

香菇远红外烘干的均匀性实验研究*

王 俊 成 芳

(浙江农业大学)

摘 要 通过对远红外烘干箱干制香菇时各点失水速率、烘后品质的实验研究,发现作业中各种状况下箱体各点香菇的失水速率和烘后质量不尽相同。香菇的远红外烘干箱内应配置循环风机和排湿风机,并当循环风机连续工作和排湿风机间断工作的联合作业方式时,失水均匀性和质量均匀性较佳。

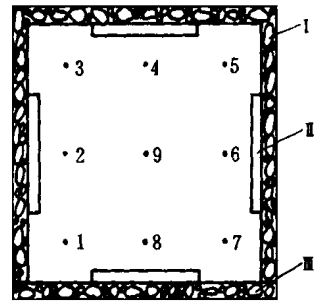
关键词 香菇 远红外烘干箱 失水速率 质量 均匀性

远红外烘干箱靠较高温度的辐射板辐射远红外线来工作,整个箱体内各点存在较大的温度差异(近辐射板处温度高)。这种差异将导致脱水中各点物料的失水速率不同和同一时刻各点物料含水量不均匀,也难以准确控制干制结束时间,影响干后品质。文献[1]中简介了香菇等物料的远红外烘干机的基本结构及微机控制系统。为解决烘干作业中各点温度和物料干后品质不均匀性,该机除设有排湿风机外,还增设循环风机。本文以香菇为试验物料进行了各种状况下失水和烘后品质均匀性的实验研究。

1 香菇失水速率和烘后品质的均匀性

同层内取测点9个,分布见图1。点2、4、6、8近远红外辐射板。除点9为中心点外,其余各点距离壁面15 cm。开机升温后,将温度场内平均温度调节至 55 ± 1 。在各测点处放入预先准备好的物料筛盘(盘大小为 $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$,盘中心为测点位置)。将经挑选大小一致、去蒂后的香菇按 6 kg/m^2 均匀分布在筛盘上。香菇初始水分为733% (干基,下同)。烘干作业中进风口和排湿口始终开启。烘后香菇质量评分标准参见文献[2]。3种工作状况:仅循环风机工作、仅排湿风机工作和二风机同时工作,分别烘干9、6、8、3和7.0 h,得上中下三层各点失水速率和烘后质量见表1,5层间对应点的标准差和变异系数见图2、3。

1.1 香菇失水速率均匀性



I. 绝热层 II. 远红外板 III. 箱门
图1 测点分布示意图

Fig 1 Scheme of measured position

收稿日期: 1997-12-30

* 浙江省科委科研基金资助项目

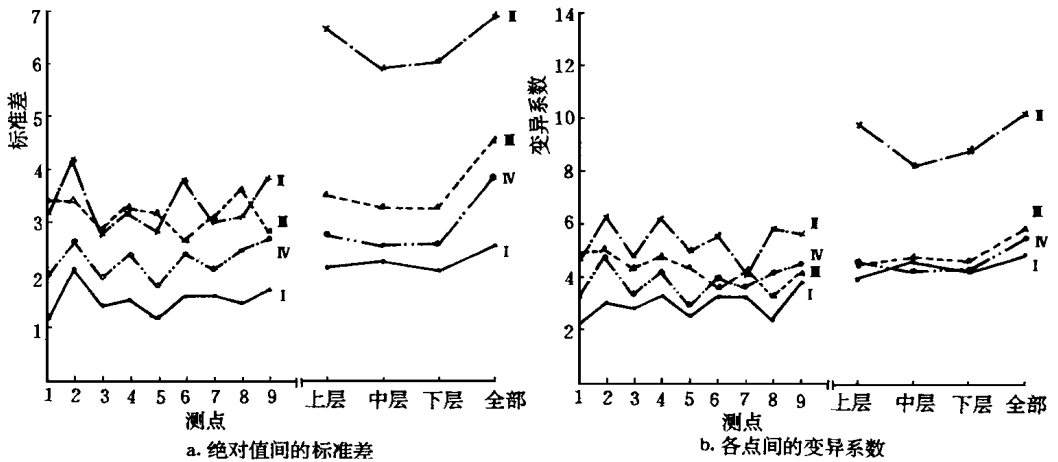
王 俊, 副教授, 杭州市凯旋路268号 浙江农业大学农业工程学院, 310029

表1 各点香菇干燥过程总平均失水速率(%/h)和烘后质量分(括号内数字)

Tab 1 Dehydrating rate and dried quality at each position

测点	仅循环风机工作			仅排湿风机工作			二风机同时工作			实际工况		
	1	2	9	1	2	9	1	2	9	1	2	9
上层	50.3 (25)	54.3 (22)	48.0 (28)	66.3 (28)	80.3 (19)	64.3 (19)	73.5 (31)	79.4 (28)	69.4 (34)	61.8 (29.5)	66.8 (29.5)	59.0 (31)
中层	48.9 (22.5)	52.0 (22)	45.1 (25)	61.1 (31)	73.0 (19)	58.1 (31)	69.4 (29.5)	74.6 (28)	66.1 (34)	59.4 (29.5)	63.0 (28)	55.9 (34)
下层	47.6 (22.5)	50.5 (19.5)	43.9 (22.5)	58.8 (31)	70.3 (22)	54.9 (22.5)	65.2 (34)	71.0 (31)	62.5 (35)	56.9 (32.5)	60.3 (31)	52.3 (34)

注: 评定质量时, 有的香菇尚未达到贮藏水分(13%以下, 湿基)。



I. 仅循环风机工作 II. 仅排湿风机工作 III. 二风机工作 IV. 实际工况

图2 失水速率的标准差和变异系数

Fig. 2 Standard difference and variation coefficient of dehydrating rate

1. 1. 1 循环风机单独工作

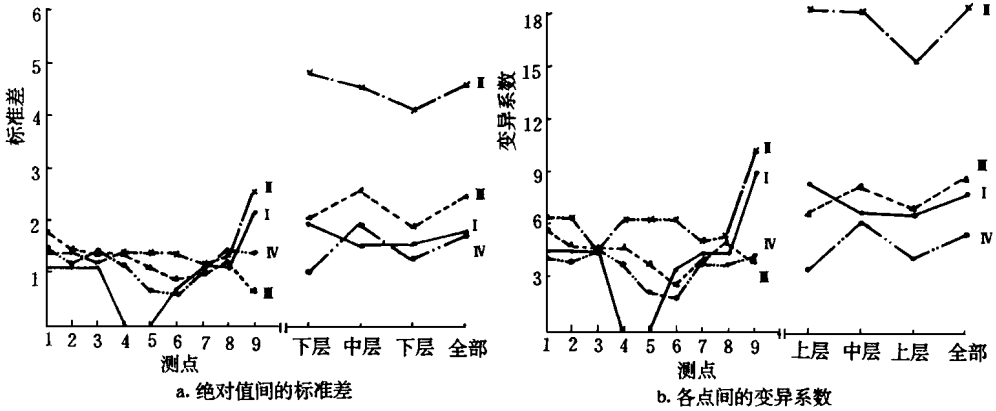
同层内测点1、3、5(本文简称“一类点”)和测点2、4、6、8(简称“二类点”)的香菇失水速率各自相接近。由于二类点近远红外辐射板, 该点香菇的失水速率高于一类点的。中心点的物料失水速率最低。上下层对应点香菇失水速率呈上高下低。

同层内各点香菇失水速率最大差值为7%/h, 上下层对应的最大差值为4.1%/h, 整个箱体的最大差值为10.4%/h。同层内各点和上下层对应点间的失水速率标准差较低。

1. 1. 2 排湿风机单独工作

因所蒸发的水分及时被带出箱体, 箱内各点香菇的失水速率(平均67.49%/h)均高于仅开循环风机(平均50.13%/h)。由于部分热量被排出箱体, 远红外板温升高, 二类点香菇失水速率比一类点的更高(仍呈各自速率相近)。中心点的香菇失水速率较低。同层各点失水速率的差异变大(最大值为16.2%/h), 标准差值明显高于仅开循环风机。对应点的失水速率呈下低上高, 且上下差异值变大(最大9.4%/h), 标准差值比仅开循环风机大一倍左右。

整个箱体失水速率最大差值为25.4 %/h。



I. 仅循环风机工作 II. 仅排湿风机工作 III. 二风机工作 IV. 实际工况
 图3 烘后质量的标准差和变异系数

Fig 3 Standard difference and variation coefficient of dried quality

1. 1. 3 循环风机、排湿风机同时工作

整个箱体总的失水速率(平均71.5 %/h)比前二种情况都高。一类点香菇的失水速率低于二类点。同一层内速率差值比仅排湿时的小(最大10 %/h),标准差值大大低于仅排湿风机工作。上下层对应点香菇失水速率呈下低上高,上下层的最大差值为8.8 %/h。标准差与仅排湿风机工作的相接近。

比较变异系数(图2b)可知^[3]:从上下层对应点看,仅循环风机工作时最好,仅排湿风机工作时失水均匀性最差。从同一层看,也呈仅排湿风机开最差,另二种状况基本接近。因此远红外箱烘干香菇时应循环风机连续工作,或者排湿风机和循环风机同时工作。

1. 2 香菇干后质量的均匀性

1. 2. 1 循环风机单独工作

同层内各点香菇烘后质量不尽相同。一类点的质量分高于二类点(各自基本接近)。同层内质量分相差最大为6分。各层质量分标准差相近。上下层对应点烘后质量分呈上高下低,最大分差为5.5分。整个箱体各点的质量分最大差为8.5分。平均质量分为22.98。

1. 2. 2 排湿风机单独工作

同仅循环风机工作相比,由于香菇所蒸发的水汽及时被带走,箱体各点香菇平均质量分(25.69)提高。一类点和中心点的干菇质量分提高,二类点的质量分下降(板温升高所致)。同层内质量分差异变大(最大12分)。各层内质量分标准差值增大(各层相近)。

上下层对应点质量分最大差值为5.5分。整个箱体各点质量分最大差值为12分。

1. 2. 3 排湿风机、循环风机同时工作

整个箱体各点香菇的平均质量分(30.78)和对应点的质量分基本上高于前二种状况。同层内(最大差值为6分)一类点和中心点的香菇质量分高于二类点(各自相近)。同层内的各点质量分标准差明显低于仅排湿风机工作,接近于仅循环风机工作。

上下层对应点的质量分大致呈上低下高,最大值差为3分,各点的标准差值大都低于仅

排湿风机工作。整个箱体各点质量分的标准差明显低于仅排湿风机工作。

比较各点间的变异系数可知: 同层和整个箱体内的质量均匀性为仅排湿风机工作时最差, 循环风机工作时的二种状况相接近且较好。上下层对应点的质量均匀性也为仅排湿风机工作时较差, 循环风机工作时情况好些。仅循环风机工作时的干菇质量均匀性虽好, 但各点的质量分均较低。因此综合考虑后应采用排湿风机和循环风机同时工作为佳。

1.3 香菇烘干作业的实际生产应用

排湿风机连续工作导致热量损失较多, 排湿风机可以间断工作。故实际生产工作时排湿风机作业可通过湿度传感器实现微机控制^[1], 箱体内湿度高于设定值时工作、低于时关闭。现设定: 前期相对湿度 $RH = 60\%$ 、3 h, 中期 $RH = 20\%$ 、3 h, 后期 $RH = 10\%$ 、2.2 h; 温度同前不变。烘后的失水速率和烘后质量分见表1, 绝对值标准差和变异系数见图2、3。

1) 失水速率均匀性 从标准差值可知, 同层、上下层对应点及整个箱体内各点的失水速率差值与仅排湿风机和二风机同时工作时相比都小。分析变异系数, 失水速率的均匀性略优于二风机同时连续工作。

2) 质量均匀性 整个箱体内香菇的烘后平均质量分(30.89分)高于仅排湿风机工作和二风机连续工作。同前三种状况比较, 质量分绝对差值变小。上下层间各对应点的标准差接近或略小于二风机同时连续工作, 同层间和整个箱体内各点的标准差值减小明显, 与仅循环风机工作接近。从变异系数可知: 质量均匀性优于二风机同时连续工作。

所以, 循环风机连续工作、排湿风机间断工作的远红外烘干香菇作业方式更佳。

2 结 论

- 1) 香菇远红外烘干箱烘干时各点的失水速率和烘后质量存在差异。
- 2) 设计香菇远红外烘干箱时应配以排湿风机和循环风机。
- 3) 循环风机连续工作、排湿风机间断工作时箱内各点的香菇失水速率和烘后质量均匀性较好。

参 考 文 献

- 1 胥 芳, 张立彬, 王 俊 全自动远红外烘干机微机控制系统的研究 农业工程学报, 1997, 13(2): 177~ 180
- 2 王 俊, 许乃章 远红外热风干燥香菇的研究 农业工程学报, 1993, 9(2): 95~ 101
- 3 陶 澍 应用数理统计方法 北京: 中国环境科学出版社, 1994 40~ 41

Experimental Study on Drying Uniformity of Far-Infrared Dryer for Xianggu Mushroom

Wang Jun Cheng Fang

(Zhejiang Agricultural University, Hangzhou)

Abstract The characteristic of far-infrared drying on biological product is different from that of convective hot-airflow drying. The temperature at different position in far-infrared dryer is different. The experimental research under three working conditions, *i. e.*, only circulating fan working or only wet-exhaust fan working or circulating fan and wet-exhaust fan simultaneously working, and the analyses of standard difference and variation coefficient on the dehydrating rate and dried quality of xianggu mushroom in far-infrared dryer show that there are certain unevenness of dehydrating rate and the dried qualities of xianggu mushroom placed at different positions are different. The circulating fan and wet-exhaust fan must be installed in far-infrared dryer for xianggu mushroom. While the circulating fan and the wet-exhaust fan are simultaneously working, the drying uniformity will be improved.

Key words xianggu mushroom, far-infrared dryer, dehydrating rate, quality, uniformity