

贾 淞,董铁有,任广跃. 油菜花微波干燥工艺研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(4):174-176.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.04.044

# 油菜花微波干燥工艺研究

贾 淞<sup>1</sup>, 董铁有<sup>1</sup>, 任广跃<sup>2</sup>

(1. 河南科技大学农业装备工程学院, 河南洛阳 471003; 2. 河南科技大学食品与生物工程学院, 河南洛阳 471003)

**摘要:** 油菜花的应用受到越来越多的重视, 然而对油菜花的干燥还少有研究, 尤其是油菜花的微波干燥还尚无报道。研究功率密度对油菜花的干燥速度、干燥品质的影响, 得出与热风干燥相比, 微波干燥油菜花速度快, 品质好, 色泽鲜艳。油菜花由于花瓣小, 微波干燥时干燥功率密度可以远远大于干燥牡丹花瓣的功率密度, 其功率密度上限为 31.4 W/g。

**关键词:** 油菜花; 微波干燥; 功率密度; 干燥品质; 色泽; 功率密度上限

**中图分类号:** TS255.36; S375 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)04-0174-03

油菜是我国主要油料作物之一, 在全国均有广泛种植。每年 3、4 月油菜花盛开, 美丽的景色不仅形成了极佳的旅游资源, 更为食品、医疗等行业提供了大量原材料。油菜花含有丰富的多糖、碳水化合物、维生素、氨基酸和钙、铁、锌、硒等微量元素。其中, 花粉多糖具有很强的提高免疫能力, 具有显著的防癌功效, 微量元素硒具有抗衰老作用。因此, 油菜花具有很高的营养价值, 是很好的保健食品, 受到越来越广泛的重视<sup>[1-5]</sup>。

然而, 油菜花花期短, 含水率高, 花瓣小, 采摘后如果没有合适的工艺进行处理, 新鲜的油菜花极易发霉变质。而低温冷藏耗能、占地面积大, 不易运输。因此, 研究油菜花的干燥工艺就显得尤为重要。油菜花的干燥工艺目前少有研究, 尤其是微波干燥技术应用于油菜花的干燥, 尚无此方面的论文。微波干燥速度快, 效率高, 可以进行选择性加热, 易于实现自动控制, 可以根据生产实际实现随时关停, 特别适合季节性强的农产品。本研究从微波干燥技术入手, 为油菜花的干燥尤其是油菜花的微波干燥提供了有益的尝试<sup>[6-9]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

3 月 22—25 日盛开的油菜花, 采摘后放入自封袋中, 置于冰箱冷藏室内, 12 ℃ 恒温密封存放。

### 1.2 仪器与设备

MYS800 型微波发生器, 电子天平, 温度测量器, 秒表。

### 1.3 方法

将油菜花取出, 均匀平铺在 190 mm × 190 mm 的金属物料盘内。将物料盘和油菜花一起放在干燥室内, 由于物料盘是金属材质, 无法吸收微波, 可以保证新鲜油菜花充分吸收微

波, 分别使用功率密度 5.33、8.23、9.81 W/g 进行微波加热干燥, 干燥前、后的油菜花见图 1 ~ 图 4。通过调节微波发生器的阳极电流调节功率, 从而改变每次试验的功率密度。同时观察反射电流, 尽量保证反射电流为 0。加热一段时间后, 取出物料盘, 连同油菜花一起称质量, 并测量油菜花温度, 记录相关数据。如果质量连续 3 次保持不变, 则停止加热。取出干燥后的油菜花, 密封保存, 便于进一步分析。

### 1.4 含水率计算<sup>[10]</sup>

物料中含水率可按 2 种方法定义:

$$\text{干基含水率 } X = \frac{m_w}{m_d} \times 100\%; \quad (1)$$

$$\text{湿基含水率 } X = \frac{m_w}{m_d + m_w} \times 100\%。 \quad (2)$$

式中:  $m_w$  和  $m_d$  分别为物料中水分质量和绝干物料质量, 即  $m_w + m_d = m_m$ 。

## 2 结果与分析

试验使用的油菜花初始湿基含水率为 83%, 初始干基含水率为 505%。

(1) 微波发生器功率为 160 W 时, 干燥室内功率密度为 5.33 W/g, 加热 1 min 后, 取出称质量。本次试验干燥速度缓慢, 干燥效果不明显。

(2) 微波发生器功率为 255 W 时, 干燥室内功率密度为 8.23 W/g, 加热 1 min 后, 取出称质量。本次试验干燥速度明显比阳极电流 60 mA 时加快, 干燥效果明显, 且品质良好。干燥过程中, 最高温度为 40 ℃。花瓣干燥后的色泽, 品相均保持良好。最终干燥至质量不变后, 取出样品, 测得湿基含水率为 27%, 干基含水率为 37%, 干燥过程中质量变化曲线、干基含水率变化曲线见图 5、图 6。

(3) 阳极电流 100 mA 时, 微波发生器功率为 255 W, 微波干燥时, 功率密度为 8.23 W/g, 加热 2 min 后, 取出称质量。本次试验干燥速度明显比试验(2)(阳极电流 100 mA 时, 加热 1 min)加快, 干燥效果明显, 且品质良好。干燥过程中, 最高温度达到 48 ℃。花瓣干燥后的色泽、品相也能够保持良好的效果。

收稿日期: 2016-09-26

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 31271972)。

作者简介: 贾 淞(1988—), 男, 河南洛阳人, 硕士研究生, 主要从事农业机械化工程研究。E-mail: jias555@163.com。

通信作者: 董铁有, 博士, 教授, 主要从事微波干燥工程研究。E-mail: tydong@haust.edu.cn。



图1 干燥前油菜花照片



图2 功率密度为 8.23 W/g 下干燥后油菜花照片



图3 干燥前油菜花照片

最终干燥至质量不变时取出样品,测得湿基含水率为 27%,干基含水率为 37%。干燥过程中质量变化曲线、干基含水率变化曲线见图 5、图 6。

(4) 阳极电流 120 mA 时,微波发生器功率为 314 W,微波干燥时,功率密度为 9.81 W/g。此时,干燥速度进一步增加,且品质依旧保持良好,干燥过程中最高温度为 38℃,花瓣干燥后的色泽、品相均保持良好。最终干燥至质量不变时取出样品,测得湿基含水率为 27%,干基含水率为 37%。干燥

过程中质量变化曲线、干基含水率变化曲线见图 5、图 6。

(5) 取 10 g 油菜花,阳极电流设为 100 mA,相应的微波发生器功率为 255 W,此时,对应的功率密度为 25.5 W/g。试验结果发现,干燥速度并没有明显加快,干燥至质量不变时,出现了焦糊现象,但数量较少。再次取出 10 g 新鲜油菜花,阳极电流设为 120 mA,相应的微波发生器功率为 314 W,此时,对应的功率密度为 31.4 W/g。试验结果发现,焦糊现象显著增加,且花瓣尚未干燥,就已经出现焦糊现象(图 7)。



图4 功率密度为 9.81 W/g 下干燥后油菜花照片

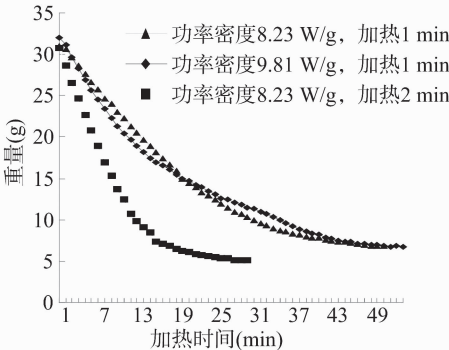


图5 油菜花质量变化曲线

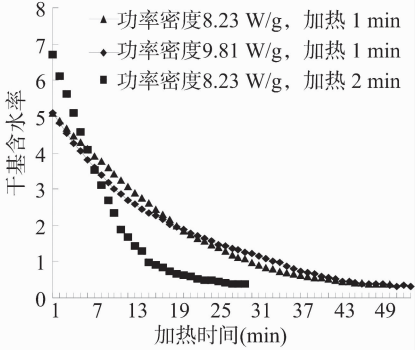


图6 油菜花干基含水率变化曲线



图7 功率密度为 31.4 W/g 时,出现的明显焦糊现象

从以上试验结果可以得知,油菜花花瓣的干燥功率要远远大于牡丹花瓣。原因在于油菜花瓣比牡丹花瓣小很多,平铺在物料盘中,堆积密度较大,花瓣与花瓣之间的空隙较小,通风、空气对流效果不明显,所以,油菜花花瓣承受的功率要大得多。

微波干燥时,干燥室内的能量分布可根据天线的辐射能分布瓣形来确定,所以油菜花温度的测量,只须要测量某一个位置,即可得到此次加热的最高温度。

和热风干燥相比,微波干燥速度快,效率高,且能够实现无风或微风干燥,有利于花瓣中花粉的保留。而且使用微波

干燥工艺加工的花瓣,色泽鲜艳,优于热风干燥工艺加工的油菜花花瓣。

根据温度测量结果(表 1)可知,微波干燥可以很好地控制油菜花的温度,对于油菜花的营养物提取十分有利,尤其是对维生素 C,更能有效保证其含量。

表 1 部分试验数据

试验次数	质量(g)	中心温度(℃)	干基含水率(%)	试验次数	质量(g)	中心温度(℃)	干基含水率(%)
1	28.7	30	6.715 1	16	7.1	29	0.908 6
2	26.5	30	6.123 7	17	6.9	32	0.854 8
3	24.6	28	5.612 9	18	6.5	30	0.747 3
4	22.7	29	5.102 2	19	6.2	25	0.666 7
5	20.8	47	4.591 4	20	6.1	27	0.639 8
6	18.9	38	4.080 6	21	5.9	26	0.586 0
7	16.9	46	3.543 0	22	5.7	27	0.532 3
8	15.3	43	3.112 9	23	5.6	28	0.505 4
9	13.7	45	2.682 8	24	5.5	28	0.478 5
10	12.4	38	2.333 3	25	5.4	28	0.451 6
11	10.7	48	1.876 3	26	5.3	38	0.424 7
12	9.9	38	1.661 3	27	5.1	32	0.371 0
13	9.1	33	1.446 2	28	5.1	30	0.371 0
14	8.5	33	1.284 9	29	5.1	29	0.371 0
15	7.4	33	0.989 2				

萨如拉,陈建兴,春花,等. 高压水蒸气蒸馏法提取厚朴有效精油成分[J]. 江苏农业科学,2018,46(4):176-179.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.04.045

# 高压水蒸气蒸馏法提取厚朴有效精油成分

萨如拉<sup>1</sup>, 陈建兴<sup>1</sup>, 春花<sup>2</sup>, 棚桥光彦<sup>4</sup>, 张卯堂<sup>3</sup>, 赵雪梅<sup>1</sup>

[1. 赤峰学院生命科学学院, 内蒙古赤峰 024000; 2. 内蒙古蒙牛乳业(集团)股份有限公司, 内蒙古呼和浩特 010000;  
3. 甘肃省岷县丰茂中药材有限责任公司, 甘肃定西 748400; 4. 日本岐阜大学应用生物科学部, 岐阜 501-1193]

**摘要:**为提高中药药材厚朴有效成分的提取率及残渣的有效利用率,采用高压水蒸气蒸馏法对厚朴进行蒸馏,该方法提取时间短、提取效率高,能提取材料中的难挥发性成分,并且能把残渣挤压成型为高密度板材等。在常压、0.9、1.2、1.5、1.7、2.1 MPa 等不同压强条件下对厚朴进行高压水蒸气蒸馏,对蒸馏液和废液进行气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)分析,比较不同压力条件下各成分的收率及含量;并以有机溶剂提取出的厚朴酚、和厚朴酚作为厚朴的全部提取量,比较不同压力条件下各成分的转移率。结果表明,厚朴在 2.1 MPa 高压水蒸气蒸馏下收率已经达到常压水蒸气蒸馏收率的 70 倍,厚朴酚、和厚朴酚的转移率分别达到 22.86%、10.85%;虽然 2.1 MPa 条件废液的精油收率为 0.9%,但不包含厚朴酚、和厚朴酚,说明目的成分完全被蒸馏。厚朴的蒸馏压强越高,各成分的提取率越高,但随着压强的增加,提取成分有可能发生化学变化。通过 GC-MS 分析提取液可知,在高温高压条件下短时间内可得到高提取率的厚朴酚、和厚朴酚,同时提取到难挥发性的成分。该方法只使用水蒸气,确保把提取残渣压缩成型为不含任何化学药品的高密度压缩板。

**关键词:**厚朴;高压水蒸气蒸馏法;精油;厚朴酚;和厚朴酚;高密度压缩板;气相色谱-质谱联用仪;转移率

**中图分类号:** R284.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)04-0176-04

日本厚朴为木兰科木兰属落叶乔木,高达 15~20 m,分

收稿日期:2016-09-12

基金项目:内蒙古教育厅高校资助项目(编号:NJ10238);内蒙古自治区高等学校科学研究项目(编号:NJZC16258);赤峰学院科研项目(编号:ZRYB200605)。

作者简介:萨如拉(1976—),女,内蒙古通辽人,博士,讲师,从事生物资源有效利用技术开发与应用。E-mail: sarula20081212@sohu.com。

通信作者:赵雪梅,硕士,副教授,从事园林植物与观赏园艺研究。E-mail: zxm1133@126.com。

## 3 结论

通过试验可知,油菜花完全可以使用微波进行干燥,且干燥效果良好,速度快,效率高,并能够保持油菜花干燥后的色泽、品相;油菜花的微波干燥功率密度远远大于牡丹花花瓣的微波干燥,这是由油菜花花瓣小、堆积密度大所致。所以,在干燥过程中要尤其注意翻动频率不能过低,一方面有利于油菜花受热均匀,另一方面也提高了油菜花吸收微波能的效率。实际生产中应当采用中等功率密度、长时间加热的方法,在保证油菜花干燥速度的同时降低油菜花的温度,以保持花瓣中的有效营养成分,并且可以利用缓苏工艺,降低能耗,节约成本。微波干燥油菜花时,最大功率密度不应超过 31.4 W/g,否则,会出现花瓣焦糊现象。

## 参考文献:

[1] 孙汉巨,潘丽军,靳锁. 油菜花多糖的提取及纯化研究[J]. 食品科学,2006,27(12):432-436.

布于日本千岛群岛以南及中国大陆的东北、广州、青岛、北京等地<sup>[1]</sup>。日本厚朴树皮叫作厚朴(和厚朴),是珍贵的中草药<sup>[2]</sup>。厚朴具有消除胸腹满闷、止痛、健胃、下气降逆、止咳、抗病毒、抗过敏、抗菌、肌肉松弛和中枢抑制等作用<sup>[3-4]</sup>。厚朴的主要成分为  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ -桉叶油醇等精油,厚朴箭毒碱等生物碱成分与厚朴酚、和厚朴酚等<sup>[5-6]</sup>。

2010 年版《中国药典》将厚朴酚及和厚朴酚的含量作为厚朴的质量控制指标<sup>[7]</sup>。通常使用常压水蒸气蒸馏法提取厚朴的有效成分,但常压水蒸气蒸馏温度低、大多数有效成分的提取不完全、大量的药用成分残留在残渣中被浪费,而且处

[2] 佟屏亚. 油菜花开遍地金[J]. 森林与人类,2010(4):64-81.

[3] 董文滨,吴小波,刘锋,等. 不同产地油菜花粉、茶花粉中氨基酸、脂肪酸和矿物质成分[J]. 中国蜂业,2013,64(4):50-54.

[4] 杨寒冰,殷客卿,陈晶,等. 四种花粉的营养成分分析[J]. 中国蜂业,2010,61(6):11-14.

[5] 韦清涛. 油菜花的种植技术与油菜花旅游项目开发研究[J]. 大观周刊,2012(37):174,215.

[6] 孙汉巨,钟昔阳,许慧华,等. 油菜花冷冻干燥工艺研究[J]. 食品科学,2005,26(9):356-358.

[7] 董铁有. 微波干燥室内的能量分布研究[J]. 干燥技术与设备,2015,13(4):35-39.

[8] 董铁有,贾淞,邓桂扬. 高粒度矿粉的微波干燥工艺特性研究[J]. 干燥技术与设备,2015,13(4):29-34.

[9] Schuber H, Mare R. 食品微波加工技术[M]. 徐树来,郑先哲,译. 北京:中国轻工业出版社,2008:109-116.

[10] 潘永康,王喜忠,刘相东. 现代干燥技术[M]. 2 版. 北京:化学工业出版社,2007:34.