

微波干燥生产线干燥黄姜的工艺研究

胡浩, 彭增华, 谭蓉, 王胜民, 何明奕, 赵晓军

(昆明理工大学 机电工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 工业干燥微波设备对中小型食品加工企业来说成本较高, 采用小功率磁控管组合成微波干燥设备具有经济实惠的特点. 通过小功率磁控管微波干燥设备干燥黄姜的正交实验, 总结出黄姜最佳干燥工艺, 并分析了干燥黄姜时的耗时和耗电特性. 从而得出其具有功耗、时耗较低的优点, 并且通过最佳工艺可以干燥出比较理想的干姜制品.

关键词: 磁控管; 微波干燥; 食品加工; 姜

中图分类号: TS205.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2005)05-0035-03

Study on the Craft of the Yellow Ginger Through the Microwave - Drying Assembly

HU Hao, PENG Zeng-hua, TAN Rong, WANG Sheng-min, HE Ming-yi, ZHAO Xiao-jun

(Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: Industrial microwave drying equipment is relatively expensive for medium and small-scale food processing enterprises. Small power magnetron is adopted to make up into a microwave drying equipment which has economical and practical characteristics. The equipment is used to measure energy and time cost of the yellow ginger, and the best drying craft of the yellow ginger is summarized through orthogonal experiments in this paper. So it is found that it has lower energy and time cost, and the comparatively ideal products could be obtained through the best drying craft of the yellow ginger.

Key words: magnetron; microwave dry; food processing; ginger

0 引言

云南省在中国是出产黄姜的大省, 出产的黄姜具有姜油含量高、味浓、色泽好的特点, 具有很高的食用、药用价值. 干姜制块和制片是云南省外贸出口到西欧、北美、中东、日本等国的传统产品, 在国际市场上有较强的竞争力. 然而近年来在生物制品和农产品加工中提倡“有机种植, 无硫烘烤”以来, 土法干燥姜工艺就暴露出了污染环境, 生产占地大, 生产周期长, 含霉菌量超标, 加工品质上不去等缺点. 因此外贸部门希望研究出新的工艺和设备来改造传统的制姜生产, 以提高产品质量及出口的价格, 扩大规模和出口利润. 采用小功率磁控管组合成微波干燥设备可以满足无硫烘烤的要求, 且具有经济实惠的特点. 干燥出的黄姜干制品可达到无硫、无菌的要求.

1 小功率磁控管微波干燥设备的设计思想及结构

1.1 设计思想

小功率磁控管微波干燥设备的设计, 主要考虑到: 黄姜干燥时, 适合于采用单层铺放, 传送带输送; 小功率磁控管在传送带上采用多点分布; 传送带的栽料区置于一段金属管道内, 磁控管微波发射的窗口按分布的要求置于管道两侧; 管道的一端设强制抽风及在低湿度的出料端设热风器鼓入. 在此基础

收稿日期: 2005-05-17. 基金项目: 云南省科技厅自然科学基金项目 (项目编号: 2004C0030R).

第一作者简介: 胡浩 (1980~), 男, 在读硕士研究生. 主要研究方向: 微波能技术在绿色食品深加工中的工艺理论与应用. E-mail: huhuzhong2@hotmail.com

上,定出欲设计干燥设备的功率、铺展面积、微波加热线的截面宽、生产线有效段长、干燥时间等多个参数条件,然后在满足上述参数条件的基础上,对功率分配,传送带速度,减速比,及电机功率等多项参数进行计算、分析及优化.从而定出功率分配,传送带速度,减速比,及电机功率等的最优设计数值,再进行干燥设备的制备成型.

1.2 设备结构

设备采用4个800瓦磁控管制成4个微波加热单元,分布于金属管道两侧.每个单元上微波加热节与非加热节(两个加热节之间的间隔节)的长度比为1:2,传送带载料段由4个单元串联成的管中穿过,管道全长6.6m,进料端设抽风装置,出料端设加热鼓风装置.设备结构简图如图1所示.

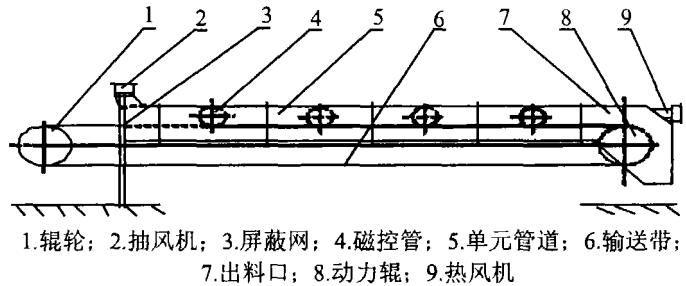


图1 设备结构简图

Fig.1 The composition of equipment

2 小功率磁控管微波干燥设备的功耗及时耗研究

试验得出的功耗及时耗数据,见表1~2.

表1 冷风时的功耗及时耗

试验号	功耗 / $\text{kWh} \cdot \text{kg}^{-1}$	单位质量耗时 / $\text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$
1	1.023	0.397
2	0.994	0.316
3	1.089	0.347
4	1.058	0.464
平均值	1.041	0.381

表2 热风时的功耗及时耗

试验号	功耗 / $\text{kWh} \cdot \text{kg}^{-1}$	单位质量耗时 / $\text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$
1	1.265	0.319
2	1.387	0.339
3	1.303	0.367
4	1.462	0.419
平均值	1.354	0.361

根据上述数据作出功耗及时耗的比较图,如图2,3所示.

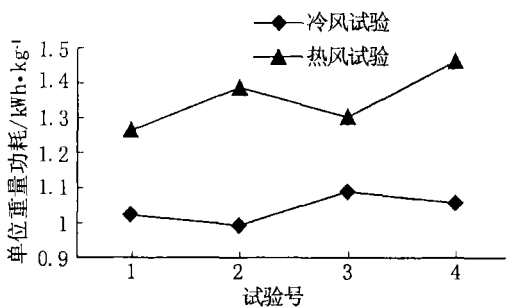


图2 冷、热风试验功耗比较图

Fig.2 Comparison of energy cost in cold and hot wind

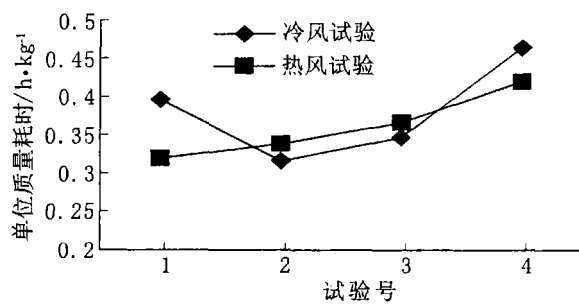


图3 冷、热风试验单位重量耗时比较图

Fig.3 Comparison of time cost in cold and hot wind

这里的冷、热风试验即为使用不同温度下的强制风(冷风 30 左右,热风 50 左右)结合微波干燥设备进行干燥试验.从图2容易看出干燥线热风试验的功耗要比冷风试验高,由上述实验数据计算得出热风较冷风试验平均功耗高出 30.1%,这与微波干燥线内有流动空气、输送带及托辊进入微波加热区所产生的功耗有关.从图3不难看出干燥线热风试验的时耗与冷风试验的时耗相差不大,又根据上述实验数据可计算得出热风较冷风试验平均时耗节约 0.055%.所以,在干燥过程中结合不同温度的强制风对微波干燥设备的功耗及时耗都会有影响,尤其对功耗的影响较为明显.还可从上述数据得出小功率磁控管微波干燥设备干燥黄姜的功耗及时耗是较低的.

3 正交试验及最佳干燥工艺分析

1) 拟定试验因素及水平见表 3。

2) 根据拟定的试验因素及水平,试验在 L8(27)正交表中任选 5 列来安排所考虑的 5 个因素并进行试验,正交表试验安排见表 4。

3) 上述实验数据进行分析处理,实验数据分析、处理的最终结果见表 5,可以找出最佳的干燥工艺。

4) 最佳干燥工艺。由于极差的大小反映了因素变化时实验指标的变化幅度,所以因素的极差越大,该因素对指标的影响越大,它就越重要。热效率指标各因素的主次关系为(从主到次,以下顺序相同):ACDEB;对于功耗指标各因素的主次关系为:CABDE;对于失水速率指标各因素的主次关系为:CBED。由于主要因素的水平变化对指标影响较大,所以必须控制它在最好的水平上。综合以上 3 个指标的各因素主次关系及表 5 中平均值 k_1, k_2 ,可总结出最佳干燥工艺为: C_1, A_2, B_1, E_1, D_2 。

5) 通过上述最佳干燥工艺对不同质量的黄姜进行干燥,可观察到干姜块和干姜片的色泽淡黄、外形较饱满、香味浓厚。因此,运用本试验用干燥设备是可以批量干燥出较好黄姜产品的。

4 结论

1) 通过小功率磁控管微波干燥设备干燥黄姜工艺研究,验证了其对黄姜干燥的可行性,该设备适合中小规模的黄姜干燥生产。

2) 小功率磁控管微波干燥设备满足黄姜干燥“无硫烘烤”的基本要求,并具有功耗、时耗较低的优点,降低了干燥成本。

3) 该装置可以将含水 85%的鲜姜在 3 h 左右干燥到含水 12% ~ 12.5%,干制后的干姜块和干姜片外形较好。

参考文献:

[1] 彭增华,刘丽,罗平,等.采用微波-热风干制鲜姜的工艺研究[J].昆明理工大学学报(理工版),2002,27(2):24~27.
 [2] 何明弈,彭增华,刘丽,等.小功率磁控管微波干燥线的可行性试验[J].机械与设备,2002,(7):63~65.
 [3] 中国科学院数学研究所数理统计组.正交试验法[M].北京:人民教育出版社,1976:5~22.

表 3 正交试验因素及水平表

Tab 3 Factors and levels of orthogonal test

	A (档位)	B (传送节拍)	C (堆积度)/%	D (物料厚度) /mm	E (单位产量) /kg·h ⁻¹
1	高	停 6 行 10'	1.38	<10	1.16
2	中高	停 10 行 15'	0.93	>10	0.83

表 4 正交试验安排及实验数据

Tab 4 Arrangement and experimental data of orthogonal experiment

	A	B	C	D	E	热效率 /%	功耗 /kWh·kg ⁻¹	失水速率 /g·min ⁻¹
1	1	1	1	1	2	34	1.14	12.2159
2	1	1	1	2	1	35	1.1875	12.7273
3	1	2	2	1	1	28	1.736	9.5946
4	1	2	2	2	2	30	1.667	9.3443
5	2	1	2	1	2	32	1.343	10.4362
6	2	1	2	2	1	33	1.3657	10.41667
7	2	2	1	1	1	34	1.22	11.2821
8	2	2	1	2	2	42	1.2656	10.1770

表 5 实验数据分析的最终结果

Tab 5 Result analysis of experimental data

	A 数据	B 数据	C 数据	D 数据	E 数据
K_1	127/5.7305 /43.8821	134/5.0362 /45.79607	136/4.485 /46.892	128/5.439 /43.15497	130/5.5092 /44.02
K_2	141/4.8662 /42.801067	134/5.5605 /40.8877	123/6.1117 /39.79177	140/5.1577 /43.15497	138/5.4156 /42.173
k_1	31.75/1.4326 /10.97	33.5/1.259 /11.449	34/1.12125 /11.723	32/1.3597 /10.789	32.5/1.3773 /11.01
k_2	35.25/1.21655 /10.7	33.5/1.39125 /10.2219	30.75/1.5279 /9.948	35/1.2894 /10.788742	34.5/1.3539 /10.543
R	3.5/0.216 /0.27	0/0.13225 /1.2271	3.25/0.467 /1.775	3/0.07 /0.0003	2/0.0234 /0.467

注: K_1, K_2 分别是各列四个“1”或“2”对应实验数据的和; k_1, k_2 分别为 $k_1 = K_1/4, k_2 = K_2/4$; R 为极差, R = 各列的 k_1, k_2 中最大的减去最小的。