

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.10.040

3 种干燥方法对荞麦干燥特性及品质的影响

Effects of three drying methods on the drying characteristics and quality of buckwheat

张译文 张燕梁 万霖

ZHANG Yi-wen ZHANG Yan-liang WAN Lin

车刚 高瑞丽 王洪超

CHE Gang GAO Rui-li WANG Hong-chao

(黑龙江八一农垦大学工程学院, 黑龙江 大庆 163319)

(College of Engineering, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

摘要:以振动远红外干燥、烘箱干燥、薄层干燥3种干燥方法荞麦进行干燥,对比3种干燥方法对荞麦干燥特性及干燥后品质产生的影响。结果表明,在干燥特性方面,振动远红外干燥达到安全水分时间最短,干燥速率最大;薄层干燥所需时间最长,干燥速率最小。在品质分析方面,振动远红外干燥工艺对荞麦的外观品质影响较小,干燥后的荞麦面积收缩率最小,同时蛋白质含量最高(17.02%),但发芽率相较薄层干燥工艺略低;经烘箱干燥后的荞麦样品蛋白质含量最低;其发芽率也最低。薄层干燥后的荞麦面积收缩率最大。在实际生产中,可根据具体情况选择适合的干燥方法。

关键词:荞麦;振动远红外干燥;烘箱干燥;薄层干燥;干燥特性;品质

Abstract: The buckwheat was dried by vibrating far infrared drying, drying in oven and drying in thin layer, and compared the drying characteristics and quality after drying to the buckwheat by the three kinds of drying methods. Result: The buckwheat had the shortest safe water time and the highest drying rate by vibrating far infrared drying. The drying time of thin layer was the longest and the drying rate was the lowest. In terms of quality analysis, vibrating far-infrared drying process had little effect on the appearance quality of buckwheat. The area shrinkage rate *W* of dried buckwheat was the smallest, and the protein content was

the highest (17.02%), but the germination rate was slightly lower than that of thin layer drying process. The buckwheat samples dried in the oven had the lowest protein content and the lowest germination rate. The buckwheat area shrinkage was the highest after thin layer drying. In actual production, suitable drying method can be selected according to specific conditions.

Keywords: buckwheat; vibration far infrared drying; oven drying; thin layer drying; drying characteristics; quality

荞麦又名乌麦、三角麦,蓼科双子叶谷类作物,为食药作物。其种子呈三棱锥型,最早生长于中国喜马拉雅山地区^[1-2]。荞麦营养丰富,含芦丁、槲皮素和山柰酚等黄酮类物质,是中国八大保健食品之一^[3-5]。研究显示,荞麦所含的蛋白质因其氨基酸组成十分均衡具有相当高的生物价值^[6-8],荞麦黄酮具有抗氧化、抗肿瘤、降血糖、降血压、降血脂、预防动脉粥样硬化、保护心血管等功能^[9-11]。

随着贮藏时间的增加,荞麦会由褐色逐渐变成白色甚至红褐色,影响品质。含水率较高的荞麦,入仓后容易发生霉变或出现发热现象,导致变质。极少量霉变荞麦籽粒混入正常荞麦中,会使全部荞麦加工产品带有异味^[12-14]。

为提高荞麦贮藏品质,宋春芳等^[15]对荞麦采用汽蒸干燥试验,研究温度、风速、物料厚度对汽蒸荞麦干燥速率与单位耗热量的影响,结果表明,随温度升高、风速增加、厚度减小,干燥速率相应提高。彭荟芳等^[16]采用滚筒干燥对荞麦雪花片质构进行研究,结果表明不同工艺条件下,荞麦雪花片内部蜂窝结构的变化是导致荞麦雪花片质构特性变化的原因。虽然已有很多研究者^[17-18]对荞麦进行研究,但目前对荞麦的研究主要集中在单一的

基金项目:黑龙江省应用技术与开发计划重大项目(编号:GA15B402);黑龙江八一农垦大学农业机械化工程重点实验室开放课题(编号:HXL17A-03B1);科技部支撑计划子课题(编号:2012BAD06B02-05A)

作者简介:张译文,女,黑龙江八一农垦大学在读硕士研究生。

通信作者:张燕梁(1977—),男,黑龙江八一农垦大学副教授,博士。E-mail:15804598777@163.com

收稿日期:2019-05-14

干燥方法和质构分析方面,而用不同的方法对荞麦进行干燥并对干燥后荞麦的干燥特性及品质进行对比分析的相关研究较少,且未见振动远红外干燥、烘箱干燥、薄层干燥 3 种常用干燥方法对寒区荞麦干燥特性及品质影响的研究。试验拟探求振动远红外干燥、烘箱干燥、薄层干燥对荞麦干燥特性及品质的影响,以期对荞麦深床干燥提供理论指导和技术支持。

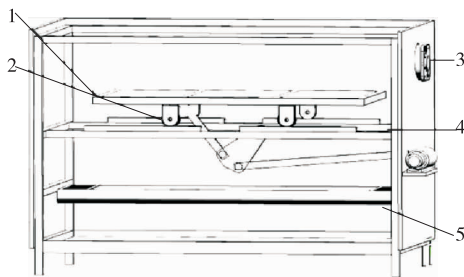
1 材料与方 法

1.1 试验材料

新鲜带壳苦荞麦:黑龙江八一农垦大学实验基地提供。

1.2 试验设备

振动远红外干燥机(见图 1):5GZ-FW 型,黑龙江八一农垦大学自制;



1. 风机 2. 风机挡板 3. 电机 4. T 型槽 5. 风机

图 1 远红外热风干燥机结构简图

Figure 1 Far infrared hot air dryer structure diagram

薄层干燥试验台(见图 2):GHS-II 型,黑龙江八一农垦大学自制;

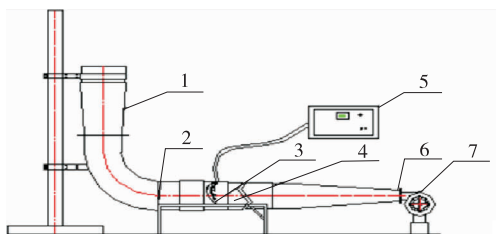
电热恒温鼓风干燥箱:GZX-DH30A 型,华宇特科技开发有限公司;

电子天平:JD300-3 型,沈阳龙腾电子有限公司;

谷物判别器:ES-100 型,日本株式会社藤原制作所;

谷物水份测定仪,PM8I88 型,日本株式会社 KETT 科学研究所;

凯氏定氮仪:K-360 型,瑞士步琦有限公司。



1. 物料干燥台 2. 管道固定架 3. 加热器 4. 热风管道 5. 温度控制器 6. 手动调风门 7. 风机

图 2 薄层干燥试验台结构

Figure 2 Thin layer drying test bed structure

1.3 试验方法

1.3.1 热风干燥 称取 100 g 荞麦放入物料盘中,设定热风温度 40 ℃,风速 0.3 m/s,荞麦脱水至 13% 及以下停止干燥。

1.3.2 烘箱干燥 称取 100 g 荞麦放入烘箱干燥设备内,设定温度 40 ℃,功率 400 W,荞麦脱水至 13% 及以下停止干燥。

1.3.3 远红外振动干燥 将荞麦平摊在物料盘内,设定加热温度 40 ℃,荞麦厚度 5 mm,振动频率 0.5 Hz,荞麦脱水至 13% 及以下停止干燥。

1.4 测定指标

1.4.1 荞麦含水率计算

$$M_{(t)} = \left[1 - \frac{G_0(1 - M_0)}{G_{(t)}} \right] \times 100\%, \quad (1)$$

式中:

$M_{(t)}$ ——干燥 t 时间后样品的含水率, %;

G_0 ——干燥样品初始重量, g;

M_0 ——干燥样品初始含水率, %;

$G_{(t)}$ ——干燥一段时间后样品的重量, g。

1.4.2 干燥速率计算

$$DR = \frac{M_{t_1} - M_{t_2}}{t_2 - t_1}, \quad (2)$$

式中:

DR ——干燥速率, %/min;

M_{t_1} —— t_1 时荞麦的含水率, %;

M_{t_2} —— t_2 时荞麦的含水率, %。

1.4.3 蛋白质含量 采用全自动凯氏定氮仪测定。

1.4.4 发芽率 样品经清洗、浸种后使用湿热干燥设备进行催芽,按式(3)计算发芽率。

$$G = \frac{m}{z} \times 100\%, \quad (3)$$

式中:

G ——发芽率, %;

m ——正常发芽的种子数;

z ——种子总数。

1.4.5 面积收缩率 荞麦在干燥过程中的实际收缩率难以测量。本试验采用与其正相关的投影面积收缩率作为指标,将经不同干燥工艺干燥后的荞麦样品分别采用 Matlab 图像处理功能来分析图像中各特征点的像素个数,利用荞麦干燥前后的像素值按式(4)计算荞麦投影面积的收缩率^[19]。

$$W = 1 - \frac{S_d}{S_w}, \quad (4)$$

式中:

W ——面积收缩率;

S_d ——干燥后投影面积;

S_w ——干燥前荞麦投影面积。

1.5 数据处理

采用 Excel 2017 进行试验数据处理,绘制荞麦干燥特性曲线图,利用 Matlab 2015b 软件对图像进行处理。

2 结果与分析

2.1 对干燥特性的影响

2.1.1 含水率 由图 3 可知,干燥后期,3 种方式的干燥曲线斜率均变小,呈现持续平缓的状态,干燥速率明显变低,原因是随着干燥的进行,荞麦外壳逐渐变硬,阻止了内部水分的排出,与宋春芳等^[15]对汽蒸荞麦含水率的研究趋势一致。3 种干燥工艺中,振动远红外干燥所需时间最短,仅需 120 min,相比于烘箱干燥减少了 80 min,相较于薄层干燥减少了 200 min。这是由于振动远红外干燥方式采用了往复振动式物料盘,运动的过程中加快了水分的迁移,加速了水分内扩散的过程,干燥时间也随之缩短。

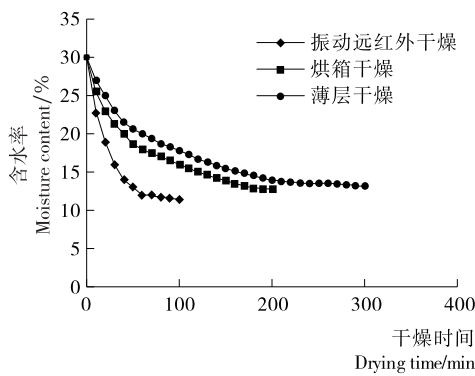


图 3 干燥工艺对荞麦含水率的影响

Figure 3 Effect of drying technology on moisture content of buckwheat

2.1.2 干燥速率 由图 4 可知,3 种干燥工艺中,振动远红外干燥脱水速率最高,烘箱干燥次之,薄层干燥最低。这是由于振动远红外干燥方式采用的往复振动式物料盘,物料在干燥的过程中可以接受到不同距离和角度的多重辐射,水分迁移方向总是由水分较多的内部向水分含量较小的外部扩散^[20],从而加快了脱水速率。不同干燥工艺下,荞麦脱水速率曲线均出现快速上升阶段、恒速阶段、降速阶段 3 个阶段。这与高雪等^[21]在受冻稻谷薄层干燥特性的试验研究中对稻谷干燥速率研究得出结论一致。这是因为在干燥初期,荞麦含水率大,表面水分高,脱水随之上升;干燥一段时间后,脱水速率曲线出现了一段恒速阶段,主要是由于干燥开始后,荞麦表面水分被热空气带走,浅表层和内部自由水又快速传递到表面,内部水分扩散又大于荞麦表面水分蒸发,导致恒速阶段的出现。但随着荞麦水分的大量减少,脱水速率呈降低趋势,主要原因是随着干燥的进行,荞麦含水量越来越

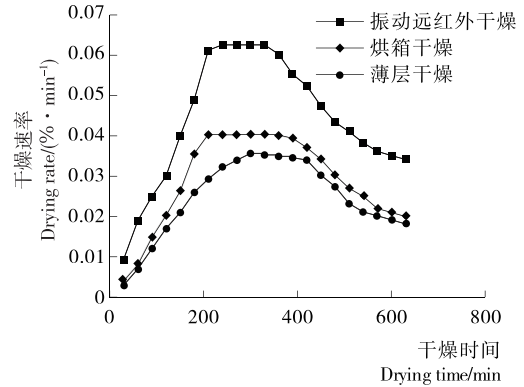


图 4 干燥工艺对荞麦干燥速率的影响

Figure 4 Effect of drying technology on the drying rate of buckwheat

低,荞麦壳逐渐变硬,其内部水分向外扩散的阻力不断增大,由此使得脱水速率不断下降。

2.2 对干燥品质的影响

2.2.1 蛋白质 如图 5 所示,经不同工艺干燥后的荞麦样品蛋白质含量差距明显,与未干燥荞麦样品相比,3 种方式干燥的样品蛋白质含量不同程度地减少,其中,振动远红外干燥工艺后的荞麦蛋白质含量最高,与未干燥样品相差 1.87%;经烘箱干燥后的荞麦蛋白质含量最低,仅为 14.39%。这与王鑫等^[22]的研究结果一致。

2.2.2 发芽率 由图 6 可知,与未干燥的荞麦相比,烘箱干燥荞麦发芽率最低,薄层干燥后荞麦发芽率最高。蔡

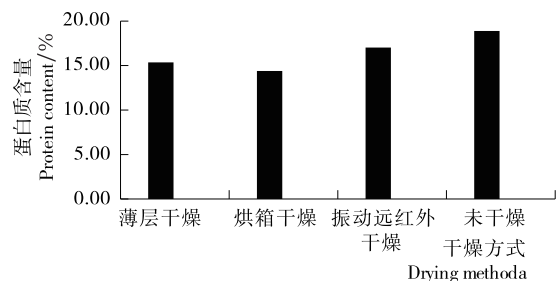


图 5 干燥工艺对蛋白质含量的影响

Figure 5 Effect of drying process on protein content

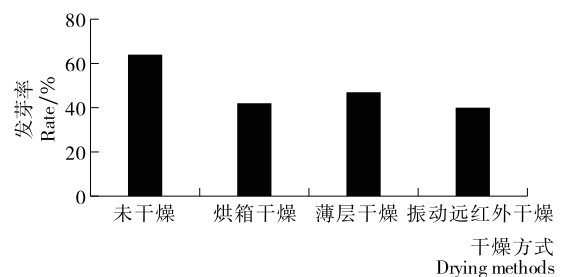


图 6 干燥工艺对荞麦发芽率的影响

Figure 6 Effect of drying technology on the germination rate of buckwheat

雪梅^[23]也曾不同干燥方式对稻谷进行干燥,并分析不同干燥方式对稻谷品质及贮藏性能的影响,发现热风干燥对稻谷发芽率影响较小,与试验结果一致。

2.2.3 面积收缩率 由图 7 可知,振动远红外干燥后荞麦样品外形尺寸变化最小,为 0.019 15;薄层干燥后荞麦样品外形尺寸变化最大,为 0.183 44。

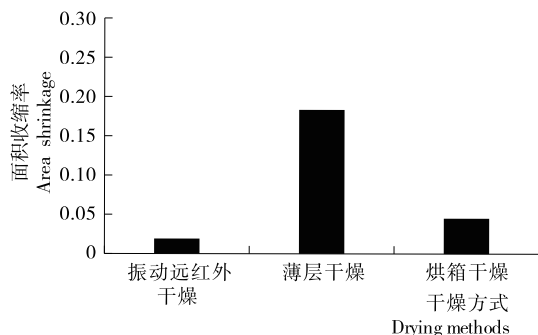


图 7 干燥工艺对荞麦面积收缩率的影响

Figure 7 Effect of drying technology on buckwheat area shrinkage

3 结论

不同的干燥工艺对荞麦干燥特性及干燥后荞麦的品质影响不同。干燥特性方面,不同的干燥工艺达到安全水分所需时间不同,振动远红外干燥工艺所需时间最短,干燥速率最高;薄层干燥所需时间最长,干燥速率最低。品质分析方面,振动远红外干燥工艺对荞麦的外观品质及内部品质影响均较小,干燥后样品蛋白质含量最高,面积收缩率最低;经烘箱干燥后荞麦样品蛋白质含量最低,同时其活力指数也最低;薄层干燥后荞麦样品面积收缩率最大。在实际生产中,应根据实际需求选择相应的干燥工艺。

参考文献

[1] 焦军, 刘炎. 荞麦芽菜培育技术[J]. 特种经济动植物, 2001(10): 40.

[2] 宋英杰, 龙春林. 荞麦的传统知识和文化[J]. 科学, 2019, 71(2): 9-12.

[3] 张玲, 高飞虎, 高伦江, 等. 荞麦营养功能及其利用研究进展[J]. 南方农业, 2011, 5(6): 74-77.

[4] 姜忠丽, 赵永进. 苦荞麦的营养成分及其保健功能[J]. 粮食与食品工业, 2003(4): 33-35.

[5] 季春燕. 苦荞的化学成分研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2005: 1.

[6] 何健, 张国治, 张虹, 等. 荞麦营养成分的检测及分析[J]. 河南农业大学学报, 2002(3): 302-304.

[7] 阮景军, 陈惠. 荞麦蛋白的研究进展与展望[J]. 中国粮油学报, 2008(3): 209-213.

[8] 米宏伟, 杨晓泉. 荞麦蛋白的研究进展[J]. 食品工业科技,

2005(8): 186-189.

[9] 万丽英. 苦荞麦的营养与开发应用前景[J]. 农业科技通讯, 2010(9): 90-92.

[10] TOMOTAKE H, SHIMAOKA I, KAYASHITA J, et al. Physicochemical and functional properties of buckwheat protein product[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 2002, 50: 2 125-2 129.

[11] 阎红. 荞麦的应用研究及展望[J]. 食品工业科技, 2011(1): 363-365.

[12] 何媚, 王锐, 周云. 荞麦研究进展综述[J]. 现代农业科技, 2011(2): 46-47.

[13] 王红育, 李颖. 荞麦的研究现状及应用前景[J]. 食品科学, 2004(10): 388-391.

[14] 路静静, 赵余庆. 荞麦皮的化学成分、生物活性及应用研究进展[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(22): 210-213.

[15] 宋春芳, 杜文亮, 王曙光. 汽蒸荞麦干燥工艺优化研究[J]. 农业工程学报, 2004(4): 195-198.

[16] 彭荟芳, 杜先锋. 滚筒干燥条件对荞麦雪花片质构特性的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2013, 40(6): 927-931.

[17] 杨宏志, 宋春芳, 杜文亮. 汽蒸荞麦干燥参数对单位耗热量影响的试验[J]. 农业机械学报, 2006(5): 90-92, 95.

[18] 凌恩福. 单辊筒蒸汽干燥机干燥苦荞麦片机理及工艺探讨[J]. 食品与机械, 1995, 11(4): 29-31.

[19] 宫元娟, 于永伟, 秦军伟, 等. 以图像计算收缩率优化香菇真空缓苏干燥工艺[J]. 农业工程学报, 2010, 26(12): 352-357.

[20] 林启训, 黄伟明, 柯福星, 等. 干制状态气体对胡萝卜干燥过程特性及制品品质的影响[J]. 食品与机械, 2002, 18(3): 9-10.

[21] 高雪, 车刚, 万霖, 等. 受冻水稻低温干燥特性研究[J]. 农机化研究, 2018, 40(6): 162-167.

[22] 王鑫, 车刚, 万霖, 等. 不同干燥方式对白萝卜干制品品质的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2017, 29(2): 58-63.

[23] 蔡雪梅. 不同干燥方式对稻谷品质及储藏性能的影响[D]. 南京: 南京财经大学, 2013: 8.