

基于种子介电特性的分选试验研究

米双山¹ 李百傲² 智慧³

(1. 军械工程学院, 石家庄 050003; 2. 中国农业大学工学院, 北京 100083;
3. 河北省农林科学院 谷子研究所)

摘要 通过对种子介电特性的研究,分析了影响种子介电特性的因素以及种子介电常数与种子活力之间的关系。利用自行研制的介电分选试验台将小麦种子分为五级,分别测试出各级种子的千粒质量、介电常数和活力指标,测试结果表明,活力高的种子的介电常数较小,活力低的介电常数较大。

关键词 种子; 介电常数; 活力; 介电分选

中图分类号 S 226.5

文章编号 1007-4333(2003)02-0015-03

文献标识码 A

Experimental study on separation based on the dielectric property of seed

Mi Shuangshan¹, Li Baijing², Zhi Hui³

(1. Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China;
2. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;
3. Institute of Millet Crops, HAAFS)

Abstract Based on the study of the dielectric property of seeds, the factors affected on the dielectric property of seeds and the relationship between the dielectric constant and seed vigor were analyzed. Meanwhile, using the test rig of dielectric separation, the wheat seed were graded into 5 classes, and the indices such as kilograin weight, dielectric constant and vigor were measured. The result showed that the dielectric constant of higher vigor seed is smaller and the dielectric constant of lower vigor seed is greater, which verifies the theory that the dielectric separator separates seeds by means of the differences of grain weight and dielectric constant (vigor).

Key words seed; dielectric constant; vigor; dielectric separation

介电分选,是按种子籽粒质量、介电常数等的差异来分选种子的。已有的研究表明^[1,2],种子的介电常数与种子活力之间存在一定的关系。笔者利用自行研制的介电分选试验台,进行了小麦种子的分选试验研究。

1 种子的介电特性

1.1 影响种子介电特性的因素

种子的介电特性一般用复数相对介电常数表示,包括相对介电常数和相对介电损耗系数2部分^[3]。

种子主要由水、糖类、脂类、蛋白质及其他含氮物质组成。种子的含水率一般为6%~15%。水分

子属于强极性分子,20℃时游离态水的介电常数为80,胶体结合水的介电常数约为31;淀粉、蛋白质等高分子有机化合物为非极性或弱极性分子,虽然含量较多,但相对介电常数很小,约为2~3。因此,影响种子介电特性的主要因素是水,此外,种子的密度和测试时采用的频率等对种子的介电特性也有一定的影响。

美国学者 S. O. Nelson 对种子介电特性进行了研究,结果表明,种子的介电常数和介电损耗系数随含水率的增大而增大,随测试采用的频率的增大而减小,群体种子的介电常数和介电损耗系数一般随种子密度的增大而增大。在此方面其他学者^[4~6]也得出了相同的结论。

收稿日期:2002-06-07

基金项目:河北省自然科学基金项目

作者简介:米双山,博士,副研究员,主要从事农副产品加工研究。

1.2 种子的介电特性与种子活力的关系

由国际种子检验协会对种子活力的定义知道,种子发芽和出苗的速度及整齐度、幼苗的抗逆力是种子活力的根本体现。影响种子活力和寿命的因素可分为内因和外因。内因主要是指种子的遗传特性和种子的个体发育状况。一般来讲,粒大、密度较高、成熟度较好的种子具有较高的活力。外因主要是指种子在收获、加工中所受机械损伤的程度以及贮藏中种子的含水率、环境气体的成分和贮藏温度等^[7~9]。种子具有吸附性,其表面积和活化面愈大,或胚占整粒种子质量的比重愈大,吸附能力愈强。例如不成熟的种子,其种皮粗糙,胚占整粒种子质量的比重较大,则吸附能力较强。受到机械损伤或病虫害侵蚀的种子,一方面其吸附能力增强,导致有毒气体及水的进入,使含水率升高;另一方面,损伤或侵蚀促使种子的有氧呼吸加强,加速其内部(特别是胚部)脂肪的酸败及种子内有害微生物的活动,使种子活力下降。因此,在同样条件下,不成熟的、受到机械损伤或病虫害侵蚀的种子,更易从周围环境中吸取水和有害气体,使其活力进一步下降。含水率的升高,反映在种子的介电特性上,即介电常数升高。Harrington 于 1963 年提出,适于干藏的种子,其含水率在 5%~14% 的范围内,含水率每增加 1%,寿命降低 50%;贮藏温度每升高 5℃,寿命也降低 50%。1976 年 Roberts 等对此进行了修正,认为实际上含水率每增加 2.5%,种子寿命降低 50%^[10]。

总之,品种和籽粒质量相同的种子,介电常数愈大,其活力愈低,而介电常数小的种子则具有较高的活力。因此,只要将介电常数较大的种子剔除,就可得到高质量的种子,这就为利用介电分选原理实现按种子活力进行分选提供了理论依据。

2 介电分选原理

由电磁场理论知道,处在不均匀电场中的电介质被极化后,在靠近电极的两端会产生符号相反、量值相等的极化电荷,受电场的作用,将有一个电极化力作用于电介质上;而电介质在不均匀电场中所受到的电极化力的大小与其介电常数密切相关,介电常数愈大,所受到的电极化力也愈大。依据该原理,将种子置于由特殊装置产生的不均匀电磁场中,在其他机构的配合下,即可将种子按介电常数等相关物理特性的差异进行分选。介电式种子分选机就是

根据该原理进行种子分选的。目前,已有的介电式种子分选机的主要结构形式为双绕线圈滚筒式,其主要工作部件是分选滚筒,它由 2 根互相绝缘的电极导线在聚乙烯圆筒外壁上平行缠绕而成。当电极中通以高压电后,在滚筒外表面将形成一电磁场。种子在电场的作用下被极化。由于种子个体的质量及介电常数不同,所受到的重力和电极化力也不相同,因而在滚筒的旋转过程中,它们将产生不同的运动轨迹而分别落入不同的接料斗中,从而实现了种子的分级。

3 介电分选原理的试验验证

3.1 试验材料与设备

小麦种子用长孔筛分级。上下限筛孔的尺寸分别为 3.0 mm × 20 mm 和 2.3 mm × 20 mm,取其中间尺寸的种子,可近似认为种子的大小是一致的,以消除种子尺寸的差异对分选效果的影响。该种子的物理特性参数为:千粒质量 33.713 g;含水率 8.61%;介电常数(采用时域反射仪(TDR)测得)3.306。

介电分选试验台为自行研制^[1,2],其分选滚筒直径 250 mm,长度 500 mm。分选电极采用双层绝缘铝芯电极,其内绝缘层为聚乙烯,外绝缘层为聚氯乙烯,铝芯直径为 1.78 mm,聚乙烯外径 2.3 mm,电极外径 3.2 mm。

3.2 试验方法

1) 在滚筒转速为 55 r·min⁻¹、分选电压为 3 950 V 的工况下,将小麦种子分为 5 级;

2) 测试各级种子所占的质量比例、千粒质量、介电常数和活力指标,比较各级种子的活力情况。

本试验中采用种子发芽指数和活力指数衡量种子活力。测试方法如下:

对每一个种子样,取 4 份,各 100 粒,应用普通发芽试验方法进行发芽,记录下每天发芽的种子数,并取样测量其干质量和鲜质量,按下述公式计算各项指标:

$$\text{发芽指数 } I_G = \frac{G}{D}$$

式中:G 为 7 日内的总发芽数,D 为考察的发芽天数。

$$\text{活力指数 } I_v = S \times I_G$$

式中:S 为生长量,指一定发芽时期内幼苗的鲜质量、干质量或生长高度,在本试验中分别用幼苗的鲜质量和干质量来计算活力指数。

3.3 试验结果与分析

表 1 为种子进行分选试验和活力测定后的各指标值。可以看出,不同级别种子的介电常数存在着

明显差异,随着分选级别数目的增大(质量级别降低),介电常数逐渐增大。同时,一级和二级种子的介电常数小于对照种子的介电常数,五级种子的介

表 1 不同级别种子的各项指标

Table 1 The indices of different grades of the seed

| 指 标 | 对 照 | 种子级别 | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 一 级 | 二 级 | 三 级 | 四 级 | 五 级 |
| 介电常数 | 3.306 | 3.036 | 3.169 | 3.306 | 3.306 | 3.445 |
| 质量比例/ % | | 3.52 | 81.37 | 11.93 | 2.29 | 0.89 |
| 千粒质量/ g | 33.71 | 35.83 | 34.07 | 31.52 | 29.39 | 26.32 |
| 发芽率/ % | 99.0 | 99.0 | 98.5 | 98.0 | 97.0 | 97.5 |
| 发芽指数 | 46.0 | 47.5 | 46.67 | 46.46 | 42.0 | 40.23 |
| 活力指数(鲜) | 1.849 9 | 2.493 8 | 2.467 9 | 2.204 5 | 1.948 8 | 1.627 7 |
| 活力指数(干) | 0.370 3 | 0.459 5 | 0.439 8 | 0.405 6 | 0.357 6 | 0.289 5 |

电常数大于对照种子的介电常数。

分选后各级种子的千粒质量也存在着明显的差异。并且随着级别数目的增大(质量级别降低),其千粒质量逐渐减小。同时,一级和二级种子的千粒质量大于对照组的,三、四、五级种子的小于对照组的。

综上所述,介电分选是按种子的介电常数和籽粒质量的差异进行分选的。以下是对种子活力指标的分析。

从表 1 可以看出,无论是发芽指数还是发芽率,都随着级别数目的增大而减小。一、二级种子的发芽指数和发芽率与对照相比差别不大,这主要是由于种子本身的总体发芽情况相对较好,如果试验用总体发芽情况较差的种子,这种差别就会比较明显。尽管如此,种子的发芽指数和活力指数都随着分选级别数目的增大而减小,并且一、二、三级种子的发芽指数和活力指数都高于对照。发芽指数高的种子,其发芽速度快,而活力指数高的种子不但发芽速度快,而且幼苗强壮,即具有较高的活力。因此,介电分选实现了按种子活力分级的目的。

另外,从表 1 中还可以看出,活力高的种子的介电常数小,活力低的介电常数高,这也验证了种子活力与介电常数之间的关系。

4 结束语

通过对小麦种子的试验研究,验证了种子的介电常数与种子活力之间的相关关系,对于谷种和脱绒棉种,也有同样的结论^[1]。

研制开发了具有国内领先水平的介电式种子分选机组,该机组具有结构简单、作业时不受种子形状和尺寸限制、分选效果好等特点。

参 考 文 献

- [1] 米双山. 介电式种子分选机理及其设备的研究[D]. 北京:中国农业大学,2000
- [2] 米双山,曹崇文. 带绒棉种介电分选的试验研究[J]. 中国农业大学学报,2000,5(6):47~52
- [3] . [J]. / ,1983(12):33~36
- [4] Sokhansanj S, Nelson S O. Transient dielectric properties of wheat associated with nonequilibrium kernel moisture conditions[J]. Trans of the ASAE,1988,31(4):1251~1254
- [5] Venkatesh M S. Dielectric properties of whole, chopped and powered grain at various bulk densities[J]. Canadian Agricultural Engineering, 1998,40(3):191~199
- [6] Nelson S O. Review of factors influencing the dielectric properties of cereal grains [J]. Cereal Chem, 1981,58(6):487~492
- [7] 尤田束. 一个改进的农产品介电特性的测试系统[J]. 农业工程学报,1998,14(2):217~219
- [8] 傅家瑞. 种子生理[M]. 北京:科学出版社,1985.316~325
- [9] Gordorn R, Tupper. Physical characteristic of cottonseed related to seedling vigor and design parameters for seed selection[J]. Trans of the ASAE, 1971,14(5):890~893
- [10] 叶常丰,戴心维,楼锡元. 种子学[M]. 北京:农业出版社,1994.216~230