

CD-100 型滚筒式烘干机油菜籽干燥试验

谢艳群, 蒋蘋*, 廖敦军, 向阳, 孙松林, 官春云

(湖南农业大学 工学院, 湖南 长沙 410128)

摘 要:以 CD-100 型滚筒式烘干机为研究对象, 对影响油菜籽干燥特性的温度和风速进行对比试验, 绘制在温度分别为 60、70 和 80 °C, 风速分别为 3.03、3.80、4.30、4.73 和 5.13 m/s 时, 油菜籽含水率随干燥时间变化的曲线。结果表明: 随着温度的升高, 油菜籽干燥速率加快, 最佳干燥温度为 80 °C; 随着风速的加大, 油菜籽干燥速率加快, 当干燥温度为 80 °C、风速为 4.73 m/s 时, 所需干燥时间为 2 h, 干燥速率最大, 为 4.87%/h。

关 键 词: 滚筒式烘干机; 油菜籽; 温度; 风速; 含水量; 干燥速率

中图分类号: S22 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2012)03-0344-03

Research on drying of rapeseed with cylinder dryer type CD-100

XIE Yan-qun, JIANG Pin, LIAO Dun-jun, XIANG Yang, SUN Song-lin, GUAN Chun-yun

(College of Engineering, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: The influences of temperature and wind speed on the drying of rapeseed using cylinder drier type CD-100 were compared and the curves describing the changes of water contents under temperatures of 60 °C, 70 °C and 80 °C and under wind speeds of 3.03 m/s, 3.80 m/s, 4.30 m/s, 4.73 m/s and 5.13 m/s were made. The result demonstrated that the drying rate of rapeseed increased with the increase of the temperature and the best drying temperature was 80 °C. The drying rate also increased with increasing wind speed. The drying condition with drying temperature of 80 °C and wind speed of 4.73 m/s yielded the fastest the drying rate for rapeseed, which was 4.87%/h.

Key words: cylinder dryer; rapeseed; temperature; wind speed; water content; drying rate

由于油菜籽收获时正值梅雨季节, 高温、高湿环境易使油菜籽发芽或霉变, 因此, 必须快速将油菜籽干燥至安全储藏水分, 使其安全度过贮藏阶段。油菜籽的安全贮藏水分一般应控制在 8% ~ 10%^[1-2]。同时油菜籽品质受温度影响较大, 应根据不同的干燥机类型严格控制烘干过程中的最高料温, 不得超过 80 °C^[3-6]。为此, 笔者以湖南农业大学自主研发的 CD-100 型滚筒式油菜籽烘干机为研究对象, 对影响油菜籽干燥效率的温度和风速进行试验研究, 以为烘干机智能控制系统的设计提供技术参数。

1 材料与方法

1.1 材 料

湘杂油 1631 号双低油菜籽。人工除杂使油菜籽含杂率低于 0.1%。除杂后的油菜籽总质量约 270 kg, 含水率约 30%, 置于通风处自然风干后含水率约 19%。

1.2 设 备

CD-100 型滚筒式烘干机结构如图 1 所示。热源通过风筒布与滚筒进风口连接; 滚筒由主动轮带动转动; 油菜籽烘干时滚筒正转; 干燥结束后, 打

收稿日期: 2012-02-24

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BAQ20B08)

作者简介: 谢艳群(1986—), 女, 湖南武冈人, 硕士研究生, 主要从事农业电气化及自动化研究, 443415604@qq.com; *通信作者, teacher_jp@163.com

开进/卸料口, 控制系统设置滚筒反转完成卸料。

风机采用功率为 370 W 的离心式三相风机(上海高工)。电加热式热源, 功率 6 kW。进风口处安装温度传感器。电气控制箱内置 三晶 8 000M 变频器, 控制风机转速; 温控器, 用于设置温度及在线检测进风口温度; IG5-4 变频器控制滚筒转速。

便携式数据采集仪(英泰斯特(INTEST)仪器公司生产), 用于标定各取样点的温度值和出风口的相对湿度值。油菜籽含水率用三久电脑水分测定仪测量。

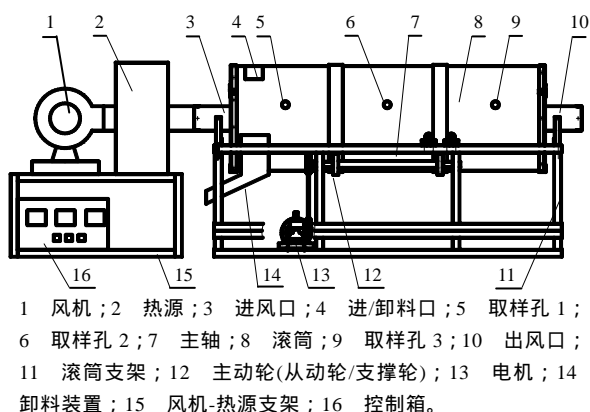


图 1 CD-100 型滚筒烘干机结构

Fig.1 The structure of cylinder dryer type CD-100

1.3 方法

将供试油菜籽分成 3 批次, 每批次油菜籽在不同温度(60、70、80 °C)和不同风速(3.03、3.80、4.30、4.73、5.13 m/s)条件下进行烘干试验。由于试验所需油菜籽量大, 故采用人工加湿重复使用的方法^[7-8], 每次试验前将油菜籽充分浸泡后摊铺在通风处 8 h 左右, 晾干表面水分, 待其初始含水率约为 19%时再进行试验。烘干过程中, 每个取样孔每隔 20 min 取 1 次样, 直至油菜籽含水率低于 9%。每次取样 3 g, 测量油菜籽含水率, 取平均值并绘制曲线图, 用于对比分析同一风速不同温度条件下以及同一温度不同风速条件下的油菜籽含水率的变化^[8]。

2 结果及分析

2.1 温度对油菜籽干燥效率的影响

图 2 反映不同温度下油菜籽含水率随时间的变化。当风速 3.03 ~ 4.73 m/s 时, 80 °C 干燥的效率最高, 60 °C 干燥的效率最低。80 °C 条件下的干燥效率是 60 °C 条件下的 1.5 ~ 2 倍。但当风速为 5.13

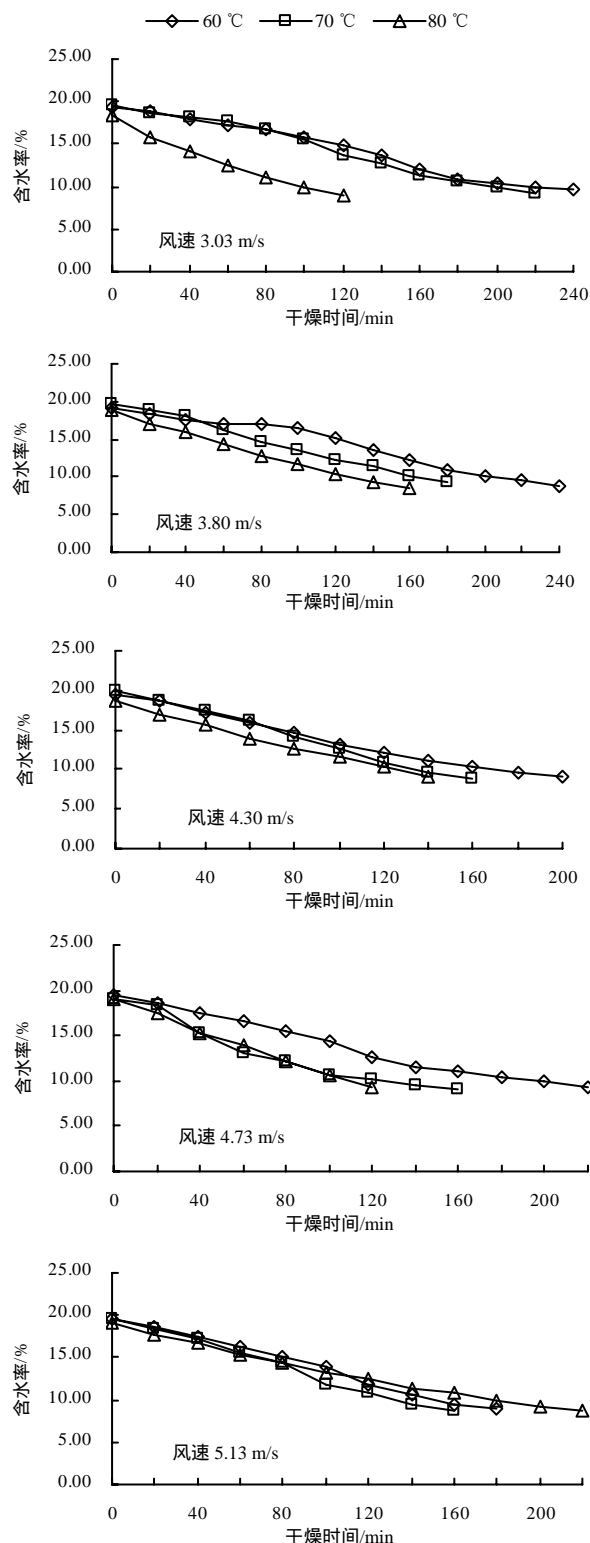


图 2 不同温度下油菜籽含水率随时间的变化

Fig.2 The curve of rapeseed water-content changing with different temperature

m/s 时, 油菜籽干燥效率不再随温度的升高而提高, 70 °C 时的干燥效率最高, 80 °C 时最低。这是因为温度和风速之间存在耦合作用, 当风速较大时, 风

带走油菜籽的水分的同时也带走了热量,滚筒进风口温度虽然保持了恒定,但油菜籽的干燥温度却降低了,因而干燥效率随之降低。

2.2 风速对油菜籽干燥效率的影响

图3反映不同风速下油菜籽含水率随时间的变化。当温度为60和70℃时,风速越大,油菜籽干燥效率越高。但当温度为80℃时,所需干燥时间并不随风速的不断增大而逐渐缩短。这表明油菜籽的干燥过程是一个非常复杂的热质交换过程,影响其干燥效率的因子之间相互影响^[7-8],需要对干燥效率进行综合分析。

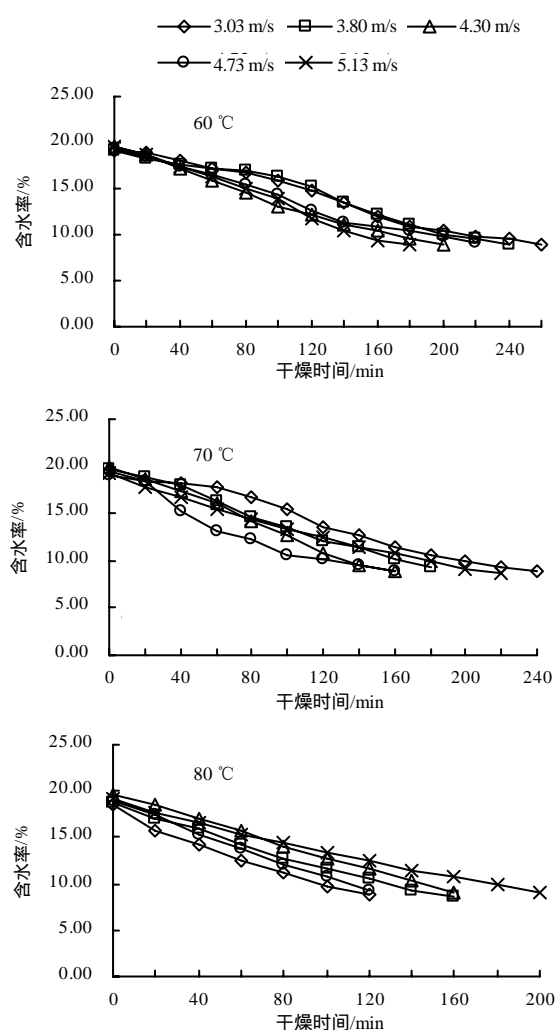


图3 不同风速下油菜籽含水率随时间的变化

Fig.3 The curves of rapeseed water-content changing with different wind speed

2.3 对油菜籽干燥效率影响因素的综合分析

从表1可以看出,平均干燥速率最小值为2.48%/h,此时温度为60℃,风速为3.03 m/s;平均干燥速率最

高值达到4.87%/h,此时温度为80℃,风速为4.73 m/s。利用SPSS统计分析软件分析,可以得出在80℃、风速为4.73 m/s条件下的曲线拟合方程^[9-10],通过比较相关系数的平方值(R^2)发现,三次多项式模型曲线拟合方程的相关系数最大, $R^2=0.999$,其曲线拟合方程为: $y=20.521-0.068t+2.033\times10^{-6}t^2$ 。

表1 不同温度和风速下油菜籽的干燥速率

Table 1 The drying rate under different temperature and wind speed

| 试验编号 | 温度/℃ | 风速/(m·s ⁻¹) | 出机含水率/% | 烘干时间/h | 平均干燥速率/(%·h ⁻¹) |
|------|------|-------------------------|---------|--------|-----------------------------|
| 1 | 60 | 3.03 | 9.10 | 4.00 | 2.48 |
| 2 | 70 | 3.03 | 8.40 | 3.50 | 3.02 |
| 3 | 80 | 3.03 | 9.30 | 2.00 | 4.85 |
| 4 | 60 | 3.80 | 8.80 | 4.00 | 2.55 |
| 5 | 70 | 3.80 | 9.60 | 2.67 | 3.52 |
| 6 | 80 | 3.80 | 8.80 | 2.67 | 3.82 |
| 7 | 60 | 4.30 | 9.37 | 3.00 | 3.21 |
| 8 | 70 | 4.30 | 9.20 | 2.33 | 4.21 |
| 9 | 80 | 4.30 | 9.40 | 2.33 | 4.12 |
| 10 | 60 | 4.73 | 8.30 | 4.00 | 2.68 |
| 11 | 70 | 4.73 | 8.90 | 2.67 | 3.78 |
| 12 | 80 | 4.73 | 9.27 | 2.00 | 4.87 |
| 13 | 60 | 5.13 | 8.50 | 2.67 | 3.93 |
| 14 | 70 | 5.13 | 8.30 | 2.67 | 4.01 |
| 15 | 80 | 5.13 | 8.60 | 3.67 | 2.83 |

参考文献:

- [1] 廖庆喜,舒彩霞,余礼明.微波干燥中油821油菜籽试验研究[J].湖北农业科学,1999(6):76-77.
- [2] 周天智,唐一兵.流化槽烘干机烘干高水分油菜籽的试验报告[J].郑州粮食学院学报,1989(1):83-86.
- [3] 王俊发,马浏轩.油料种子热风干燥特性的试验研究[J].佳木斯大学学报:自然科学版,2002,20(2):148-151.
- [4] 吕孝荣.粮食烘干过程智能控制的理论与试验研究[D].沈阳:东北大学机械工程与自动化学院,2005.
- [5] 史英春,郭晓云,贾怀远,等.油菜籽干燥工艺的研究[J].佳木斯大学学报:自然科学版,2009,27(6):903-904.
- [6] 任海军.基于给定干燥曲线的干燥设备微机控制系统的设计研究[D].重庆:西南大学研究生院,2006:5.
- [7] 周代梁.油菜籽薄层干燥及其通风特性的试验研究[D].武汉:华中农业大学工程技术学院,2006.
- [8] 杨洲.高湿稻谷干燥中热质运动机理与过程优化研究[D].广州:华南农业大学工程技术学院,2000.
- [9] 陈魁.试验设计与分析[M].北京:清华大学出版社,1995.
- [10] 王颖.试验设计与SPSS应用[M].北京:化学工业出版社,2007.

责任编辑:罗慧敏