

张 丽,薛妍君,邓金花,等.真空干燥对野生荠菜品质的影响[J].江苏农业科学,2015,43(11):337-339.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.105

真空干燥对野生荠菜品质的影响

张 丽^{1,2},薛妍君³,邓金花²,杨代凤²,董明辉²,郁志芳³

(1. 苏州市职业大学教育与人文学院,江苏苏州 215104;2. 江苏省苏州市农业科学院,江苏苏州 215155;
3. 南京农业大学食品科技学院,江苏南京 210095)

摘要:以野生荠菜为材料,研究不同真空干燥温度对野生荠菜品质的影响。本试验采用 50、60、70、80、90 ℃ 真空干燥荠菜,对不同真空温度干燥的荠菜进行干燥特性和品质分析表明,真空干燥温度是影响真空干燥过程的主要因素,50~60 ℃ 干制产品由于干燥时间长,荠菜表面开始褐变,并卷曲皱缩,营养价值和感官特性都随之下降。70 ℃ 和 80 ℃ 真空干燥效率较高,干燥时间少于其他组,对荠菜破坏作用最小,均能较好地保持产品的感官品质,各感官指标与荠菜鲜样差异最小,叶绿素和维生素 C 保留率较高,但是 80 ℃ 真空干制品的复水比高于其他组,水分原地蒸发形成的多孔通道也使产品的复水性和咀嚼性明显优于其他温度干燥的产品。综上所述,在本试验条件下,样品载样量 50 g,真空度为 0.1 MPa,干燥温度为 80 ℃,干燥 140 min 获得的荠菜干制品具有较好的营养品质和感官品质,这为后期荠菜干制工艺的开发提供了良好的研究基础。

关键词:真空干燥;野生荠菜;品质;失水;干制工艺;复水性

中图分类号: S647.09;TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0337-03

近年来,随着国民生活水平提升和健康意识的增强,消费结构也随之改变,在蔬菜上表现为消费品种多元化,尤其对有保健功效的野生蔬菜的需求量不断增加,要求也逐步提高。荠菜气味清香甘甜,味道鲜美至极,被誉为“野菜之上品”^[1]。但是荠菜生长受季节性限制明显,且采摘期和贮藏期较短,食用价值被大大降低,经济效益也得不到充分发挥^[2]。

脱水干制是延长荠菜货架期的有效途径。真空干燥具有传热均匀、干燥温度低、水分易于去除等优点,是生产高品质产品的常用技术^[3]。申江等在对菠菜^[4]、胡萝卜^[5]等蔬菜的干制试验中也发现,真空干燥产品质地疏松、色泽保存好、复水比高。李瑜等的研究研究表明真空干燥比热风干燥更利于保留蒜片的特征化合物硫代亚磺酸酯^[6]。刘云宏等在以金银花为原料研究发现,干燥时间与加热温度呈负相关,干燥温度越高,物料达到恒质量所需的时间越短^[7]。

笔者前期研究了热风干燥、微波干燥和真空冷冻干燥对荠菜感官品质、营养品质和风味的影响,并确定了适合各自工艺的加工条件和时间(研究结果待发表)。前期研究表明,荠菜经不同干燥工艺处理后,其失水特性、营养物质的保留率、感官特性、复水性及香气成分的保留率存在较大差异,如热风干燥产品的感官品质及复水性较差,但有较浓郁的烘烤香气;微波干燥时间短,但是瞬时高温对组织结构的破坏力较大,营养成分和芳香物质大量流失;真空冷冻干燥获得的荠菜产品感官特性和复水性最好,营养成分的保留率也最高,但干燥时

间长,能耗大。本试验通过研究不同真空干燥温度对荠菜品质的影响,为寻找荠菜最佳干燥工艺,提高荠菜干制品质量,提高荠菜综合利用效率提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 原料

荠菜采自南京郊外,挑选成熟度一致、无机械损伤且无病虫害的荠菜作为试验材料,经除杂、清洗,剪除根部后沥干水分备用;无水乙醇、丙酮、浓硫酸、冰醋酸、四水合钼酸铵、偏磷酸、二水合草酸、乙二胺四乙酸二钠等均为分析纯,购自国药集团。

1.2 主要仪器设备

DZF-6000 真空干燥箱,上海和呈仪器制造有限公司;FW100 型万能粉碎机,天津市泰斯特仪器有限公司;HH-6 型数显恒温水浴锅,国华电器有限公司;DJ300 型精密电子天平,上海精密科学仪器有限公司;GL-20G-II 型高速离心机,上海安亭科学仪器厂;XW-80A 微型涡流混合仪,上海沪西分析仪器;UV-2802 型紫外-可见分光光度计,尤尼柯(上海)仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 真空干燥 将准备好的荠菜样品分成 5 份,每份 50 g,均匀平摊于托盘中,置于 50、60、70、80、90 ℃ 的真空干燥箱中,使真空度迅速达到 0.1 MPa,开始计时。每 20 min 取样称质量至样品恒质量。

1.3.2 含水量测定 采用干燥称质量法。随机取样于 105 ℃ 烘箱中干燥,得绝干物料含水率, t 时刻含水率(W_t)由式(1)计算^[8]。

$$W_t = (m_t - m_g) / m_g \quad (1)$$

式中: m_t 为脱水 t 时刻的质量, g ; m_g 为干物质的质量, g 。

1.3.3 叶绿素含量测定 称取荠菜 0.5 g,剪碎置于研钵,加

收稿日期:2014-12-24

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(13)5076]。

作者简介:张 丽(1986—),女,博士,助理研究员,研究方向为农产品保鲜加工及质量控制。E-mail:slim188@126.com。

通信作者:郁志芳,博士,教授,研究方向为农产品保鲜加工及质量控制。E-mail:yuzhifang@njau.edu.cn。

入丙酮：乙醇为 2：1 的提取液研磨匀浆，用滤纸过滤并用上述提取液定容至 25mL，得待测液。分别在波长 645、652、663 nm 处测定吸光度。根据 Lambert - Beer 定律^[9]计算叶绿素含量。

1.3.4 维生素 C 含量测定 维生素 C 含量采用钼蓝比色分光光度法^[10]测定。

1.3.5 复水性测定 取芥菜干样 5.0 g 置于 1 000 mL 烧杯

中，加 500 mL 蒸馏水，80 ℃ 恒温水浴，每 5 min 取样，用滤纸吸干样品表面水分，并称质量。测量并记录前 40 min 相关数据。复水比(R)由式(2)计算^[11]。

$$R(g/g) = m_2 / m_1。$$
 (2)

式中： m_1 为原干样质量，g； m_2 为复水后质量，g。

1.3.6 感官品质评定 芥菜干燥后经冷却及时进行感官评价，评定标准见表 1^[12]。

表 1 干燥芥菜感官评定标准

参数	评分等级				
	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分
色泽	鲜绿，无褐变	翠绿，轻微褐变	绿色，中等褐变	黄绿，较严重褐变	黄褐色，严重褐变
形态	不变	轻微干裂或皱缩	干裂或皱缩	干裂或皱缩较多	严重干裂皱缩
香气	浓郁植物香气	植物香气较浓郁	香气较淡	无香气	出现不良气味
组织状态	茎叶平整，组织松脆，有弹性	茎叶平整，组织较脆，弹性较好	茎叶轻度卷曲，微硬，较小弹性	茎叶中度卷曲，硬度较大，粗糙，基本无弹性	茎叶严重卷曲、结团，生硬粗糙，无弹性

注：总分 20，质量等级为：大于 15 分，很好；15 ~ 10 分，一般；小于 10 分，差。

1.4 数据统计

采用 Excel 2007、SPSS 18.0 软件对数据结果进行统计处理及显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同真空温度下芥菜的失水曲线

真空条件下水分气化温度低，因而除去等量水分真空干燥所需要的能量较热风干燥少，时间也会相应缩短；但实际上，由于真空干燥室内传热主要以热传导为主，对流传热几乎不存在，因此，干燥所需时间仍较长。由图 1 可见，芥菜在真空干燥条件下的失水过程分为升速、恒速和降速 3 个阶段，且以恒速和降速干燥为主。产品的失水速率与干燥温度显著相关，温度越高，失水速率越快，终产品水含量越低。其中，90 ℃ 真空干燥速度最快，产品达到恒质量所需要的时间仅为 70 min，终产品水含量 4.40%，50 ℃ 最慢，干燥时间和终产品含水量依次为 240 min 和 7.00%。80 ℃ 和 70 ℃ 真空干燥失水效率无显著差异(P > 0.05)，且较 60 ℃ 干燥所需时间短，终产品水含量低。真空干燥利用真空系统维持干燥室真空状态，同时对待干物料加热，使物料内部水分在内外压差的推动下扩散至表面，进而被真空泵抽走^[13]。真空状态下，水分气化温度降低，理论上来说，相同干燥温度下，真空干燥速度应大于热风干燥速度。但实际上，由于真空干燥传热以热传导为主，对流传热几乎不存在，因此，干燥所需时间仍较长。

2.2 不同真空温度对芥菜叶绿素、维生素 C 含量的影响

叶绿素和维生素 C 是评价芥菜营养品质的重要指标。由图 2 可见，随着干燥时间的延长，芥菜中叶绿素和维生素 C 含量呈下降趋势，且干燥时间越长、干燥温度越高，下降幅度越明显。芥菜经真空 90 ℃ 高温处理，其叶绿素保留率为芥菜鲜样的 58.99%，维生素 C 保留率仅为鲜样的 53.03%。50 ℃ 和 60 ℃ 处理组前期营养成分损失率较高温处理组低，但物料在此温度下失水速率慢，干燥时间很长，这加剧了芥菜中不稳定化合物的氧化分解作用，因此其产品叶绿素和维生素 C 含量也不高。70 ℃ 和 80 ℃ 真空干燥产品叶绿素、维生素 C 保留率介于 90 ℃ 和 50 ℃ 产品之间，且差异不明显(P >

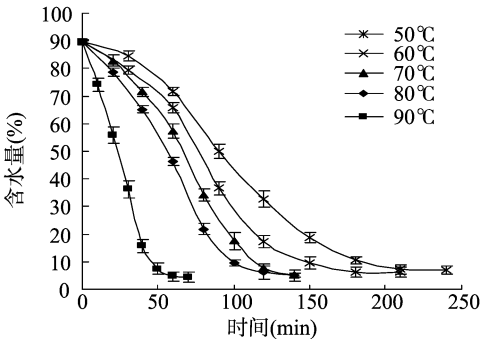


图1 不同真空温度下芥菜的失水曲线

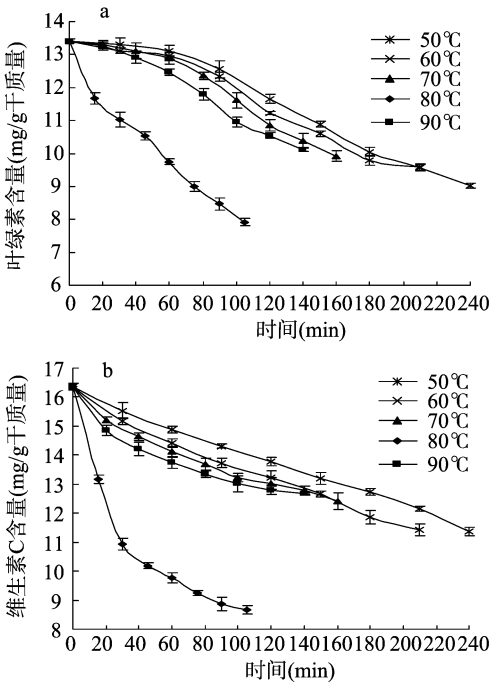


图2 不同真空温度下芥菜叶绿素(a)、维生素 C(b)含量变化曲线

0.05)。其叶绿素保留率分别为 75.35%、73.98%；维生素 C 保留率分别为 77.47% 和 75.92%。

2.3 不同真空温度下荠菜感官品质比较

表 2 列出了荠菜经不同真空温度处理后的感官得分。通过比较可知:真空干燥有效缓解了荠菜在失水过程中发生的褐变、皱缩、表面硬化等不良变化,较好地保持了产品原有的色泽、香气和组织状态。就不同干燥温度对产品感官品质影响而言,真空 50 ℃ 干制品发生轻微皱缩结团现象,得分偏低,产品评定等级为“一般”;70、80 ℃ 处理组各感官指标与荠菜鲜样差异最小,感官得分最高,产品评定等级为“很好”;60 ℃ 和 90 ℃ 产品感官品质介于以上两者之间。真空干燥过程受干燥温度主导,物料受热温度越高,营养物质流失越严重,真空干燥过程为高真空环境,低氧甚至无氧条件有效降低了食品中不稳定物质的褐变及氧化,因此,适当提高真空干燥温度不会对产品品质造成不利影响^[14-15]。

表 2 不同真空温度荠菜制品感官得分

真空干燥 温度(℃)	得分				
	色泽	形态	香气	组织状态	总分
50	4	3	3	3	13
60	4	4	3	4	15
70	5	4	4	5	18
80	5	5	4	5	19
90	4	4	3	4	15

2.4 不同真空温度荠菜复水性比较

由图 3 可见,真空干燥温度对终产品前期复水速率有显著影响。在复水 0~5 min 内,80 ℃ 干制品复水速率最快,复水比最高,为 4.674,90 ℃ 产品复水比最小,仅为 3.962。这可能与高温导致产品组织结构破坏有关。随着复水时间的延长、产品复水程度的升高,各产品复水比逐渐增大,复水 25~30 min 左右,产品水含量达到饱和,复水过程结束。除 90 ℃ 外,相邻温度真空处理组干制品复水性差异不大,终产品复水比集中在 5.35~5.44 之间,90 ℃ 处理组复水比为 5.30,略低于 50 ℃ 干制产品。80 ℃ 真空干燥水分原地蒸发形成的多孔通道也使产品的复水性和咀嚼性明显优于其他温度干燥的产品。

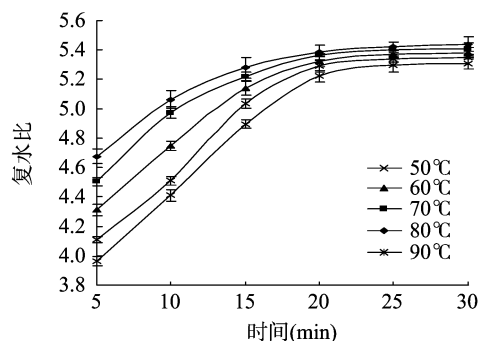


图3 不同真空干燥温度条件下荠菜复水性比较

3 结论

本试验采用 50、60、70、80、90 ℃ 真空干燥荠菜,对不同真空温度干燥的荠菜进行干燥特性和品质分析表明,真空干燥

温度是影响真空干燥过程的主要因素,50~60 ℃ 干制产品由于干燥时间长,荠菜表面开始褐变,并卷曲皱缩,营养价值和感官特性都随之下落。70 ℃ 和 80 ℃ 真空干燥效率较高,干燥时间少于其他组,对荠菜破坏作用最小,均能较好地保持产品的感官品质,各感官指标与荠菜鲜样差异最小,叶绿素和维生素 C 保留率较高,但是 80 ℃ 真空干制品的复水比高于其他组,水分原地蒸发形成的多孔通道也使产品的复水性和咀嚼性明显优于其他温度干燥的产品。综上所述,在本试验条件下,样品载样量 50 g,真空度为 0.1 MPa,干燥温度为 80 ℃,干燥 140 min 获得的荠菜干制品具有较好的营养品质和感官品质,这为后期荠菜干制工艺的开发提供了良好的研究基础。

参考文献:

- [1] Cui H L, Li X J, Wang G Q, et al. Acetolactate synthase proline (197) mutations confer tribenuron - methyl resistance in *Capsella bursa - pastoris* populations from China[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2012, 102(3): 229 - 232.
- [2] 张艳芬,姜 丽,蒋 娟,等. 包装方式对冷藏荠菜的保鲜效果[J]. 江苏农业学报,2010,26(5):1118 - 1120.
- [3] 张玉先,刘云宏,苗 帅,等. 地黄真空干燥实验研究[J]. 食品工业科技,2014,35,(24):290 - 293.
- [4] 申 江,张红现,胡开永. 菠菜低温真空干燥实验研究[J]. 食品工业科技,2014,35(5):269 - 272.
- [5] 申 江,李 帅,齐含飞. 低温真空干燥对胡萝卜品质的影响[J]. 制冷学报,2012,33(2):64 - 67.
- [6] 李 瑜,许时婴. 蒜片热风 and 真空干燥工艺研究[J]. 食品科学,2008,29(10):168 - 170.
- [7] 刘云宏,朱文学,刘建学. 金银花真空干燥工艺优化[J]. 食品科学,2011,32(10):75 - 78.
- [8] 毕金峰,于静静,丁媛媛,等. 固相微萃取 GC - MS 法测定不同干燥方式下枣产品的芳香成分[J]. 现代食品科技,2011,27(3):354 - 360, 365.
- [9] Zude - Sasse M, Truppel I, Herold B. An approach to non - destructive apple fruit chlorophyll determination[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 25(2): 123 - 133.
- [10] Dai X M, Luo H B, Jiang L, et al. Efficacy of different sanitizing agents and their combination on microbe population and quality of fresh - cut Chinese chives[J]. Journal of Food Science, 2012, 77(7): M348 - M353.
- [11] 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.
- [12] 徐明亮,周 祥,蔡金龙,等. 不同干燥方法对海芦笋干品品质的影响[J]. 食品科学,2010,31(11):64 - 68.
- [13] 徐成海,张志军,张伟伟,等. 真空干燥现状与发展趋势分析[J]. 干燥技术与设备,2009,7(5):207 - 213.
- [14] 蓝 浩,周国燕. 果蔬冷冻联合干燥技术研究进展[J]. 江苏农业科学,2013,41(2):214 - 217.
- [15] 张 江. 果蔬真空干燥实验研究以及设备开发[D]. 西安:陕西科技大学,2014.