

DOI:10.3969/j.issn.1000-1298.2010.10.013

大豆内部机械损伤对发芽的影响*

高连兴 李晓峰 接鑫 那雪娇 张文 杜鑫

(沈阳农业大学工程学院, 沈阳 110161)

【摘要】 以辽宁省3个主栽大豆品种为对象,研究了内部损伤特征对大豆发芽率的影响。结果表明,机械脱粒引起的大豆各种内部损伤,如子叶断裂、子叶破裂、胚根断裂和胚轴损伤等多种形式同时存在,内部机械损伤不易发现并影响发芽,具有严重的潜在危害性。

关键词: 大豆种子 内部损伤 发芽试验

中图分类号: S565.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2010)10-0063-04

Inner Mechanical Damage Impact to Germination of Soybean Kernels

Gao Lianxing Li Xiaofeng Jie Xin Na Xuejiao Zhang Wen Du Xin

(College of Engineering, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract

In order to analysis inner mechanical damage mechanism of soybean seed and the impact to its germination, three mechanical threshed soybean varieties mainly cultivated in Liaoning Province were selected. By means of stereomicroscope system and germination test, the inner mechanical damage impact to germination were tested, and the results showed that soybean seed germination ratio with inner mechanical damage was lower than 10%, main inner damage forms were divided into cotyledon break, cotyledon crack, radicle crack and hypocotyl break, which has remarkable latent harmfulness to soybean production.

Key words Soybean seeds, Inner damage, Germination test

引言

机械脱粒一般造成大豆破碎高达10%~20%^[1-3],已经成为不可忽视的问题。机械脱粒还可造成内部损伤,即大豆种皮完好无损但内部子叶、种胚等受到的损伤。由于不能直观地被发现、难以引起人们注意和重视。对于大豆种子而言,机械损伤不仅造成种子的浪费、增加了种子成本^[4-6],特别是内部损伤因不易被发现,播种后影响发芽、出苗品质和有效株数而造成大豆减产,在应用机械化精量播种技术情况下,更具有间接的潜在危害性。关于内部机械损伤对大豆种子发芽、出苗以及产量的影响研究尚未见文献报道。本文对大豆内部机械损伤

机理和内部损伤大豆发芽情况进行研究。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料与设备

以辽宁省主栽大豆品种沈农8号、辽豆15和开育857为试验材料,选自沈阳农业大学农学试验基地和辽宁省农业科学院大豆种子繁育基地,皆为分段收获后机械脱粒并经过初选。试验时大豆脱粒后存放约30d,接近安全含水率。

主要试验设备有体视显微镜、数码相机、谷物综合分析测试仪、培养皿、发芽箱、计算机等。体视显微系统构成与工作原理如图1所示,由尼康SMZ800型体视显微镜(变焦范围:0.75X~7.5X)、CCD摄

收稿日期:2009-12-04 修回日期:2009-12-29

* 国家自然科学基金资助项目(50775151)、高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(200801570007)和辽宁省自然科学基金资助项目(20082124)

作者简介:高连兴,教授,博士生导师,从事农业机械与农产品加工研究, E-mail: lianxing_gao@126.com

像头和微型计算机等组成,运用该系统可以方便地调整放大倍数,观察大豆内部的细微机械损伤状况、发芽情况等,并存取显微图像、进行图像观察和分析。

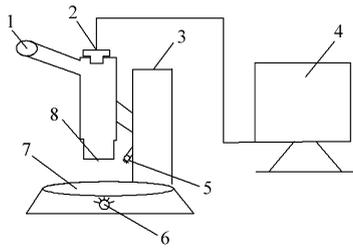


图1 体视显微系统示意图

Fig. 1 Stereo microscope system

1. 目镜 2. 数码相机 3. 支架 4. 微型计算机
5. 反射光源 6. 透射光源 7. 载物台 8. 物镜

1.2 试验方法

内部损伤不同于破碎、开裂等外部损伤,因大豆种皮完好无损、种子外观形态没有明显改变,一层较厚而且透光性很差的种皮包裹着子叶、胚芽等内部组织,用肉眼无法观察到自然状态下的大豆种皮内部损伤情况。因此,首先需要进行大豆吸湿处理,待大豆籽粒膨胀后进行观察、分析。

(1) 大豆吸水膨胀后,种皮变薄并富有弹性,呈现半透明状态,借助体视显微系统观察种皮内子叶、胚轴和胚根等损伤情况,挑选内部损伤的种子并记录损伤特征与分类。

(2) 将内部损伤大豆与完好大豆在同样适宜环境下进行发芽试验,观察不同损伤特征的大豆发芽情况并记录、分析。

(3) 对损伤大豆进行解剖,观察种子胚芽及子叶内部损伤具体情况,分析影响发芽的机理,最终评价内部机械损伤对大豆发芽的影响。

1.3 试验步骤

随机取3个品种大豆若干,人工去除外部损伤如破碎、缺损和掉皮等籽粒,保留外观完好的籽粒作为试验样本。每个品种分别随机取样400粒,设4次重复,每次重复100粒,在室温下浸泡12h,将浸泡后的种子均匀地放置在培养皿纸床上并用相机拍摄。仔细观察大豆的损伤情况,记录有损伤种子的损伤形式(子叶碎裂、子叶裂纹、胚部损伤)和损伤籽粒的数量。之后,将培养皿放置在种箱中进行发芽试验。在发芽过程中,进行适当的检查管理,并对发芽中的大豆种子进行拍摄。发芽试验结束后,将未能正常发芽的种子放在体视显微系统下进行观察。观察的主要内容:子叶外表面及内部的裂纹情况、胚轴与子叶着生点处连接情况、观察着生点的断面(如胚轴与子叶的着生点脱离)、观察种子胚芽的

发育情况等。

2 试验结果分析与讨论

大豆吸水膨胀后,种皮变薄呈现半透明状态,比较容易观察到内部损伤情况。针对大豆内部机械损伤的主要特征分类,计算各损伤特性的损伤率为

$$N_n = \frac{1}{4A} \sum_{i=1}^4 a_{in}$$

式中 N ——各损伤特征的损伤率

n ——内部损伤形种类,1为子叶碎裂、2为子叶裂纹、3为胚部损伤

i ——重复试验次数

a ——每次试验、每种内部损伤个数

A ——单次试验的大豆粒数,本试验为100粒

根据试验数据计算得出:子叶碎裂损伤率为3.5%、子叶裂纹损伤率为2.7%、胚部损伤率为3.2%。对各种内部损伤特征的大豆发芽过程与结果进行观察与解剖试验发现,当大豆存在严重内部损伤时,因内部存在裂纹或断面吸水、膨胀迅速并容易将种皮胀破。种子吸湿膨胀是萌发的起始阶段即亲水胶体吸水体积膨大的物理现象,膨胀之后所能观察到种皮内子叶碎裂、断裂或裂纹情况,但这只是内部损伤的一部分,这时还不能断定种子是否成活、发芽。大豆种子胚轴或胚芽损伤,需要发芽试验之后进行解剖、通过仪器才能观察到。

2.1 子叶碎裂

图2为内部子叶碎裂大豆种子发芽情况。从图2a中可以看到,大豆种子的胚根虽然有一定的生长发育,但是发育不全,将种皮剥离后种子分离成了图2b所示的3部分,将胚与子叶着生点在体视显微系统下放大观察(图2c、2d)发现,胚与子叶着生点处的断面之前已经存在,而不是剥离种子种皮时造成的,即脱粒时的内部机械损伤所致。对比图2a与图2b可以发现,从子叶外表面观察有4条裂纹,但从子叶内表面观察发现有6条裂纹,而且在内表面观察到的同一条裂纹比外表面长。从图2c可发现种子胚轴上没有胚芽,分析认为在脱粒过程中机械冲击作用导致了子叶的碎裂,同时也造成了胚轴与子叶着生点断裂和胚芽脱落。试验结果表明,内部子叶碎裂的大豆种子在生长过程中有一定的生长发育,但是由于没有子叶供给营养,导致发育不完全,芽质较弱,恐怕不会成苗。

2.2 子叶断裂

图3为子叶断裂种子发芽情况。子叶断裂是大豆内部机械损伤的一种,是指大豆子叶存在断裂但未伤及胚部的内部损伤。从子叶断裂的大豆发芽情

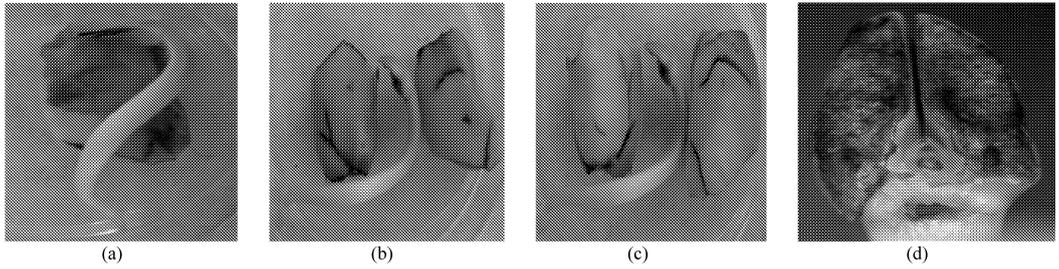


图 2 子叶碎裂的大豆发芽情况

Fig. 2 Soybean germination with broken cotyledon

(a) 子叶碎裂外形 (b) 子叶外表面 (c) 子叶内表面 (d) 着生点断面

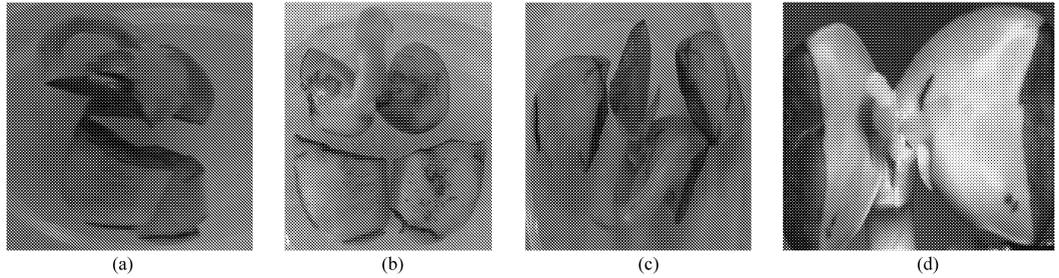


图 3 子叶断裂的大豆发芽情况

Fig. 3 Soybean germination with cracked cotyledon

(a) 子叶断裂外形 (b) 子叶外表面 (c) 子叶内表面 (d) 胚芽

况(图 3a、3b、3d)可以看出,种子两片子叶完全断裂,种子的胚根粗短,没有细长的根尖,未能发育完全。从体视显微系统观察的图片(图 3d)可以看到,胚芽发育正常,但在着生点附近还有裂纹存在。由于子叶残缺不全,胚根和胚芽生长的营养供应有限,最终导致发芽但难以出土成苗或的苗质很弱。同时,损伤部位极易感染细菌和病毒。

2.3 子叶裂纹与胚根断裂

子叶裂纹是指大豆内部子叶存在 1~2 条裂纹,

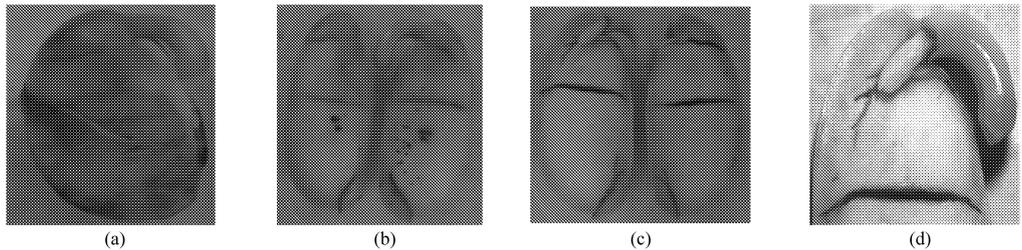


图 4 子叶裂纹与胚根断裂的大豆发芽情况

Fig. 4 Soybean germination with cracked cotyledon and radicle

(a) 子叶裂纹外形 (b) 子叶外表面 (c) 子叶内表面 (d) 胚芽

2.4 胚轴损伤

图 5 为胚轴损伤的大豆发芽情况。由于胚轴损伤后胚与子叶分离,胚在发芽过程中不能从子叶吸取营养,导致了种胚的死亡。从体视显微系统拍摄的图片(图 5d)可以看到,胚轴与子叶的着生点已经干枯,胚芽没有发育而开始枯萎。深入研究发现,该粒种子在脱粒过程中顶端受到了机械作用,使胚轴与子叶着生点连接强度降低甚至脱离,当种子吸水

是大豆内部损伤形式的一种。图 4 为子叶裂纹的大豆发芽试验情况。从图中可以看到,大豆两片子叶中也存在裂纹,同时胚轴和子叶着生点附近也存在裂纹。在发芽试验中裂纹似乎对发芽没有构成严重威胁,但从体视显微系统拍摄的显微图片(图 4d)发现大豆胚根发生了断裂,而且胚根与胚轴之间存在裂纹,种子在发芽过程中虽然有一定的发育,但由于营养供给不足,胚根发育停滞而死亡。

膨胀时,胚根和胚轴也会吸水膨胀,但是胚根未能突破种皮并从中伸出,由于另一端胚轴与子叶着生点的连接强度很低,所以胚轴及胚芽从种子中伸出。同时也导致了顶端子叶的碎裂。

2.5 大豆内部机械损伤形式讨论

根据试验结果与分析发现,大豆内部机械损伤通常是子叶与胚部两类损伤同时出现、二者相互伴随,从而对大豆种子的发芽构成了致命伤害。重复

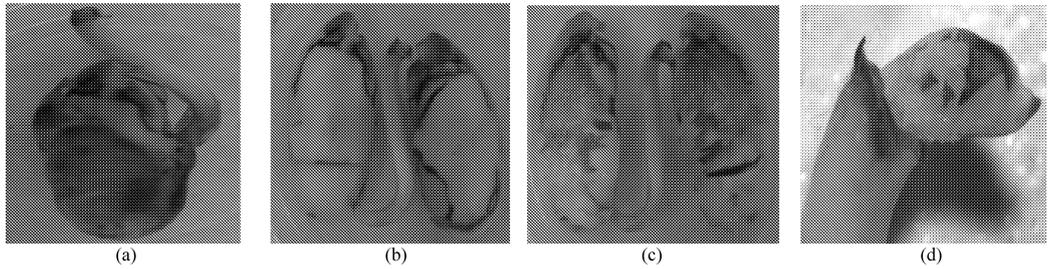


图5 胚轴断裂大豆发芽情况

Fig. 5 Soybean germination with broken hypocotyl

(a) 胚轴断裂 (b) 子叶外表面 (c) 子叶内表面 (d) 胚轴断面

发芽试验中,观察具有不同损伤特征的大豆发芽情况,统计其发芽数量,其结果表明内部机械损伤大豆的90%以上不能正常发芽,其幼苗构造残缺不全或受到严重损伤,不能均衡生长。这种同时出现子叶损伤与胚部损伤的现象可从大豆籽粒结构特征进行分析。如图6所示,大豆的外部由种皮包裹,种皮内部有子叶、胚轴、胚芽和胚根。两片子叶对称生长,并通过胚轴与子叶的着生点连接在一起,胚轴与胚根紧贴在两片子叶的边缘,胚芽夹在两片子叶之间,受到子叶的保护。

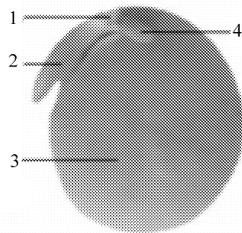


图6 大豆内部结构

Fig. 6 Structure of soybean

1. 胚轴 2. 胚根
3. 子叶 4. 胚芽

通过观察可以发现,大豆的两片子叶占了种子的绝大部分,胚芽、胚轴、胚根只占种子很小比例,在大豆脱粒过程中,由于受到机械冲击的作用,对子叶造成机械损伤的几率也就最大,如试验中子叶损伤率为6.2%,而胚部损伤仅为3.2%。从大豆种子的结构图也可看到,胚轴与子叶的着生点处的连接面积很小,这就使得着生点处的连接强度很低,而且很有可能是应力集中部位。当着生点处受到机械作用时

很容易造成断裂,使胚轴与子叶分离,而且着生点处的机械强度要比两片子叶弱,当子叶受到机械冲击时,有可能未造成子叶的裂纹,而是将冲击传递到着生点处,可能造成着生点处的损伤。胚根及胚轴的机械强度也要比子叶低,只要受到机械作用时很容易直接受到损伤,使其断裂,或当子叶受到机械作用时,也容易通过子叶传递到胚根和胚轴,对其造成间接损伤。这正是机械脱粒造成大豆种子致命的内部机械损伤关键。由于不透明的种皮包裹,内部机械损伤不容易被发觉,对于大豆种子具有十分严重的危害性。

3 结论

(1) 运用体视显微系统对3个品种大豆的内部机械损伤特征和发芽情况进行了试验研究,结果表明所有内部损伤形式如子叶碎裂、子叶裂纹、胚根或胚芽损伤等均严重影响发芽,发芽率不足10%。

(2) 大豆内部机械损伤的几种形式同时存在,大豆胚轴和胚根是易损伤点和应力集中点,对大豆种子发芽构成致命影响,严重影响大豆种子发芽率及其发芽质量,易造成发芽迟缓、病芽,种子在发芽初期死亡。内部机械损伤的大豆种子将对大豆生产造成严重隐患。

参 考 文 献

- 1 龙生云,王明立. 从大豆种子的现状看精选种子的重要性[J]. 大豆通报,2004(1):11~12.
- 2 谭福新,李君,王忠仁. 滚筒不同转速对大豆发芽率的影响[J]. 种子科技,1993(4):34.
- 3 牛元民. 浅谈大豆机械收割减少破碎技术[J]. 大豆科技,2008(5):28~29.
Niu Yuanmin. Technology for reducing breaking rate during soybean mechanical harvesting[J]. Soybean Science & Technology,2008(5):28~29. (in Chinese)
- 4 甘露,鞠培鸿,冷洪友. 大豆种子精选分级与精密播种[J]. 农机化研究,2000(2):124~125.
- 5 闫兴军,商卓. 大豆机械化收获关键技术研究[J]. 农村牧区机械化,2005(1):30~31.
- 6 Van Utrecht D, Bern C J, Rukunudin I H. Soybean mechanical damage detection[J]. Applied Engineering in Agriculture, 2000,16(2):137~141.

参 考 文 献

- 1 Sjaak Van Loo, Jaap Koppejan. Handbook of biomass combustion and co-firing[M]. Twente: Twente University Press, 2002.
- 2 吴创之,周肇秋,阴秀丽,等. 我国生物质能源发展现状与思考[J]. 农业机械学报,2009,40(1):91~99.
Wu Chuangzhi, Zhou Zhaoqiu, Yin Xiuli, et al. Current status of biomass energy development in China[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(1): 91~99. (in Chinese)
- 3 European Commission. White paper: energy for the future-renewable sources of energy, 51997DC0599[R]. COM(97) 599 Final.
- 4 Jonas Hoglund. The Swedish fuel pellets industry: production, market and standardization[R]. Swedish University of Agricultural Sciences, Examarbeten Nr 14, 2008. ISSN 1654~1367.
- 5 PiR (Swedish Association of Pellet Producers). Statistics on pellets in Sweden[M]. Stockholm, Sweden,2008.
- 6 王久臣,戴林,田宜水,等. 中国生物质能产业发展现状及趋势分析[J]. 农业工程学报,2007,23(9):276~282.
Wang Jiuchen, Dai Lin, Tian Yishui, et al. Analysis of the development status and trends of biomass energy industry in China [J]. Transactions of the CSAE,2007,23(9):276~282. (in Chinese)
- 7 田宜水. 生物质固体成型燃料产业发展现状与展望[J]. 农业工程技术·新能源产业, 2009(3):20~26.
- 8 Verma V K, Bram S, De Ruyck J. Small scale biomass heating systems: standards, quality labeling and market driving factors—an EU outlook[J]. Biomass & Bioenergy, 2009, 33(10): 1 393~1 402.
- 9 Haslingerx W, Friedl G, Wopienkax E, et al. Small-scale pellet combustion technology: state of the art, recent development, improvements and challenges for the future[C]//14th European Biomass Conference, Paris, France, 2005.
- 10 David E, Marie R, Jessica S, et al. Optimization of efficiency and emissions in pellet burners[J]. Biomass and Bioenergy, 2004, 27(6): 541~546.
- 11 Frank Fiedler. The state of the art of small-scale pellet-based heating system and relevant regulations in Sweden, Austria and Germany[J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2004, 8(3): 201~221.
- 12 白红春,孙清,周鹏,等. 碱处理水稻秆对成型工艺的影响分析[J]. 农业机械学报,2009,40(3):121~124.
Bai Hongchun, Sun Qing, Zhou Peng, et al. Effect of alkali treatment on straw forming technology[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(3): 121~124. (in Chinese)
- 13 Eija Alakangasa, Jouni Valtanenb, Jan-Erik Levlina. CEN technical specification for solid biofuels—fuel specification and classes[J]. Biomass and Bioenergy, 2006, 30(11): 908~914.
- 14 Boman C, Israelsson S, Öhman M, et al. Combustion properties and environmental performance during small scale combustion of pelletized white hardwood raw material[C]//World Bioenergy 2008, Jönköping, Sweden, 2008: 241~246.
- 15 Georg Baerenthaler, Michael Zischka, Conny Haraldsson, et al. Determination of major and minor ash-forming elements in solid biofuels[J]. Biomass & Bioenergy,2006,30(11): 983~997.

(上接第 66 页)

- 7 李心平,高连兴,马福丽. 玉米种子力学特性的有限元分析[J]. 农业机械学报,2007,38(10):64~67,72.
Li Xinping, Gao Lianxing, Ma Fuli. Analysis of finite element method on mechanical properties of corn seed [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(10):64~67,72. (in Chinese)
- 8 Fernando S, Hanna M, Mesquita C. Soybean threshing mechanism development and testing[J]. Transactions of the ASAE, 2004,47(3):599~605.
- 9 Mesquita C M, Hanna M A, Costa N P. New harvesting device for soybeans[J]. Transactions of the ASAE, 2005,48(1):55~62.
- 10 那雪姣,刘明国,张文,等. 机械脱壳时花生仁损伤特征及规律[J]. 农业工程学报,2010,26(5):117~121.
Na Xuejiao, Liu Mingguo, Zhang Wen, et al. Damage characteristics and regularity of peanut kernels[J]. Transactions of the CSAE, 2010,26(5):117~121. (in Chinese)