

干燥条件对熟化竹荪品质的影响

Effect of drying conditions on quality of cooked dictyophora

任 亭 程亚娇 游玉明 刘 雄

REN Ting CHENG Ya-jiao YOU Yu-ming LIU Xiong

(西南大学食品科学学院, 重庆 400715)

(College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

摘要:为了选出对熟化竹荪干制品最好的干燥方式及干燥温度,以熟化的竹荪为原料,比较热风干燥、真空干燥、远红外干燥和真空冷冻干燥 4 种干燥方式在不同的干燥温度条件下对熟化竹荪干制品色泽、复水性、质构、多糖含量及组织结构的影响。结果表明,真空冷冻干燥和真空干燥能使竹荪干制品分别在 20,30 min 达到完全复水,而热风干燥和远红外干燥均需要 40 min 才能完全复水。真空冷冻干燥和真空干燥的整体色泽 ΔE 值明显低于热风干燥和远红外干燥,其中真空冷冻干燥在 20℃条件下干燥的竹荪干制品 ΔE 值最小为 3.021。真空冷冻干燥和真空干燥均使竹荪干制品的硬度和咀嚼性小于热风干燥和远红外干燥,但对弹性影响不大。真空冷冻干燥能基本保持竹荪原有的组织结构且制品的多糖含量显著高于其他三种干燥方式。综合试验结果,真空冷冻干燥和真空干燥方式均能较好地保持熟化竹荪干制品品质。

关键词:竹荪;热风干燥;远红外干燥;真空干燥;真空冷冻干燥

Abstract: In order to select the best drying method and temperature of dried cooked dictyophora, compared the influence of four different drying methods, hot air drying, vacuum drying, far infrared drying and vacuum freeze drying, under different drying temperature on colour, rehydration, texture, polysaccharide content and organization structure of dried cooked dictyophora. The results showed that that the dried cooked dictyophora during vacuum freeze drying and vacuum drying could full rewatered in 20 min and 30 min respectively, while hot air drying and far infrared drying all need 40 min. The ΔE value of cooked dictyophora dried by vacuum freeze drying and vacuum drying was significantly lower than that dried by hot-air drying and far infrared drying. The sample dried by vacuum freeze at 20℃ has the minimum ΔE value with 3.021. The hardness

and chewiness of cooked dictyophora dried by vacuum freeze drying and vacuum drying less than the sample dried by hot-air drying and far infrared drying, but has little effect on the elastic. The cooked dictyophora dried by vacuum freeze drying could keep the structure and the polysaccharide content of the dry products was significantly higher than other three drying methods. The results of the experiment indicated that the vacuum freeze drying and vacuum drying methods could better maintain the quality of dried cooked dictyophora.

Keywords: dictyophora; hot air drying; vacuum drying; far-infrared drying; vacuum freeze drying

竹荪又名竹笙、竹参,是一种食用菌,属于多孔性食物原料。竹荪含有丰富的氨基酸和多糖物质,有“山珍之王”的美称。经研究,竹荪具有抗癌^[1]、抗氧化^[2]、降血糖^[3]和防止动脉硬化^[4]等功效。但竹荪因含水量较高,易滋养微生物发生腐败,采摘后难保藏,需及时干燥。经过熟化再干燥处理的竹荪复水后可用于方便、速食食品的调味包,但熟化处理会改变竹荪理化性质,影响其脱水干燥。目前热风干燥、真空冷冻干燥、微波干燥、真空干燥、远红外干燥以及各种干燥方式的联合运用已广泛用于杏鲍菇^[5]、茶树菇^[6]、香菇^[7]、香蕉片、甘薯粉^[8]等农产品干制品的加工。而针对竹荪干燥的研究仅是对原料鲜竹荪直接的干燥技术^[9],对熟化竹荪的研究未见报道,因此,本试验主要通过研究热风干燥、真空干燥、远红外干燥和真空冷冻干燥 4 种干燥方式对熟化竹荪色泽、复水性、质构、多糖含量及组织结构的影响,从而选出对熟化竹荪品质保存最好的干燥方式和条件,旨在为提高竹荪的商品价值提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

竹荪:无裙竹荪,源于贵州省毕节市大方县百里杜鹃林瑞中药材种植专业合作社;

无水氯化钙:食品级,浙江大成钙业有限公司;

作者简介:任亭,女,西南大学在读硕士研究生。
通讯作者:刘雄(1970—),男,西南大学教授,博士。
E-mail: liuxiong848@hotmail.com

收稿日期:2016—06—15

无水乙醇、苯酚、浓硫酸、葡糖糖等:分析纯,重庆川东化工(集团)有限公司。

1.2 仪器与设备

质构分析仪:TA-XT2i 型,英国 SMS 公司;
测色仪:UltraScan PRO 型,美国 HunterLab 公司;
电热恒温鼓风干燥箱:DHG-9070 型,上海齐欣科学仪器有限公司;
真空干燥箱:DZF-6021 型,上海齐欣科学仪器有限公司;
远红外干燥箱:FCD-3000 型,天津市通利信达仪器厂;
真空冷冻干燥机:ALPHA1-4LSC 型,德国 Christ 公司;
扫描电子显微镜:JSM-6510LV 型,日本电子株式会社(JEOL);
紫外分光光度计:UV-2450 型,日本岛津公司。

1.3 试验方法

称取 25 g 干制竹荪洗净分割成 2 cm 左右大小均等块状,经 0.1%无水 CaCl₃硬化,烫漂再预煮 5 min 后,等分成 4 份,分别进行热风干燥(AD)、真空干燥(VD)、远红外干燥(FID)、真空冷冻干燥(VFD)。

(1) 热风干燥:分别在 40,50,60,70 ℃下进行干燥,干燥期间每 20 min 称重,直到样品含水量在 10%以下。

(2) 真空干燥:在真空度为 0.088 MPa 的条件下,分别在 50,60,70,80 ℃下进行干燥,干燥期间每 30 min 称重,直到样品含水量在 10%以下。

(3) 远红外干燥:分别在 40,50,60,70 ℃下进行干燥,期间每隔 20 min 称量样品重量,直到样品含水量在 10%以下。

(4) 真空冷冻干燥:先置于一 80 ℃预冻,预冻完成后将样品平铺于托盘中,使真空度达到 30 Pa 以下,控制板层温度分别为 20,30,40,50 ℃,干燥期间每 20 min 称重,直到样品含水量在 10%以下。

1.4 测定指标及检测方法

1.4.1 复水性的测定 分别称取一定量竹荪干品于烧杯中,加 20 倍沸水置于 60 ℃恒温水浴锅中,5 min 后捞出沥干,用吸水纸吸干样品表面水分后称重,重复操作直到样品连续重量相差±0.05 g。干燥产品的复水特性可用复水比来评价,按式(1)计算:

$$R = \frac{G_t}{G_0}$$
 (1)

式中:

R——复水比,g/g;

G_t——复水 5 min 后样品的质量,g;

G₀——复水前样品的质量,g。

1.4.2 色泽的测定 将竹荪样品粉碎过 60 目筛,用透明保鲜膜包好,在室温条件下使用测色仪采用去除镜面反射模式进行色泽的测定。每次测定重复 3 次,分别平行取样。色泽参数分别为明度值 L、红绿值 a、黄蓝值 b。通过 L、a、b 值按式(2)计算总色差值。

$$\Delta E = \sqrt{(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2}$$
 (2)

式中:

ΔE——总色差值;

L——复水后样品明度值;

L₀——空白透明保鲜膜明度值;

a——复水后样品红绿值;

a₀——空白透明保鲜膜红绿值;

b——复水后样品黄蓝值;

b₀——空白透明保鲜膜黄蓝值。

1.4.3 质构的测定 将熟化竹荪样品切成 1 cm×1 cm×0.3 cm(长×宽×厚)的薄片,采用 TA-XT2i 物性测定仪,在 P36R 探头下做 TPA 测试。质构仪参数:测前速率 2 mm/s,测试速率 0.5 mm/s,测后速率 1 mm/s;压缩程度 40%,停顿时间 5 s,数据采集速率 400 s⁻¹;触发值 5 g,每个样品测试重复 3 次,分别平行取样。

1.4.4 多糖含量的测定

(1) 多糖的提取:称取 0.500~1.000 g 粉碎后过 20 mm 孔径筛的熟化竹荪干制样品,置于 50 mL 具塞离心管内。用 5 mL 水浸湿样品,缓慢加入 20 mL 无水乙醇,同时使用涡旋振荡器振摇,使混合均匀,置 KQ5200DE 超声提取器中在功率 75 W,55 ℃下提取 30 min。提取结束后,于 4 000 r/min 离心 10 min,弃去上清液。不容物用 10 mL 乙醇溶液洗涤、离心(5 000 r/min,10 min)。用水将上述不容物转移入圆底烧瓶,加入 50 mL 蒸馏水,装上磨口的空气冷凝管,于沸水浴中提取 2 h。冷却至室温,过滤,将上清液转移至 100 mL 容量瓶中,残渣洗涤 2~3 次,洗涤液转至容量瓶中,加水定容,即为竹荪多糖提取液。

(2) 标准曲线的绘制:取干燥至恒重的葡糖糖 0.103 9 g,加水定容至 100 mL,吸取 10 mL 再定容至 100 mL。得到 0.103 9 mg/mL 的葡糖糖标准液。分别吸取 0.0,0.2,0.4,0.6,0.8,1.0 mL 的葡萄糖标准液置 20 mL 玻璃试管中,用蒸馏水补至 1.0 mL。向试液中加入 1.0 mL 苯酚溶液,然后快速加入 5.0 mL 硫酸,静置 10 min。使用涡旋振荡器使反应液充分混合,然后将试管置于 30 ℃水浴中反应 20 min,490 nm测吸光度。以葡糖糖质量浓度为横坐标,吸光度值为纵坐标,制定标准曲线。

(3) 熟化竹荪干品中多糖的测定:吸取 1.0 mL 样品溶液于 20 mL 具赛试管中,按 1.4.4(1)操作。同时做空白。

1.4.5 组织结构测定 将经过 4 种干燥方式制得的熟化竹荪样品切成适宜大小的薄片用双面胶粘到扫描样品台上,真空喷发镀金后,用 JSM-5310LV 型扫描电镜进行扫描观察,并拍照。

1.4.6 数据分析 试验数据以 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示,统计学分析用 SPSS 17.0 软件进行。各组结果的比较用 Duncan 法进行两两比较,显著水平 P<0.05。

2 结果与分析

2.1 对竹荪复水率的影响

干品的复水性主要由物料的内部结构和细胞的破坏程度决定。由图 1 可知,在同一干燥方式下,复水比随干燥温度的升高而减小,复水性变差;随着时间的延长,复水速度减

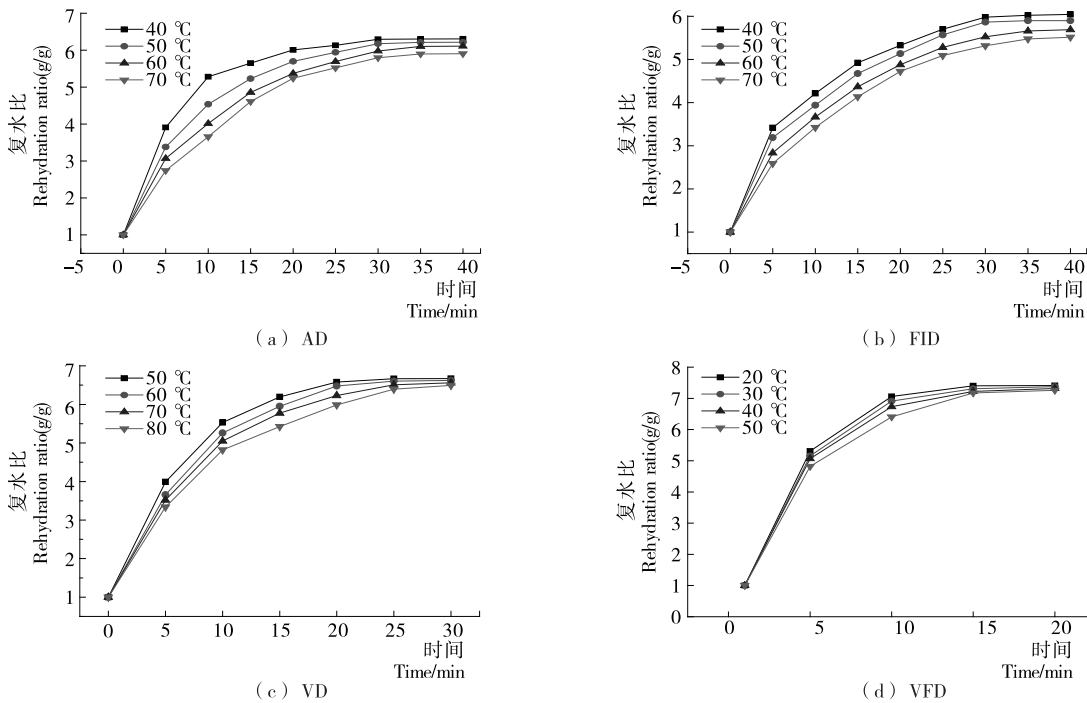


图 1 干燥条件对竹荪复水比的影响

Figure 1 The effect of drying condition on rehydration ration of dictyophora

慢,这与李恩婧^[10]研究结果一致,可能是在干燥过程中高温使竹荪内部结构发生了不可逆的破坏,细胞的完整性丧失,组织结构坍塌;4种干燥方式中 VFD 的复水比最大,复水速度最快,VD 次之,AD 和 FID 的复水性较差,可能是长时间高温加热,使竹荪内部产品空间结构坍塌,糖类等水溶性物质随着水分向表面移动,导致样品收缩表面形成硬壳,复水性变差,复水后产品无法恢复到原有的组织结构^[11]。

2.2 对竹荪色泽的影响

由表 1 可知,VD、VFD 干制样品的 ΔE 明显低于 AD 和 FID,可能是 VFD 在升华过程中水分子逐渐向物料表面移动,并未破坏内部组织结构,也未带走水溶性色素和营养物质^[12],同时由于温度低,氧气含量少,抑制了物料发生美拉德非酶促反应,最大限度地保持了竹荪的色泽,因此色泽变化较小。VD在相对缺氧的条件进行干燥,可以避免产品的

表 1 干燥条件对竹荪色泽的影响[†]

Table 1 The effect of drying conditions on color of *dictyophora*

干燥方式	干燥温度/℃	L	a	b	ΔE
AD	40	60.42±0.91 ^a	7.16±0.53 ^a	29.36±1.45 ^{ab}	21.808
	50	57.93±2.60 ^b	9.24±0.85 ^b	29.83±1.41 ^a	24.789
	60	54.82±1.81 ^c	9.55±0.58 ^b	29.01±2.16 ^{ab}	27.737
	70	52.96±2.04 ^d	9.18±0.74 ^b	28.14±2.46 ^b	29.373
FID	40	66.77±3.36 ^a	6.31±0.73 ^a	27.65±1.49 ^a	15.281
	50	62.52±1.43 ^b	7.73±0.92 ^c	30.43±1.33 ^a	20.134
	60	60.42±0.91 ^c	7.17±0.53 ^{bc}	29.36±1.45 ^a	21.808
	70	54.57±1.27 ^d	8.66±1.05 ^b	28.28±2.66 ^a	27.696
VD	50	72.66±1.75 ^a	5.75±0.64 ^a	28.65±0.69 ^a	9.760
	60	67.30±1.29 ^b	7.40±0.97 ^b	29.39±1.46 ^{ab}	15.375
	70	64.87±1.45 ^c	7.22±0.92 ^b	28.31±2.01 ^a	17.425
	80	58.29±1.97 ^d	9.32±0.77 ^c	30.49±1.87 ^b	24.573
VFD	20	78.55±1.29 ^a	2.80±0.66 ^a	27.01±1.04 ^a	3.021
	30	77.35±1.10 ^b	3.59±0.72 ^b	26.42±1.38 ^{ab}	4.317
	40	75.93±0.86 ^c	3.97±0.80 ^c	27.69±0.65 ^b	5.948
	50	73.60±1.79 ^d	4.81±1.55 ^d	27.51±4.33 ^{bc}	8.348

[†] 同列同一种干燥方式不同温度小写字母表示显著性差异(P<0.05)。

色素褐变,而 AD 由于干燥温度高,时间长,对色泽影响较大。

同一种干燥方式随着温度的升高,白度值 L 呈现降低的趋势,且差异较显著($P<0.05$),说明温度越高,竹荪褐变越严重; a 、 b 均为正值,说明竹荪色泽偏向于红黄色,温度越高,红度值 a 越大,说明高温使竹荪色泽偏向暗红色。这与齐琳琳等^[13]对香菇脆片色泽的研究结果一致。

2.3 对复水后竹荪质构的影响

硬度反映的是在外力作用下,使样品达到设定形变量所需要的力,其值为 TPA 第一次压缩时的峰值,是评价食品质地品质重要的指标之一^[14]。由表 2 可知,同一种干燥方式中随着干燥温度的增加,复水后竹荪的硬度值显著性增加($P<0.05$),说明干燥温度越高,物料初期表面的水分蒸发越快,越容易在表面形成一层“硬壳”,引起物料的硬度增加;VD 和 VFD 竹荪的硬度值要小于 AD 和 FID,说明一定的真空度下水分由内向外扩散,使物料产生多孔性结构,硬度变小;随着干燥温度的升高咀嚼性逐渐增强,硬度与咀嚼性有相同的变化趋势;同一种干燥方式随着干燥温度升高到一定高度时,竹荪的咀嚼性不再受温度影响。由表 2 可知,随着干燥温度的升高,各干燥方式竹荪的弹性均先增加后降低,其中 AD 60 ℃ 时弹性值显著高于其他温度弹性值($P>0.05$),FID、VD、VFD 分别在 50、70、40 ℃ 时弹性最大。4 种干燥方式之间 AD、FID 的弹性值高于 VD 和 VFD。

2.4 对竹荪多糖含量的影响

根据不同干燥条件对竹荪复水性、色泽和质构的影响,

表 2 不同干燥条件下复水竹荪的硬度、咀嚼性和弹性[†]
Table 2 Different drying conditions on after rehydration *dictyophora* hardness, chewiness and elasticity

干燥方式	干燥温度/℃	硬度/g	咀嚼性/ mj	弹性/ mm
AD	40	116.44±20.22 ^a	69.19±5.20 ^a	0.81±0.02 ^a
	50	151.26±10.86 ^b	90.88±6.93 ^b	0.83±0.01 ^b
	60	178.28±12.95 ^c	109.36±5.64 ^c	0.87±0.02 ^c
	70	201.27±22.33 ^d	117.56±6.89 ^c	0.82±0.02 ^{ab}
FID	40	122.05±10.39 ^a	69.91±8.11 ^a	0.79±0.01 ^a
	50	141.51±8.54 ^b	89.50±8.96 ^b	0.86±0.02 ^b
	60	193.13±11.82 ^c	132.35±6.65 ^c	0.86±0.02 ^b
	70	222.12±7.50 ^d	133.07±8.12 ^c	0.83±0.03 ^c
VD	50	103.33±10.63 ^a	51.97±2.29 ^a	0.71±0.01 ^a
	60	116.67±15.30 ^b	67.36±9.01 ^b	0.77±0.01 ^b
	70	151.18±23.28 ^c	82.85±4.76 ^c	0.79±0.02 ^{bc}
	80	179.58±12.52 ^d	87.02±0.77 ^c	0.78±0.02 ^c
VFD	20	61.52±6.37 ^a	32.84±5.40 ^a	0.74±0.02 ^a
	30	68.05±3.62 ^b	39.68±5.26 ^a	0.80±0.01 ^b
	40	84.69±4.41 ^c	51.03±5.52 ^b	0.82±0.01 ^b
	50	91.11±1.70 ^d	50.66±4.81 ^b	0.77±0.02 ^c

[†] 同列同一种干燥方式不同温度小写字母表示显著性差异($P<0.05$)。

选取 AD、FID、VD、VFD 分别在 50、50、60、30 ℃ 条件下制得的熟化竹荪干制品来测定其多糖含量。竹荪多糖是竹荪的主要生物活性成分,在竹荪中含量较高,多糖的损失直接影响产品的营养价值。由图 2 可知,4 种干燥方式中,VFD 条件下竹荪的多糖含量显著高于其他干燥方式($P<0.05$),FID 次之,VD 最低。可能是熟化竹荪经高温处理使大部分酶失活,阻止了呼吸作用对多糖的消耗,使其多糖含量主要受温度的影响,而 AD、FID 和 VD 干燥过程中温度较高,多糖受热降解。因此干燥温度越高,熟化竹荪多糖的含量就越低。

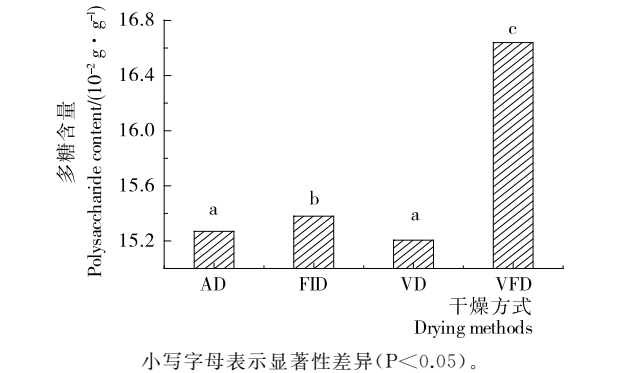


图 2 干燥方式对竹荪多糖含量的影响
Figure 2 The effect of drying methods on the *dictyophora* polysaccharide content

2.5 对竹荪组织结构的影响

由图 3 可知,不同干燥方式对竹荪内部细胞结构影响较大,未熟化的竹荪存在立体网状结构,组织间孔隙清晰且分布均匀,干燥过程使竹荪组织空间结构发生不可逆的破坏性,因此不能完全复水。经 VFD 处理的竹荪样品,组织间纹理规则,孔隙适中且分布均匀,在复水过程中所需时间短,复水率高,组织结构最接近未干燥的竹荪,分析这可能是在 VFD 过程中,物料中的水分从冰晶状态直接升华,使物理基本保持原有的组织结构^[15];VD 由于真空度的存在,水分的沸点降低,使物料易形成多孔的疏松结构,但是相对于 VFD 样品,由于温度较高其样品空间结构受到了一定的破坏;FID 样品组织间几乎没有孔隙,不利于复水;AD 样品水分移动到表面的过程中,内部结构坍塌,空间结构被破坏,孔隙较少。本试验中 4 种干燥方式对熟化竹荪干品组织结构的影响与前人^[16]研究其对果蔬干制品的分析结果较一致。

3 结论

本试验研究了热风干燥、真空干燥、远红外干燥和真空冷冻干燥 4 种干燥方式在不同温度下对熟化竹荪干制品品质的影响。结果表明:从竹荪干品的复水性、色泽变化程度、硬度和咀嚼性、组织结构方面比较,真空干燥 60 ℃ 对竹荪干品品质影响较小仅次于真空冷冻干燥;红外干燥得到的产品品质相对较差,随着温度的升高,其色泽变化程度增大,硬度和咀嚼性增加;热风干燥效果最差;真空冷冻干燥效果最优,但干燥过后竹荪组织结构疏松多孔、易碎,不利于产品的包装及运输,且真空冷冻干燥成本过高。综合考虑,采用在真

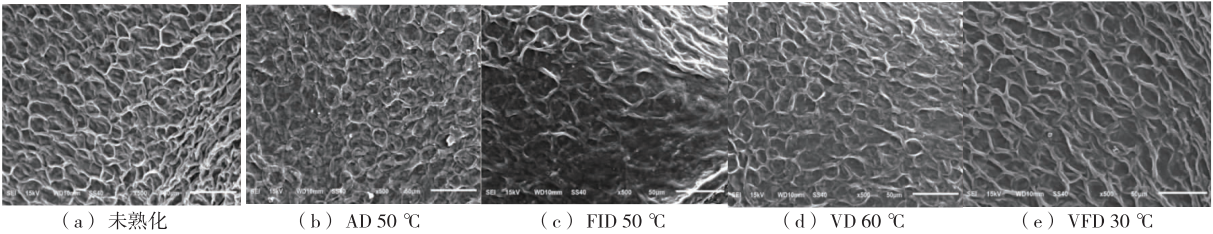


图 3 干燥方式下竹荪样品的扫描电镜图
Figure 3 Scanning electron micrographs of *dictyophora* using drying methods

空干燥在 60 °C 条件下干燥熟化竹荪较为适宜。联合干燥的方式可以综合不同干燥方式的优点,起到节约耗能、减小成本的作用,同时也能更好的提高产品的品质。但本试验由于条件受限,未能研究不同干燥方式联合使用对熟化竹荪干制品品质的影响,后期研究可以考虑采用红外联合真空干燥的方式。

参考文献

[1] LIAO Wen-zhen, LU Yun-jun, FU Jun-ning, et al. Preparation and characterization of dictyophora indusiata polysaccharide-zinc complex and its augmented antiproliferative activity on human cancer cells[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 2015, 518(24): 7 245-7 248.

[2] DENG Chao, XU Jing-jing, FU Hai-tian, et al. Characterization, antioxidant and cytotoxic activity of sulfated derivatives of a water-insoluble polysaccharides from Dictyophora indusiata [J]. Molecular Medicine Reports, 2015, 11(4): 2 991-2 998.

[3] 郑杨, 邹青青, 张岱, 等. 竹荪的化学成分及生理活性研究进展 [J]. 食品科学技术学报, 2013, 31(3): 39-45.

[4] DENG Chao, FU Hai-tian, XU Jing-jing, et al. Physiochemical and biological properties of phosphorylated polysaccharides from Dictyophora indusiata [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2015, 72.

[5] 赵文亚, 张懋. 不同干燥方式对杏鲍菇品质的影响[J]. 北方园艺, 2015(23): 134-137.

[6] 徐晓飞, 向莹, 张小爽, 等. 不同干燥方式对香菇品质的影响 [J]. 食品工业科技, 2012, 33(17): 259-262.

[7] 章斌, 侯小桢. 热风与微波联合干燥香蕉片的工艺研究[J]. 食品与机械, 2010, 26(2): 97-99.

[8] 郭婷, 陈振林, 何新益, 等. 热风干燥温度对甘薯粉品质的影响 [J]. 食品与机械, 2016, 32(1): 175-178.

[9] 李月华. 竹荪冻干及制粉工艺的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2011: 13-17.

[10] 李恩婧, 李次力, 王吉, 等. 干燥方式对野生蒲公英品质的影响 [J]. 食品与机械, 2012, 28(6): 70-73.

[11] JI H M, KIM M J, DONG H C, et al. Drying characteristics of sea cucumber (Stichopus japonicas Selenka) using far infrared radiation drying and hot air drying[J]. Journal of Food Processing & Preservation, 2013, 38(4): 1 534-1 546.

[12] BAI Ya-xiang, YANG Ya-xin, HUANG Qiang. Combined electrohydrodynamic (EHD) and vacuum freeze drying of sea cucumber[J]. Drying Technology An International Journal, 2012, 30(10): 1 051-1 055.

[13] 齐琳琳, 张懋, 祁会林. 不同加工工艺对香菇脆片品质的影响 [J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(12): 1 275-1 281.

[14] 韩北忠, 童华荣. 食品感官评价[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009: 145-150.

[15] 李艳聪, 李书环. 真空冷冻干燥技术及其在食品加工中的应用 [J]. 中外食品加工技术, 2003, 10(10): 42-45.

[16] 丁媛媛, 毕金峰, 木泰华, 等. 不同干燥方式对甘薯产品品质的影响[J]. 食品科学, 2011(16): 108-112.

信息窗

日本开发出以鸡蛋壳为原料的抗菌消臭剂

8月22日,据日媒报道,日本抗菌研究所(青森县八户市)以鸡蛋壳微粉为原料开发了抗菌、消臭剂。鸡蛋壳 PH 值高,短时间内可起到抗菌、消臭功效。而且将该消臭剂添加到热可塑性树脂中生产的“蛋壳保鲜薄膜”将于今年 9 月开始销售,可适用于切割蔬菜、鲜肉的保存等。

该抗菌研究所的主力产品为以扇贝壳为原料的氢氧化钙粉末,其特点是碱性强,具有良好的抗菌、消臭功能,同时也可配合到热可塑性树脂中开发多种抗菌消臭产品。

以鸡蛋壳为原料的新产品的 PH 值,略高于以扇贝壳为原料的产品,因此更短时间内有更好的杀菌、消臭功能。

在日本一般家庭和工厂每年将产生约 20 万吨蛋壳,其中 80%将作为废弃物进行处理。因此鸡蛋壳的再利用不但可以活用资源,也可以减轻处理废弃物负担。

到 2016 年 3 月为止,该公司的销售额为 4 亿日元左右,该公司制定的以鸡蛋壳为原料的新产品第一年度销售目标为 3 亿日元。

(来源:www.foodmate.net)