响

赵文亚^{1,2}, 张 慇¹

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122; 2. 枣庄学院 生命科学院, 山东 枣庄 277160)

摘 要:以新鲜杏鲍菇为试材,分别采用热风干燥、微波真空干燥和真空冷冻干燥3种干燥方式进行处理,通过测定干制品的复水比、硬度、色泽、质构以及感官等指标,研究了3种干燥方式对杏鲍菇干制品品质的影响。结果表明:真空冷冻干燥制得的杏鲍菇在复水性、质地、色泽、气味、形态等各个方面均优于微波真空干燥和热风干燥,杏鲍菇干制品品质最好。

关键词:杏鲍菇;干燥方法;品质

中图分类号:S 646.1⁺41 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0134-04

杏鲍菇(*Pleurotus eryngii*)属侧耳科(Pleurotaceae)侧耳属(*Pleurotus*)食用菌^[1],又称刺芹侧耳、雪茸。杏鲍菇肉质肥厚,质地脆嫩,味道鲜美,兼有杏仁和鲍鱼香味,深受消费者的喜爱^[2-3]。杏鲍菇营养丰富,蛋白质、多糖和膳食纤维等营养成分含量丰富^[4]。研究表明,多糖是杏鲍菇的主要生物活性物质之一,具有抗氧化^[5-7]、抗

疲劳^[8]、抗菌^[9]、改善肠胃功能^[10]、防止动脉硬化^[11-12]、降血糖^[13]和抗肿瘤^[14-16]等药理作用。近年来,我国杏鲍菇工厂化栽培发展迅速,产量急剧增加。但由于杏鲍菇含水率高,生理代谢旺盛,采摘后易腐败难保藏^[17-18],采后保鲜加工成为杏鲍菇产业发展亟待解决的问题。脱水干制是杏鲍菇加工贮藏的一个重要措施,对减少其采后损失,提高经济效益具有重要意义。目前蔬菜干制的方法很多,有热风干燥、真空干燥、微波真空干燥、远红外干燥、真空冷冻干燥、高真空干燥以及各种干燥组合^[19],不同的干燥方法对干制品的影响很大,采用合理的干燥方式可最大限度地保持产品的品质。因此,该研究探讨了热风干燥、真空微波干燥和真空冷冻干燥3种干燥方式对杏鲍菇品质的影响,旨在为杏鲍菇的干制工

第一作者简介:赵文亚(1976-),女,山东滕州人,硕士,副教授,研究方向为农产品深加工。E-mail:zwylzg@126.com.

责任作者:张慇(1962-),男,浙江平湖,人,博士,教授,博士生导师,现主要从事农产品贮藏与加工等研究工作。E-mail:min@jiangnan.edu.cn.

基金项目:国家“863”计划重点资助项目(2011AA100802)。

收稿日期:2015-07-27

[3] 范广华,赵文路,马燕.3种新型生物药剂防治甜瓜白粉病药效试验[J].蔬菜,2012(9):65-66.

[4] 孟树明,张红杰,田再民,等.4%四氟醚唑水乳剂防治黄瓜白粉病田间药效试验[J].河北北方学院学报,2014,30(1):33-35.

Efficacy Trials of 4% Tetraconazole Aqueous Emulsion Against Melon Powdery Mildew

MEI Liyan¹, WANG Xiqing², WEN Ling², JIA Yunhe²

(1. Institute of Plant Protection, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Branch of Horticultural, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150069)

Abstract: The experimental material of this trial was 4% tetraconazole aqueous emulsion, the experimental comparison were Thiphanate-methyl and water. 4% tetraconazole aqueous emulsion was used in the field efficacy trials to control melon powdery mildew. The results showed that control effect of 4% tetraconazole aqueous emulsion was better to melon powdery mildew, after spraying 2 times, the control efficiency of 4% tetraconazole aqueous emulsion to melon powdery mildew was over 80%, and it was safe to melon leaves and fruits in all experiments. The control effect of 4% tetraconazole aqueous emulsion was significantly higher than CK, the control effects were higher to melon powdery mildew, especially 4% tetraconazole aqueous emulsion at 800× and 600×, control efficacy were 74.94% and 81.63%, respectively.

Keywords: 4% tetraconazole aqueous emulsion; melon powdery mildew; efficacy trials

艺提供一定的理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料杏鲍菇购于无锡市欧尚超市。

1.2 试验方法

1.2.1 原料的处理 将杏鲍菇清洗干净后,用刀切成 7 mm 厚度、厚薄均一的片,开水烫漂 5 min 后,用凉水进行冷却,沥去表面的水分备用。

1.2.2 干燥试验 热风干燥:将处理好的杏鲍菇片以薄层形式摆放在网盘上,置于热风干燥箱内进行干燥,温度设定为 60℃,干燥至物料水分含量低于 5% 时停止,干燥时间为 7 h。微波真空干燥:将处理后的杏鲍菇片以薄层形式摆放在四氟乙烯圆盘内,置于微波真空干燥器内进行干燥,杏鲍菇装载量为 100 g,在真空度为 -0.09 MPa,功率为 1.2 kW 的条件下进行加热,干燥至物料水分含量低于 5% 时停止,干燥时间为 1.5 h。真空冷冻干燥:将预处理后的杏鲍菇在物料盘中铺开为薄层,先置于 -65℃ 冰箱内冷冻 24 h,取出后放入真空冷冻干燥器中,真空度为 -0.1 MPa,冷阱温度为 -30℃,加热板温度为 55~60℃,加热功率为 500 W,干燥至物料水分含量低于 5% 时停止,干燥时间为 9 h。

1.3 项目测定

1.3.1 复水比 分别称取 3 种方式处理的样品各 5 g,置于 100℃ 水中浸泡 30 min,用水量为干重的 50 倍,取出后用滤纸吸干表面的水分,称取复水后的样品重量。复水比表示复水后样品沥干重和干燥样品重的比值,反映了样品的复水倍数。复水比计算公式为 $R=W_2/W_1$, 式中:R 为复水比;W₁ 为干燥样品的质量,g;W₂ 为干燥样品复水后沥干质量,g。

1.3.2 硬度 采用 TA-XT Plus 型物性测试仪进行 TPA 分析,用穿刺力表示产品的硬度,测试程序的主要参数设置为:P/2N 探头,测前速度 1.5 mm/s,测试速度 5.0 mm/s,测后速度 10 mm/s,变形 70.0%,触发力 10.0 g。

1.3.3 色泽 用测色色差计进行测定:L* 值(lightness, 亮度),其值从 0 到 100 变化,0 表示黑色,100 表示白色,值越大表示色泽越亮。a* 值(Redness, 红色度),表示从红到绿的值,100 为红色,-80 为绿色。b* 值(Yellowness, 黄色度),表示从黄色到蓝色的值,100 为黄色,-80 为蓝色。每种样品取 3 个样,每样旋转 3 次不同角度分别读数,取读数的平均值。

1.3.4 微观结构 采用日本日立公司 TM-1000 型扫描电子显微镜观察干制杏鲍菇的微观结构,在 600 倍的放大倍数下进行拍照。

1.3.5 感官评价 由 10 名品评员组成感官评价小组,对干燥后的杏鲍菇片从色泽、质地、气味、形态几个方面

进行感官评价并进行打分。以 10 分制计,每个样取 10 个人所打分值的平均值。感官评价参考标准见表 1。

表 1 干制杏鲍菇感官评价参考标准

Table 1 The sensory evaluation reference standard of dried *Pleurotus eryngii*

分值 Score	感官描述 Sensory descriptions
9~10	白色,皱缩度小,能保持原形,质地疏松、质脆,杏鲍菇香气浓郁
6~8	黄褐,皱缩度较小,基本保持原形,较疏松、硬度稍大,杏鲍菇香味淡
1~5	严重褐变,皱缩度大,不能保持原形,硬度大,无杏鲍菇香味

1.4 数据分析

数据采用 SPSS 17.0 进行统计分析,均值之间的显著性差异采用 Duncan's Multiple Range test 进行检验。

2 结果与分析

2.1 不同干燥方式对复水比的影响

从图 1 可以看出,热风干燥的杏鲍菇的复水比最小,真空干燥的杏鲍菇复水比次之,而真空冷冻干燥的杏鲍菇的复水比最大。主要原因是热风干燥的杏鲍菇,因经过长时间高温加热,表面严重收缩而形成硬壳,内部结构致密,孔径少^[20],所以复水性差。微波真空干燥由于微波的膨化作用也会形成多孔性结构,但网络结构破坏严重,持水性较差,因此复水性能也较差。真空冷冻干燥的杏鲍菇呈多孔性结构,且结构完整,复水时有利于水的进入并能保持住,其复水性最好。

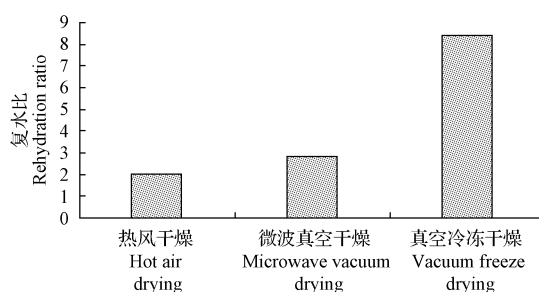


图 1 不同干燥方式对杏鲍菇复水比的影响

Fig. 1 Effect of different drying methods on the rehydration ratio of dried *Pleurotus eryngii*

2.2 不同干燥方法对杏鲍菇硬度的影响

从图 2 可以看出,微波真空干燥的杏鲍菇硬度最大,其次是热风干燥处理,硬度最小的是真空冷冻干燥处理。

2.3 不同干燥方式对色泽的影响

由表 2 可以看出,真空冷冻干燥的杏鲍菇的 L* 值大于鲜品,且存在显著性差异,热风干燥和微波真空干燥的杏鲍菇的 L* 值均低于鲜品,差异也显著,L* 值说明杏鲍菇的亮度为真空冷冻干燥>新鲜品>微波真空干燥>热风干燥;真空冷冻干燥的 a*、b* 都与鲜品均无显著性差异,说明真空冷冻干燥的杏鲍菇色泽比较白,接

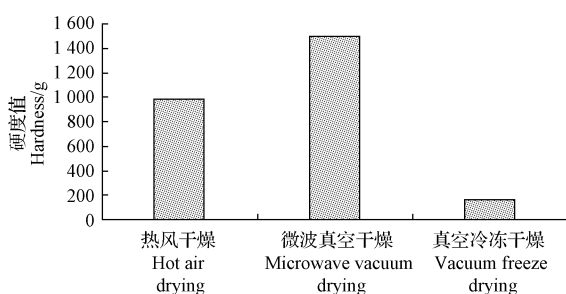


图2 不同干燥方式对杏鲍菇硬度的影响

Fig.2 Effect of different drying methods on the hardness of dried *Pleurotus eryngii*

新鲜品,热风干燥和微波真空干燥的 a^* 值均高于鲜品,且存在显著性差异,只有热风干燥的 b^* 值与鲜品存在差异,热风干燥和微波真空干燥的杏鲍菇色泽偏红,热风干燥的杏鲍菇色泽最暗。这是因为果蔬在热风干燥过程中易被氧化而产生褐变,微波真空干燥也会出现褐变现象,而且由于水分对微波吸收存在不均匀性,容易导致局部温度过高,局部出现焦糊现象。真空冷冻干燥由于处在真空低温的环境中,可有效避免氧化而产生的

表2 不同干燥方式对色泽的影响

Table 2 Effect of different drying methods on the color of dried *Pleurotus eryngii*

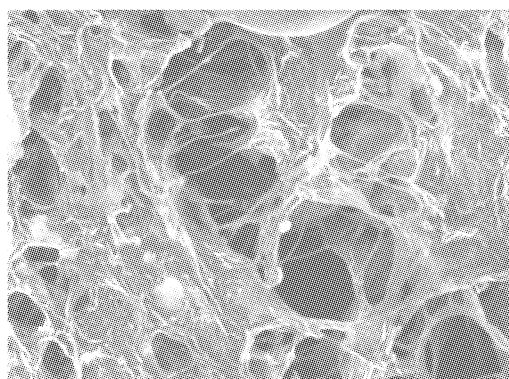
处理方式	L*	a*	b*
Processing method	Lightness	Redness	Yellowness
新鲜品	65.54±0.93b	-0.54±0.25c	12.84±0.34bc
热风干燥	54.61±6.92c	3.33±1.24a	16.25±2.58a
微波真空干燥	58.17±6.35c	1.81±0.71b	14.92±6.00ab
真空冷冻干燥	81.22±2.48a	-0.75±0.17c	10.69±1.09c

注:同一列中 a, b, c 不同字母表示组间有显著性差异 ($P < 0.05$)。

褐变。因此,在色泽方面,真空冷冻干最好,其次是微波真空干燥,最差的是热风干燥。

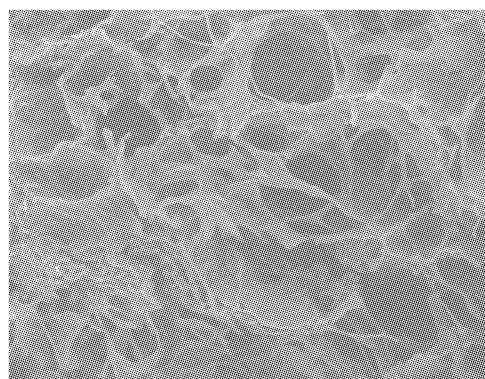
2.4 不同干燥方式对杏鲍菇微观结构的影响

从图3可以看出,真空冷冻干燥的杏鲍菇结构呈多孔海绵状,组织结构疏松,孔隙大,结构完整;经过微波真空干燥的杏鲍菇内部也有孔状结构,但孔隙比真空冷冻干燥的要小,而且存在着较严重的断裂现象,说明杏鲍菇结构有所破坏;热风干燥的杏鲍菇结构比较致密,空隙非常少,产品感官表现较为坚硬,这也是热风干燥产品硬度大、收缩程度高的原因。产品的组织结构和产品的复水性结果是一致的。



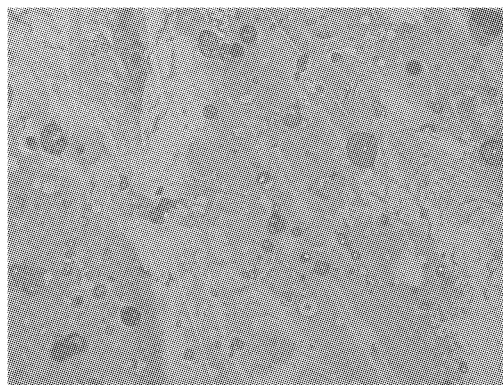
TM1000 2014-12-29 10:16 ×600 100 μm

A 真空冷冻干燥样品
Samples of vacuum freeze drying



TM1000 2014-12-29 10:38 ×600 100 μm

B 微波真空干燥样品
Samples of microwave vacuum drying



TM1000 2014-12-29 11:01 ×600 100 μm

C 热风干燥样品
Samples of hot air drying

图3 不同干燥方式处理的杏鲍菇电镜扫描图

Fig.3 Scanning electron microscopys figures of dried *Pleurotus eryngii* by different drying methods

2.5 不同干燥方式的杏鲍菇感官评价

由表3可知,3种干燥方式处理的杏鲍菇在感官上存在着较大的差异,热风干燥处理的产品色泽最差,发生了严重的褐变,而且出现了严重的变形,质地表现出较强的韧性,因干燥时间较长,所以对香味有所破坏,杏鲍菇香味比较淡,同时有些焦糊的味道,因此,感官得分最低。微波真空干燥的杏鲍菇也

发生了一定程度的褐变,色泽呈黄褐色,比热风干燥的色泽要好些,但表面会出现色泽不均的现象,出现一些焦糊斑点,可以较好的保持原形,但质地比较硬,香味也会有些破坏,得分介于热风干燥和真空冷冻之间。真空冷冻干燥制得的杏鲍菇,色泽洁白,很好地保持了原来的形状,质地松脆,香气浓郁,感官评分最高。

表3 不同干燥方式干燥的杏鲍菇的感官评价结果

处理方式 Processing method	感官描述 Sensory descriptions	得分 score
热风干燥	色泽暗淡,褐变严重,不能保持原形,皱缩厉害,韧性强、无脆感,有杏鲍菇香味,有焦糊味	6.7
微波真空干燥	色泽黄褐,颜色不均匀,部分出现焦糊色,皱缩度小,基本保持原形,硬度稍较大,有杏鲍菇香味,稍有焦糊味	8.2
真空冷冻干燥	白色,收缩度小,能较好地保持原形,疏松、质脆,杏鲍菇香气浓郁	9.5

3 结论

由试验结果可知,真空冷冻干燥的杏鲍菇的复水比为8.45,明显大于其它2种干燥方式,色泽洁白,质地疏松,很好地保持了杏鲍菇原有的形状和香味,复水性、质地、色泽、气味、形态等各项指标均优于微波真空干燥和热风干燥。综合评价,真空冷冻干燥法制得的杏鲍菇干品质最好,其次是微波真空干燥,热风干燥最差。

参考文献

- [1] 徐珂,柯乐芹,肖建中,等.杏鲍菇多糖超声辅助酶法提取条件优化[J].浙江农业学报,2015,27(4):647-651.
- [2] 罗懿洋,任道远,陈丽芳,等.杏鲍菇多糖的单糖组成分析及其抗氧化活性研究[J].食品工业科技,2015(8):158-161,166.
- [3] 田景花,李明,李守勉,等.我国杏鲍菇生产研究进展[J].北方园艺,2013(4):179-181.
- [4] 芦菲,李云波,时双千,等.杏鲍菇肠配料组成及保藏特性研究[J].食品工业科技,2015,36(6):285-289.
- [5] 盛伟,方晓阳.杏鲍菇菌丝体胞内与胞外多糖体外抗氧化活性研究[J].中国林副特产,2009,24(1):7-10.
- [6] 汪建中,李艳如,龚华锐,等.杏鲍菇粗多糖的抗氧化活性研究[J].安徽师范大学学报(自然科学版),2014,37(2):160-164.
- [7] 刘海英,张运峰,范永山,等.平菇、杏鲍菇和白灵菇菌丝多糖对·OH、DPPH·和NO₂·的体外清除作用[J].中国农学通报,2010,26(17):26-30.
- [8] 郑素玲,郭立英,范永山.杏鲍菇多糖对老龄小鼠的抗疲劳能力的影响[J].食品科学,2010,31(7):269-271.
- [9] 张丽,彭小列,张建锋,等.杏鲍菇多糖的提取及其抑菌作用[J].贵州农业科学,2010,38(9):90-92.

- [10] SYNYTSYA A, MICKOVA K, SYNYTSYA A, et al. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: structure and potential prebiotic activity[J]. Carbohydrate Polymers, 2009, 76(4):548-556.
- [11] MORI K, KOBAYASHI C, TOMITA T, et al. Antiatherosclerotic effect of the edible mushrooms *Pleurotus eryngii* (Eringi), *Griifolia frondosa* (Maitake), and *Hypsizygus marmoreus* (Bunashimeji) in apolipoprotein E-deficient mice[J]. Nutrition Research, 2008, 28(5):335-342.
- [12] KIM S W, KIM H G, LEE B E, et al. Effects of mushroom, *Pleurotus eryngii*, extracts on bone metabolism[J]. Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland), 2006, 25(1):166-170.
- [13] 韩波,杨丽艳,张艳,等.微波辅助提取杏鲍菇多糖及降血糖作用的研究[J].吉林化工学院学报,2014,31(5):42-45.
- [14] CARBONERO E R, GRACHER A H P, SMIDERLE F R, et al. A β-glucan from the fruit bodies of edible mushrooms *Pleurotus eryngii* and *Pleurotus ostreatus* [J]. Carbohydrate Polymers, 2006, 66(2):252-257.
- [15] 迟桂荣,徐琳,吴继卫,等.杏鲍菇多糖的抗病毒、抗肿瘤研究[J].莱阳农学院学报(自然科学版),2006,23(3):174-176.
- [16] 刘海英,范刘士博.杏鲍菇多糖对S180荷瘤小鼠的保护作用[J].食品科学,2015,36(3):198-201.
- [17] 李志刚,宋婷,冯翠萍,等.不同温度对杏鲍菇减压贮藏品质的影响[J].农业工程学报,2015,31(3):332-338.
- [18] 陈健凯,林河通,李辉,等.杏鲍菇的热风干燥特性与动力学模型[J].现代食品科技,2013,9(11):2692-2699,2579.
- [19] 赵肖肖,王丹,马越,等.脱水蔬菜研究进展[J].农产品加工(学刊),2013,338(12):39-41.
- [20] 刘志芳,汪文科,王治江,等.不同干燥方法对鸡腿菇干制品品质的影响[J].食品与发酵工业,2012,38(4):108-111.

Effect of Different Drying Methods on the Quality of Dried *Pleurotus eryngii*ZHAO Wenya^{1,2}, ZHANG Min¹

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122; 2. College of Life Sciences, Zaozhuang University, Zaozhuang, Shandong 277160)

Abstract: Fresh *Pleurotus eryngii* mushroom was dried by hot air, microwave vacuum and vacuum freeze. Rehydration ratio, hardness, color, structure and sensory were determined to study the effect of different drying methods on the product quality. The results showed that the quality of the *Pleurotus eryngii* dried by vacuum freeze was better than that dried by microwave vacuum drying and hot air drying in complex water, texture, color, smell and shape.

Keywords: *Pleurotus eryngii*; drying methods; quality