

荞麦籽粒的物理学特性研究

Study on physical characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds

李进才¹ 赵习姮² 赵建城³ 郭慧敏¹ 王超³

LI Jin-cai¹ ZHAO Xi-heng² ZHAO Jian-cheng³ GUO Hui-min¹ WANG Chao³

(1. 天津大学化工学院, 天津 300072; 2. 天津大学环境科学与工程学院, 天津 300072;

3. 中国农业机械化科学研究院, 北京 100083)

(1. School of Chemical Engineering and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

3. Chinese Academy of Agricultural Mechanization Science, Beijing 100083, China)

摘要:为了解荞麦籽粒的物理学特性,检测了 5 个荞麦品种籽、壳和仁的 10 个物理学特性。结果表明:籽含水率 11.6%~13.4%,籽粒度 3.8~5.0 mm 占 90% 以上,仁色泽 L^* 、 a^* 和 b^* 值分别约为籽的 1.8、1.7、2.6 倍,籽千粒重 27.1~37.2 g,籽和仁容重分别为 578~698, 699~795 kg/m³,籽、壳和仁比重分别约为 1.11、0.61、1.13 g/cm³,壳和仁占籽重量比率分别为 13.8%~19.2%, 80.8%~86.2%,壳厚度约 0.18 mm,壳仁间隙 0.09~0.12 mm,仁硬度 1.07~1.26 kg;不同品种荞麦的籽含水率和千粒重,籽仁容重,壳仁占籽重量比率,壳仁间隙及仁硬度等有较大差异。不同品种荞麦籽粒的这些物理学共性和特异性,对荞麦脱壳技术研究及脱壳生产工艺调整等有重要指导意义。

关键词:荞麦;籽粒;色泽;比重;壳仁间隙;仁硬度

Abstract: To investigate the physical characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds, ten physical characteristics of five buckwheat cultivars were researched on their seeds, shells and kernels. The results showed that buckwheat seed moisture percentage was 11.6%~13.4% and the size of more than 90% of buckwheat seed grains was 3.8~5.0 mm. The color values of L^* , a^* and b^* in kernels were about 1.8 times, 1.7 times and 2.6 times higher than those in seeds, respectively. And then the thousand grain weight of buckwheat seeds and the volume weights of seeds and kernels were measured to be 27.1~37.2 g, 578~698 kg/m³, and 699~795 kg/m³ respectively. Moreover, specific weight of seeds, shells and kernels were also valuated to be about 1.11 g/cm³, 0.61 g/cm³ and 1.13 g/cm³, and the weight percentage of shell and kernel ac-

counted for seeds was 13.8%~19.2% and 80.8%~86.2% respectively. In addition, the thickness of seed shells and the gaps between shells and kernels were found to be about 0.18 and 0.09~0.12 mm, and the seed kernel hardness was measure to be 1.07~1.26 kg. Therefor, different buckwheat species showed relatively large differences in their seed moisture percentage, thousand grain weight, volume weight of seed and kernel, weight percentage of shell and kernel accounted for seeds, clearance between shell and kernel of seeds, and seed kernel hardness. Consequently, the commonality and specificity in seed physical characteristics among the different species might provide us some valuable information for the researches of the techniques and the adjustment of production process technologies in buckwheat hulling.

Keywords: buckwheat; seed; color; specific weight; clearance between shell and kernel; kernel hardness

荞麦 (*Fagopyrum esculentum* Moench) 籽粒为三棱锥形,壳较坚韧,仁脆易碎,壳与仁间隙较小。荞麦采用碾磨、揉搓或撞击等物理方式脱壳时,在壳被撕裂和与仁分离的同时,仁也易被破碎,碎仁会与壳一起被风选除去,整半仁率较低^[1]。中国荞麦种植面积约 7×10^5 hm²,总产量约 7.35×10^4 t,荞麦脱壳技术与设备发展滞后,成为目前制约荞麦加工产业发展的关键环节^[2-3]。同时,中国荞麦种植地方品种多,各地气候土壤条件和栽培贮存管理等不相同^[4-8],脱壳生产中籽粒含水率、千粒重和硬度等物理学特性的差异,也给荞麦加工带来一定困难。研究和掌握与荞麦脱壳技术相关的籽粒物理学特性,可以为荞麦脱壳技术研发及脱壳生产工艺调整等提供基础理论依据,但关于荞麦籽粒物理学特性方面的研究尚未见报道。本研究拟对与荞麦脱壳相关的籽粒含水率、千粒重和粒度分级比率、籽壳仁比重、壳仁间隙及仁硬度等物理学特性进行检测与讨论。

基金项目:农业部公益性行业(农业)科研专项(编号:201303069)

作者简介:李进才(1960—),男,天津大学副教授,博士。

E-mail:lijincal@tju.edu.cn

收稿日期:2015-10-19

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料选取山西中北部栽培的 5 个荞麦品种,分别为晋荞 1 号(A)、日本荞麦(B)、浑源荞麦(C)、平鲁甜荞(D)和左权荞麦(E),A 为山西农科院培育品种,B 为日本引进品种,C、D 和 E 为地方品种。

1.2 主要检测仪器

- 电子天平:JA21002 型,上海衡平仪器仪表厂;
- 电热恒温鼓风干燥箱:DHG-9055A 型,上海和呈仪器制造有限公司;
- 色彩色差仪:NR-145 型,深圳市三恩驰科技有限公司;
- 体视显微镜:PXS-100 型,上海中恒仪器有限公司;
- 台式硬度计:GY-4 型,杭州大吉光电仪器有限公司。

1.3 物理学特性检测

1.3.1 籽含水率 取同一品种荞麦的籽 3 份,每份用电子天平称取约 500 g,于电热恒温鼓风干燥箱 65 ℃烘干,每隔 4~6 h 从干燥箱取出自然冷却后用电子天平称重 1 次,前后两次重量误差小于 0.05 g 时结束烘干,按式(1)计算籽含水率(%)。

含水率 = $\frac{\text{烘干前籽重量} - \text{烘干后籽重量}}{\text{烘干前籽重量}} \times 100\%$ 。 (1)

1.3.2 籽粒度分级比率 取同一品种荞麦的籽 3 份,每份用电子天平称取约 1 000 g,用孔径 3.8,4.2,4.6,5.0 mm 的圆孔筛筛分,用电子天平称量各级粒度(孔径) < 3.8,3.8~4.2,4.2~4.6,4.6~5.0,> 5.0 mm 的籽重量,按式(2)计算籽粒度分级比率(%)。

粒度分级比率 = $\frac{\text{当级粒度籽重量}}{\text{各级粒度籽重量总和}} \times 100\%$ 。 (2)

1.3.3 籽、仁色泽 籽和仁色泽 L^* (黑—白)、 a^* (绿—红)和 b^* (蓝—黄)检测,采用色泽色差仪,将同一品种荞麦的籽和仁分别装入 5 个培养皿($\Phi=9.5$ cm),每培养皿观测 5 个点的 L^* 、 a^* 和 b^* 值,计算色泽平均值。

1.3.4 籽千粒重 取同一品种荞麦的籽 3 份,去除破损籽粒和掺杂,每份用电子天平称取约 200 g 后清点籽粒数,按式(3)计算籽千粒重(g)。

千粒重 = $\frac{\text{籽重量}}{\text{籽粒数}} \times 1\,000$ 。 (3)

1.3.5 籽、仁容重 取同一品种荞麦的籽或仁 3 份,分别装入 1 000 mL 量筒,每装入 100 mL 左右上下震动量筒约 20 次,使籽或仁之间充分接触,装至 1 000 mL 后倒出,用电子天平称重量,按式(4)计算籽(仁)容重(kg/m^3)。

容重 = $1\,000 \text{ mL 籽(仁)重量} \times 10^6$ 。 (4)

1.3.6 籽、壳、仁比重 取同一品种荞麦的籽或仁 3 份,每份用电子天平称取约 300 g,装入 1 000 mL 量筒,加入 400 mL 水,震动量筒去除气泡,读取水面刻度。同时取该品种的壳 3 份,每份用电子天平称取约 50 g,装入 1 000 mL 量筒,加水 700 mL,摇动量筒使壳充分浸入水中,震动去除气泡,读取水面刻度。按式(5)计算籽、壳、仁的比重(g/cm^3)。

比重 = $\frac{\text{取样重量}}{\text{量筒水面刻度} - \text{加入量筒水量}}$ 。 (5)

1.3.7 壳、仁占籽重量比率 取同一品种荞麦的籽 3 份,在

室温条件下充分风干后,每份用电子天平称取约 100 g,用 30 ℃ 水浸泡 30 min 后徒手剥离壳,再于室温条件下充分风干,用电子天平称量风干的壳与仁重量,按式(6)计算壳、仁占籽重量比率(%)。

壳(仁)占籽重量比率 = $\frac{\text{壳(仁)的重量}}{\text{壳与仁的总重量}} \times 100\%$ 。 (6)

1.3.8 壳厚度 取同一品种荞麦的籽 3 份,每份随机抽取 50 粒,用锋利刀片在三棱锥形籽腰部缓慢横切,在体视显微镜下测量每粒籽横切面外壳任意一点的壳厚度(mm)。

1.3.9 壳仁间隙 取同一品种荞麦的籽 3 份,每份随机抽取 50 粒,用锋利刀片在三棱锥形籽腰部缓慢横切,在体视显微镜下测量每粒籽横切面壳仁交界处任意一点的壳仁间隙(mm)。

1.3.10 仁硬度 采用台式硬度计,取同一品种荞麦的仁 3 份,每份随机抽取 50 粒,每粒横置于台式硬度计探头正下方的金属台上,垂直缓慢下压台式硬度计探头至仁破碎,记录探头下压过程中的最大压力,记为仁硬度(kg)。

1.4 数据分析

对于 3 次重复检测的各物理学特性测定值,采用 SPSS 19.0 软件进行误差和显著性差异统计分析,数值表示为平均值±标准误差,不同品种间的差异显著性检验采用 Duncan 法($P<0.05$)。

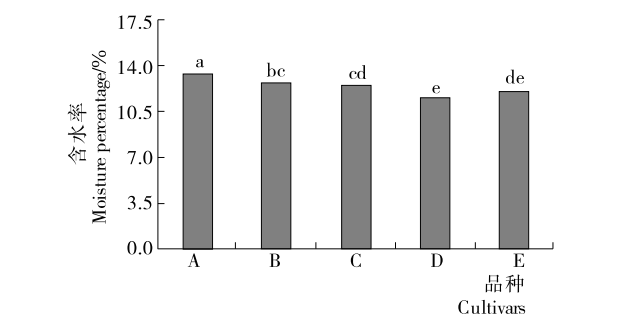
2 结果与讨论

2.1 籽含水率

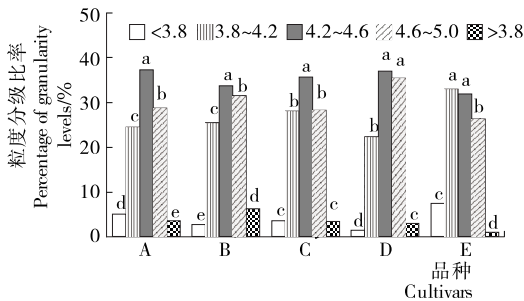
与稻谷脱壳加工一样^[4],荞麦籽含水率对脱壳加工的工作效率和仁破碎率也会有较大影响。由图 1 可知,荞麦籽含水率为 11.6%~13.4%,其中品种 A 显著高于品种 B、C、D 和 E,品种 B 显著高于品种 D 和 E,品种 C 又显著高于品种 D。不同品种之间含水率的差异,可能是干燥及贮藏条件不同造成的。由于不同来源荞麦的含水率会有较大差异,荞麦脱壳加工前应注意检测其含水率。

2.2 籽粒度分级比率

同一品种荞麦的籽粒度大小有差异,为减少脱壳加工荞麦仁的破碎率,一般碾磨和揉搓脱壳前要进行粒度筛选分级,不同粒度的荞麦籽分批进行脱壳。粒度筛选分级越多,碾磨和揉搓脱壳加工的仁破碎率越低^[9]。由图 2 可知,各品种籽粒度在 4.2~4.6 mm 的比率均在 30% 以上,3.8~4.2 mm 和 4.6~5.0 mm 的比率均在 20% 以上,这 3 种粒度比率之和在 90% 以上;而粒度 < 3.8 mm 和 > 5.0 mm 的比率



不同小写字母间在 5% 水平有显著性差异
图 1 不同品种荞麦的籽含水率
Figure 1 Seed moisture percentage in different buckwheat cultivars



不同小写字母间在 5% 水平有显著性差异 (品种内不同粒度间比较)

图 2 不同品种荞麦的籽粒度分级比率

Figure 2 Percentage of various seed granularity levels in different buckwheat cultivars

均在 8% 以下,这 2 种粒度之和在 10% 以下。结果表明,荞麦脱壳加工的主要对象的粒度约为 3.8~5.0 mm,对该粒度范围的籽应进行多级粒度筛选。

2.3 籽仁色泽

由图 3 可知,荞麦籽色泽 L^* 值为 29.0~36.5,其中品种 A 显著高于品种 C 和 E,品种 B 显著高于品种 A、C、D 和 E,品种 D 又显著高于品种 E。荞麦仁色泽 L^* 值为 57.3~62.6,其中品种 A 高于品种 D,品种 B 高于品种 D 和 E,品种 C 又高于品种 A、B、D 和 E。荞麦仁的色泽 L^* 值约是荞麦籽的 1.8 倍。

荞麦籽色泽 a^* 值为 4.49~4.85,其中品种 B 高于品种 C、D 和 E。荞麦仁色泽 a^* 值为 7.12~8.26;其中品种 A、B 和 C 高于品种 D 和 E。荞麦仁的色泽 a^* 值约是荞麦籽的 1.7 倍。

荞麦籽色泽 b^* 值为 9.05~9.31,各品种之间均无显著差异。荞麦仁色泽 b^* 值为 23.2~25.6,其中品种 B 显著高于品种 A、C 和 D,品种 C 显著高于品种 D,品种 E 又显著高于品种 A 和 D。荞麦仁的色泽 b^* 值约是荞麦籽的 2.6 倍。

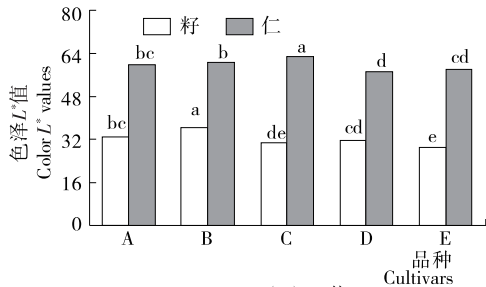
荞麦脱壳加工的脱壳率小于 100%,如果籽与仁一起加工制粉,会影响荞麦面粉的颜色和细度,采用色泽筛选可使籽与仁分离。不同品种荞麦的籽和仁色泽 L^* 、 a^* 、 b^* 值的结果表明,色泽筛选技术研发采用色泽 L^* 、 a^* 、 b^* 值参数,可有效分离籽与仁,其中籽色泽 b^* 值与仁差异较大,是较理想的色泽筛选应用参数。

2.4 籽千粒重

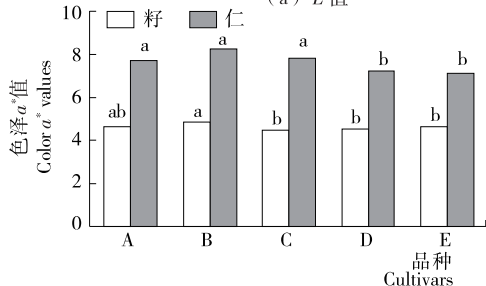
千粒重是荞麦品质指标之一,与成熟度、饱满度、籽粒大小及含水率等有关,受籽粒遗传性状、栽培技术、土壤气候条件及干燥贮藏等诸多因素影响^[5-7]。由图 4 可知,荞麦籽千粒重为 27.1~37.2 g,其中品种 A 显著高于品种 D 和 E,品种 B 显著高于品种 C、D 和 E,品种 C 又显著高于品种 D 和 E。这些结果表明,不同品种荞麦之间的籽千粒重会有较大差异。

2.5 籽仁容重

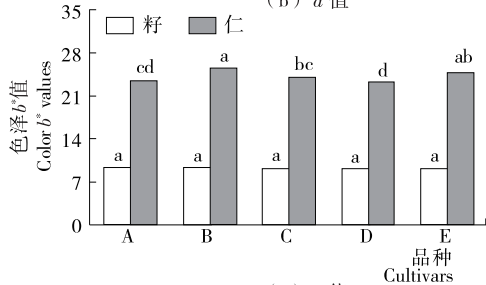
荞麦籽和仁容重是荞麦脱壳加工前后的库存及运输参数之一,同千粒重一样,也与成熟度、遗传性状、栽培及贮藏条件等有关。由图 5 可知,荞麦籽容重为 578~698 kg/m³,其中品种 A 和 B 显著高于品种 C、D 和 E,品种 C 显著高于品种 D 和 E,品种 D 又显著高于品种 E。荞麦仁容重为 699~795 kg/m³,其中品种 A 显著高于品种 D 和 E,品种 B 显著高于品种 A、C、D 和 E,品种 C 又显著高于品种 D 和 E。



(a) L^* 值



(b) a^* 值

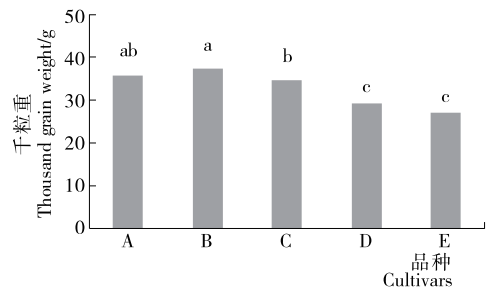


(c) b^* 值

不同小写字母间在 5% 水平有显著性差异 (不同品种间比较)

图 3 不同品种荞麦的籽和仁色泽 L^* 、 a^* 、 b^* 值

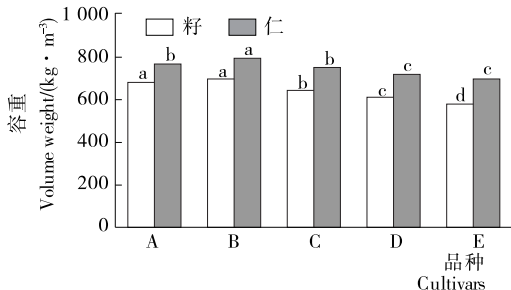
Figure 3 Color L^* , a^* and b^* values of seed and kernel in different buckwheat cultivars



不同小写字母间在 5% 水平有显著性差异

图 4 不同品种荞麦的籽千粒重

Figure 4 Thousand grain weight in different buckwheat cultivars



不同小写字母间在 5% 水平有显著性差异 (不同品种间比较)

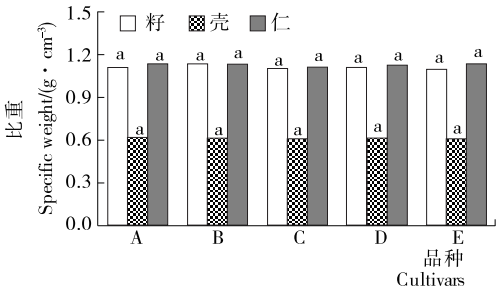
图 5 不同品种荞麦的籽和仁容重

Figure 5 Volume weight of seed and kernel in different buckwheat cultivars

荞麦仁的容重约是荞麦籽的 1.2 倍。这些结果表明,不同荞麦品种的籽和仁容重均会有较大差异。

2.6 籽壳仁比重

比重是荞麦脱壳加工过程中风选分离壳工艺的重要参数。由图 6 可知,荞麦籽比重约为 1.11 g/cm³,壳比重约为 0.61 g/cm³,仁比重约为 1.13 g/cm³,籽和仁比重均大于 1.0 g/cm³,籽、壳和仁的比重在各品种之间均无显著差异。荞麦籽和仁的比重分别是荞麦壳的 1.80 倍和 1.84 倍。这些结果表明,荞麦籽、壳和仁比重在不同品种之间差异较小,但籽和仁的比重都与壳有较大差异。荞麦脱壳加工采用风选技术,可以有效分离壳,但难以将籽和仁分离。



a 表示在 5% 水平无显著性差异(不同品种间比较)

图 6 不同品种荞麦的籽、壳和仁比重

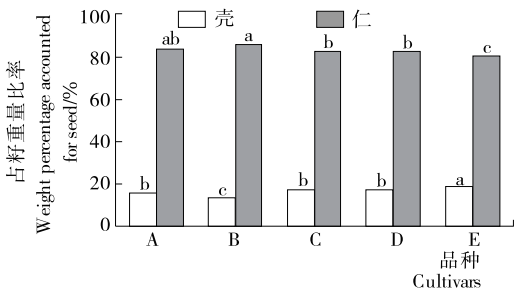
Figure 6 Specific weight of seed, shell and kernel in different buckwheat cultivars

2.7 壳仁占籽重量比率

荞麦壳和仁占籽重量比率是品质指标之一,主要与籽粒大小(比表面积)和壳厚度有关,与成熟度、饱满度及含水率等也有关。由图 7 可知,荞麦壳占籽重量比率为 13.8%~19.2%,其中品种 A、B、C 和 D 显著低于品种 E,品种 A、C 和 D 显著高于品种 B。荞麦仁占籽重量比率为 80.8%~86.2%,其中品种 A 显著高于品种 E,品种 B 显著高于品种 C、D 和 E,品种 C 和 D 显著高于品种 E。荞麦仁的占籽重量比率约是荞麦壳的 5.0 倍。这些结果表明,不同荞麦品种的壳和仁占荞麦重量比率均会有较大差异。

2.8 壳厚度

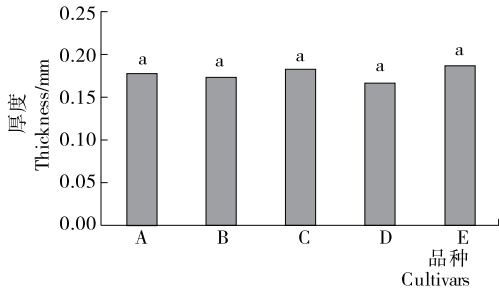
由图 8 可知,荞麦壳厚度约为 0.18 mm;各品种之间均无显著差异。



不同小写字母间在 5% 水平有显著性差异(不同品种间比较)

图 7 不同品种荞麦的壳和仁占籽重量比率

Figure 7 Weight percentage of shell and kernel accounted for seed in different buckwheat cultivars



a 表示在 5% 水平无显著性差异

图 8 不同品种荞麦的壳厚度

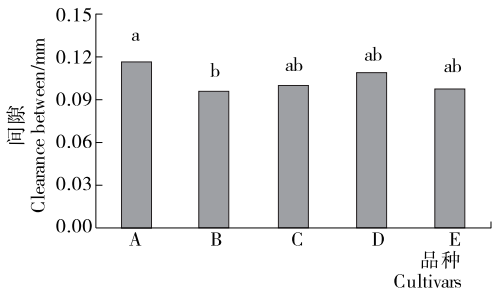
Figure 8 Seed shell thickness in different buckwheat cultivars

2.9 壳仁间隙

荞麦脱壳的难易程度及仁破碎率高低,与壳仁间隙有密切关系。由图 9 可知,荞麦壳仁间隙为 0.10~0.12 mm,其中品种 A 显著高于品种 B。这些结果表明,各品种荞麦的壳仁间隙都较小,不同品种荞麦的壳仁间隙会有较大差异,对不同品种荞麦进行脱壳加工时,应注意适当调节脱壳工艺。

2.10 仁硬度

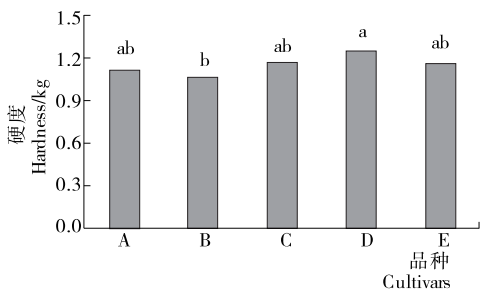
糙米硬度与碾米加工后的碎米率密切相关^[10],同样荞麦脱壳的仁破碎率高低与仁硬度也会有密切关系,仁硬度又与成熟度及含水率等有关。由图 10 可知,荞麦仁硬度为 1.07~1.26 kg,其中品种 B 显著低于品种 D。在实际检测中还发现,不同品种荞麦仁的硬度变化范围为 0.40~1.82 kg,



不同小写字母间在 5% 水平有显著性差异

图 9 不同品种荞麦的壳仁间隙

Figure 9 Clearance between shell and kernel of seeds in different buckwheat cultivars



不同小写字母间在 5% 水平有显著性差异

图 10 不同荞麦品种的仁硬度

Figure 10 Seed kernel hardness in different buckwheat cultivars

由图 7 可知,40 枚红枣随着转速的逐渐提高,红枣透筛时间整体呈下降趋势,而透筛时间在 20 s 以内的转速范围为 200~500 r/min,当转速提升到 525 r/min 后,透筛时间开始逐渐增加,并且透筛时间超过 20 s。试验中设备自身存在一定的上下振动,可能会对透筛时间产生一定的影响,但整体的变化规律与虚拟仿真分析结果大体一致,故可以认为仿真分析所得转速取值范围有效,进而为确定振动装置的驱动转速提供依据。

4 结论

(1) 设计的料斗振动装置结构简单,并能够有效地实现红枣定向下落,减少输送过程中的空杯率。

(2) 通过 Adams 软件对料斗振动装置进行仿真分析,了解到转速与透筛时间密切相关,同时确定驱动转速为 250~350 r/min 或者 400~425 r/min 时,单颗红枣的透筛时间均较稳定,且处在 5 s 以内,完全满足设计要求。

(3) 通过 40 颗红枣的透筛试验,得出不同驱动转速下红枣的透筛时间趋势与仿真结果大体一致,进而验证仿真结果的可靠性。

该料斗振动装置已经满足设计的红枣去核机的使用要求,但可以通过改变振动倾角和方向角等因素,对其进行改进,提高适用范围。

参考文献

[1] 文怀兴,李新博.大枣去核机构的设计与分析[J].食品与机械,2013,29(4):112-121.
[2] 王小爱.红枣去核机的设计与研发[J].安徽农业科学,2012,40(14):8 374-8 375,8 381.

[3] 杨一,周靖博,张淑娟.红枣去核机传动系统中主轴的有限元分析[J].农机化研究,2015(10):19-23.
[4] 杨莉玲,李忠新,刘佳,等.6QH-600 型红枣去核机[J].新疆农机化,2011(4):34-35.
[5] 马朝峰,刘凯,周春国,等.链式红枣去核机的设计与实验[J].农业工程学报,2011,27(5):127-130.
[6] 刘振省.新型全自动红枣去核机:中国,201020249547.2[P].2011-01-12.
[7] 闫天翔,赵建国.履带式大枣自动去核机[J].轻工机械,2009,27(6):73-78.
[8] 袁东阁.红枣自动去核机的设计与技术研究[D].泰安:山东农业大学,2014:1-8.
[9] 程云芬.直线振动筛的结构优化设计及模态分析[D].太原:太原理工大学,2014.
[10] 李海龙.基于 ADAMS 的直线往复振动筛筛分性能研究[D].昆明:昆明理工大学,2014.
[11] 霍鹏飞,杨洁明,任锡义,等.基于 Pro/E 和 ADAMS 的直线振动筛动力学仿真[J].煤矿机电,2010(3):14-17.
[12] 王永岩,张则荣.振动筛试验模型和原型相似试验研究[J].机械工程学报,2011,47(5):101-105.
[13] 张立,仲梁维.直线振动筛的动力学和疲劳分析[J].上海理工大学学报,2009,31(3):299-302.
[14] 李洪昌,李耀明,唐忠,等.基于 EDEM 的振动筛数值模拟与分析[J].农业工程学报,2011,27(5):117-121.
[15] Demeulenaere B, Berkof R S. Improving machine drive dynamics: a structured design approach toward balancing[J]. Journal of Mechanical Design, 2008, 130(8): 1-7.
[16] 马履中,林钰珍,杨文亮,等.基于籽粒运动的多维振动筛分效率分析[J].农业机械学报,2009,40(10):62-66.

(上接第 4 页)

其中有近 30% 荞麦仁的硬度低于 0.80 kg。这些结果表明,各品种荞麦的仁硬度都较低,不同品种荞麦的仁硬度会有较大差异,对不同品种荞麦进行脱壳加工时,应注意适当调节脱壳工艺。

3 结论

不同品种荞麦间籽粒的有些物理学特性存在共性,如籽粒度 3.8~5.0 mm 占 90% 以上,仁色泽 L^* 、 a^* 和 b^* 值显著高于荞麦籽,籽壳仁比重及壳厚度差异很小;但籽含水率和千粒重,籽仁容重,壳仁占籽重量比率,壳仁间隙及仁硬度等物理学特性又有较大差异。荞麦脱壳技术研发及脱壳生产,既要利用荞麦籽粒的这些物理学共性,也要根据具体荞麦籽粒原料的物理学特性,调整脱壳设备与工艺,才能提高荞麦脱壳加工的壳仁分离效率和整半仁率。

参考文献

[1] 徐树科.荞麦的营养功能、应用及其脱壳工艺和设备[J].粮食与饲料工业,2004(12):17-19.
[2] 胡志超.加强荞麦脱壳加工设备研究开发促进荞麦加工产业化发展[J].中国农机化,2004(3):11-13.

[3] 向达兵,彭镰心,赵钢,等.荞麦栽培研究进展[J].作物杂志,2013(3):1-6.
[4] 郭谊,林保,任宏霞,等.实验室条件下稻谷水分对整精米率的影响验证实验[J].粮食贮藏,2008(3):42-44.
[5] 杉本雅俊,稻木幸夫,今井徹,福井県産ソバの性状と品質との関係[J].北陸作物学会報,1993,28:81-84.
[6] KALINOVA J, VRCHOTOVA N. The influence of organic and conventional crop management, variety and year on the yield and flavonoid level in common buckwheat groats [J]. Food Chemistry, 2011, 127(2): 602-608.
[7] SOBHANI M R, RAHMIKHDOEV G, MAZAHERI D, et al. Effects of sowing date, cropping pattern and nitrogen on CGR, yield and yield component summer sowing buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench)[J]. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 2012, 2(1): 35-46.
[8] 张丽君,马名川,刘龙龙,等.山西省甜荞品种资源的研究[J].中国种业,2014(6):42-45.
[9] 刁斯琴,杜文亮,隋建民,等.剥壳间隙对荞麦整半仁率的影响规律[J].食品与机械,2013,29(3):191-193,221.
[10] 贾富国,南景富,白士刚.糙米的含水率与其碾米性能的影响规律研究[J].东北农业大学学报,2006,37(5):665-668.