

干燥后玉米种子生物超弱发光与活力相关性的研究

吴文福, 夏艳辉, 周德义, 赵学笃, 陈晓光

(吉林大学)

摘 要: 通过实验研究了玉米在薄层干燥试验后的生物超弱发光强度和发芽率之间的相关性, 随玉米种子干燥温度和干燥时间的增加超弱发光和发芽率都呈衰减趋势, 基本符合一阶动力方程。该文认为生物超弱发光检测技术可以作为种子活性的快速无损间接检测方法, 应用于种子加工、储藏、培育等过程中种子劣变规律的研究。

关键词: 种子; 生物超弱发光; 活力; 干燥

中图分类号: S330.3⁺1; S339.3⁺3

文献标识码: A

文章编号: 1002-26819(2002)03-0008-03

种子在加工、储藏和繁育过程中劣变是很难避免的^[1], 种子基本的劣变是细胞膜、细胞器和细胞核物质作用能力的改变。种子劣变的结果表现在生活能力的下降, 最终和最大的危害是种子丧失发芽率。种子劣变的实质是种子细胞结构和生理功能上的一系列错综复杂的物理、生化和生理的变化。种子品质劣变研究的方法很多, 但一般比较费时和费力, 本文旨在通过分析种子在薄层干燥试验后的超弱发光强度和发芽率的相关性, 探寻利用超弱发光进行种子活力快速无损检测的可能性。

最早发现生物超弱发光现象的是俄国细胞生物学家 A. G. Gurwitsch (1923 年), 并提出分离细胞的超弱发光辐射能够刺激其它细胞的有丝分裂^[2]。20 世纪 50 年代, 光灵敏度很高的光电倍增管的问世, 使生物超弱发光的研究进了一大步, 意大利学者 L. Colli 等实验证实小麦、菜豆、小扁豆、玉米的萌发种子的发光强度在 250~700 光子数/(s·cm²), 波谱范围在 400~600 nm, 峰值大约在 550 nm^[3]。20 世纪 60 年代苏联学者对高等植物、高等动物组织、低等植物进行了研究, 认为高等植物和动物只有超弱发光而无生物发光, 生物发光的强度远大于超弱发光的强度^[4]。70 年代以后, 德国学者 F. A. Popp 等从理论和实验 2 个方面对生物超弱发光进行了系统研究, 认为 DNA 是生物超弱发光的一个发射源, 细胞间的超弱发光有一定的相干性, 提出了有关生物超弱发光与细胞间通讯的假设^[5]。20 世纪 80 年代以来, 生物超弱发光的机理研究更加深入, 应用研究涉及农业、医学、药理学、环境科学等许多领域。

超弱发光作为植物生长代谢的动态指标, 在农

业上常常被用来研究各种作物在不同环境下的抗性。根据各种植物材料在不同环境胁迫下的超弱发光值, 可将他们对环境的抗性进行排序。利用超弱发光的表现, 来筛选不同抗性的品种, 可为品种抗性提供一种简便、快捷的鉴定方法。目前对于种子超弱发光研究一般集中在种子在萌发态的超弱发光问题, 国内外尚无针对干燥种子的研究。

1 超弱发光机理及干燥后玉米超弱发光强度模型的建立

Bruce、Courtois、朱文学^[6]、郑先哲^[7]等人对种子干燥后品质变化规律的研究, 认为玉米种子干燥后的发芽率、胚蛋白等活性指标的变化服从一阶动力方程, 即

$$-\frac{dL}{dS} = kL \quad (1)$$

式中 L —— 超弱发光强度, 光子数/(s·cm²); S —— 干燥时间, min; k —— 动力常数, min⁻¹。

对方程(1)进行积分处理, 得

$$L = L_0 \exp(-kS) \quad (2)$$

式中 L_0 —— 原始超弱发光强度, 光子数/(s·cm²)。

干燥温度是影响种子超弱发光的主要因素, 其对超弱发光强度的影响可由 Arrhenius 方程给出

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \quad (3)$$

式中 k —— 频度因子, 表示玉米内部成分因升温碰撞而发生化学反应的综合系数; E —— 成分活化度, kJ/mol, 对玉米为 25.535 kJ/mol; T —— 绝对温度, K; R —— 气体常数, 8.314 kJ/(mol·K)。

频度因子 k 与初始水分含量 M 相关, 可由下式给出

$$k_0 = \exp(z_1 + z_2 M) \quad (4)$$

式中 z_1, z_2 —— 常数, $z_1 = 42.6, z_2 = 6.48$ 。

将式(3)、式(4)代入式(2), 得到

收稿日期: 20011212/27

基金项目: 吉林省科技厅资助项目

作者简介: 吴文福, 副教授, 长春人民大街 142 号 吉林大学南岭校区农业机械系, 130025

$$L \ddot{O}_0 = \exp \{ [- \exp (- \frac{E}{RT} + z_1 + z_2 M) S \}$$
 (5)

式(5)表示在干燥后玉米超弱发光强度的变化规律,与玉米的干燥温度、时间、初始水分以及生化品质等相关。

2 干燥后玉米超弱发光的试验研究

2.1 材料和方法

仪器和设备:

1) 种子薄层干燥实验台: 该实验台由吉林大学(原吉林工业大学)生物与农业工程学院自制,能够实现热风温度、速度、时间等的调整,具有温度、湿度等微机测量系统。

2) 生物超弱发光探测系统采用基于日本HAMAMATSU 公司生产的光子计数摄像系统(C2400230 ICCD),系统还包括图像增强器(Image intensifier controller)、图像处理器(Argus 20)、微机数据采集系统(自配)等,如图 1。该系统的主要技术参数如下:

- 波长响应范围: 360~ 650 nm, 峰值 430 nm;
- 灵敏范围: $10^{-2} \sim 10^{-9}$ lx;
- 有效图像范围: 19.0 mm (H) × 14.2 mm (V);
- 分辨率: 大于 350 TV lines;
- 使用温度: 0~ + 30 。

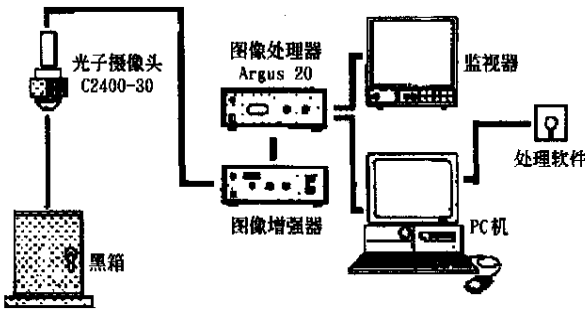


图 1 超弱发光探测系统简图

Fig 1 The detecting system of superweak luminescence

3) 恒温恒湿光照箱(德国)。

试验材料: 试验种子由吉林农业大学提供,品种为四密和直单。选择籽粒饱满、色泽光亮、大小均匀、无病斑、无裂纹的种子为实验样品。

试验方法: 1) 种子在不同的时间和温度条件下干燥(热风风速 0.5 m/s); 2) 随机取 80 粒种子放入玻璃器皿,并在暗室保存 2 h 后探测超弱发光强度(3 次,每次 30 s,测量面积为 510 × 500 mm²); 3) 在玻璃器皿内加入适量的蒸馏水,用湿布蒙盖,放入恒温恒湿光照箱(20 度),7 d 后检查发芽率。

2.2 实验结果和分析

2.2.1 温度对种子超弱发光强度和发芽率的影响

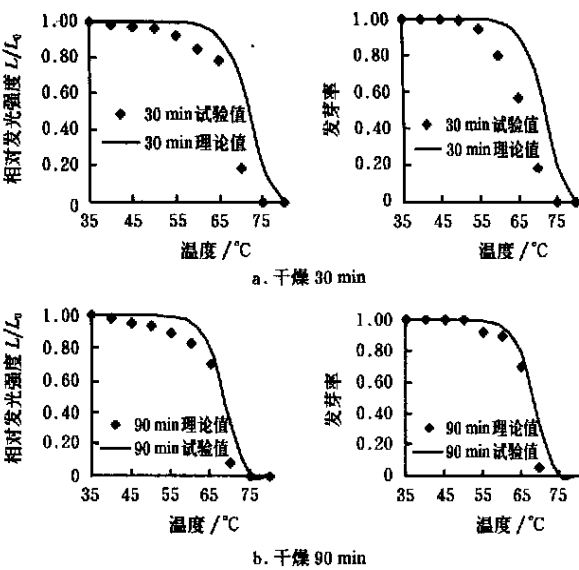


图 2 干燥温度对玉米种子发光强度的发芽率的影响

Fig 2 The effects of drying temperature on superweak luminescence intensity and germination rate of maize seeds

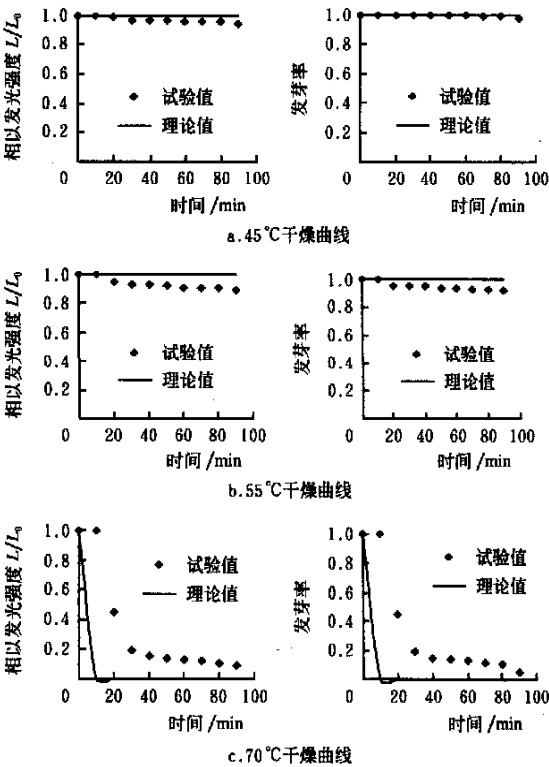


图 3 干燥时间对玉米种子发光强度和发芽率的影响

Fig 3 The effects of drying time on superweak luminescence intensity and germination rate of maize seeds

图 2 为种子经 30 min、90 min 条件下种子超弱发光与发芽率随温度的变化曲线,种子超弱发光强度随温度变化趋势和种子发芽率的变化趋势一致;

超弱发光强度和发芽率的理论预值与实验值基本相符,说明一阶动力方程可用于种子的活力预测;在 30 min 和 90 min 的干燥时间下,种子的超弱发光和发芽率在 55℃、50℃ 以下的干燥温度基本维持不劣变,在此以上开始劣变,随干燥温度的升高,种子劣变的起始点变低,这与文献[1]的结论相符。

2.2.2 干燥时间对种子超弱发光强度和发芽率的影响

图 3 为种子在 45℃、55℃、70℃ 条件下超弱发光和发芽率随时间的变化曲线,种子超弱发光和发芽率的变化趋势完全相符;超弱发光强度和发芽率的理论预测值和试验值基本相符,但也有偏差。

3 结 论

1) 随玉米种子干燥温度和干燥时间的变化,干燥后玉米种子的超弱发光和发芽率的变化趋势相一致,因此超弱发光可以作为种子活力的一种快速无损检测手段,但须进一步研究环境温度、湿度电磁场等的影响。

2) 一阶动力方程基本能够反映干燥后玉米种子超弱发光强度的发芽率变化趋势,但干燥时间对

干燥玉米种子发芽率和发光强度的预测曲线和实测曲线出入较大,应发展更好的数学模型描述该动力过程。

[参 考 文 献]

- [1] 朱文学,张玉先,曹崇文.干燥过程中种子发芽率预测模型的建立与验证[J].洛阳工学院学报,1998,19(4): 50~53
- [2] Gurwitsch A G. Die natur des spezifischen erregers der zellteilung [J]. Arch Entw Mech Org, 1923, 100: 11~40
- [3] Colli L. Further measurement on the bioluminescence of the seedling [J]. Experiment, 1955, 11(12): 479
- [4] Slawinska D, et al. Chemiluminescence [M]. New York: Marcel Dekker Inc, 1985, 495~531
- [5] Popp F A, et al. Recent advance in biophoto research and its application [J]. Singapore: World Scientific, 1992, 1~46
- [6] 连政国,朱文学,曹崇文.顺流干燥种子发芽率的预测[J].农业工程学报,1999,15(2): 198~201
- [7] 郑先哲,赵学笃.稻米食味值测定及干燥品质的研究[J].农业机械学报,2000,31(4): 54~60

Relationship Between Biological Superweak Luminescence and Viability of Post-Drying Maize Seeds

Wu Wenfu, Xia Yanhui, Zhou Deyi, Zhao Xuedu, Chen Xiaoguang

(Department of Agricultural Machinery, Jilin University at Nanling Campus, Changchun 130025, China)

Abstract: Through experiments on the thin layer drying device, the relationship between biological superweak luminescence intensity and germination rates of maize seeds was studied. As drying temperature and time increase, biological superweak luminescence intensity and germination rates of maize seeds decrease, the regulations obey the first order kinetic equation. The techniques of detecting superweak luminescence can be used as a fast and nondestructive method to detect indirectly the viability of seeds during processing and storing process.

Key words: seeds; biological superweak luminescence; viability; drying