

文章编号: 1003-8701(2000)01-0054-04

利用 X 射线照相术进行种子质量检测分析

滕占伟

(吉林省农业科学院, 吉林 公主岭 136100)

摘要: 阐述了 X 射线照相术作为快速有效的检测手段, 是如何探测种子的内部结构、各种损伤及病菌感染程度, 并进行植物种子质量检测分析。该项技术可广泛应用于植物种子质量检测、品种选育、遗传资源的长期保存、粮食储存及食品加工原料质量分析等领域。

关键词: X 射线; 种子质量; 检测技术

中图分类号: S 121

文献标识码: B

从所周知, X 射线能够穿透厚实的物体并被部分吸收, 其内部结构能够在 X 光片上表现出来。对于种子, 其任何质量变化都可通过内部组织结构的大小、形状和密度等在 X 光片上的变化而加以鉴别, 如种皮、胚、胚乳、机械损伤、裂纹和虫蛀等能够不同程度地吸收少量 X 射线而在 X 光片上体现出其差别。利用 X 光微焦技术, 可以检测任何直径不大于底片的植物种子。

1 试验方法

1.1 “光电子-25 型”检测仪的结构与性能

该仪器由发射源、暗箱和控制装置组成, 功率小于 70 W, 可使用普通照相胶片取代医用 X 光胶片, 还可根据需要对小粒种子进行 2~10 倍放大。由于 X 射线采用微焦点光源, 故放大照片具有较高的清晰度、准确度和精确度。其技术性能如下: 外部电压 220 V, 内部电压 0~20 kV, 内部电流 20~100 μ A, X 光管微焦直径 30 μ m, 重量 16 kg。

1.2 试验材料及感光负片的准备

在一批种子中随机取样 400 粒, 分成 4 份, 每份 100 粒, 用胶水分别粘在 4 张滤纸(长×宽为 16 cm×11 cm)上面, 根据需要放大 2 倍的种子需粘在滤纸(长×宽为 13 cm×8.5 cm)上面指定的范围内(长×宽为 8 cm×6 cm), 在下面标明样品号和名称, 放进暗箱中。暗箱底部装有普通照相负片, 带有乳剂的一面应朝向 X 射线源。

1.3 曝光条件的选择

不同植物的种子大小和形状千差万别, 即使是同一种植物, 其不同品种间的差别也很大。因此, 在拍照时应采用最佳选择(表 1)。

收稿日期: 1999-05-07

作者简介: 滕占伟(1966-), 男, 吉林省人, 学士, 从事农业科研和科技外事管理工作。

* 本文承蒙 Ahipov 博士和 Velikanov 副教授指导, 谨致谢意。

表 1 不同作物种子曝光量选择

作物品种	X 光管电压 (kV)	X 光管电流 (μ A)	曝光时间 (min)	放大倍数 (\times)
玉 米	20	55	6	1
小 麦	18~20	65~55	4	2
大 麦	18~20	65~55	4	2
水 稻	18~20	65~55	4	2
高 粱	18	50	4	2
大 豆	20	70	8	1
谷 子	20	65~80	4	3
黄 瓜	18	60	4	2

1.4 显影与定影

拍照之后,在暗室中 25℃条件下显影 10 min,取出用清水冲洗,定影 20 min,用流水冲洗 30 min,挂在室中晾干,在上面标明拍照时间、样品名称和种类等。

1.5 X 光片的鉴定分析

X 光照片分析可借助带有乳白色玻璃的专用负片灯,同时预备一个 2 倍的放大镜;另一种方法是利用光密度计 DP-IM 型进行 X 光片的光密度测定分析。

2 作物种子(麦类)内部损伤的 X 光片鉴定与结果分析

2.1 大麦、小麦种子胚乳裂纹的分析

麦类种子内部最普遍的缺陷为胚乳裂纹,这些楔形裂纹大都垂直于种子纵轴,和正常部位相比,在 X 光片上呈较暗细线状。

当种子在田间长在穗上时,由于温湿交替变化形成的这种微裂纹对于播种性状有着一定的正面影响,能够促进种子快速发芽,原因是种子裂纹吸水较快。然而在机械收割、运输、烘干及各种加工过程中所形成的裂纹,则只能导致反面的影响,利用小麦“Instron”进行的人工模拟试验很好地证明了这一点。该试验对小麦样品分别加压 2、4、6 和 8 MPa,结果压力越大,种子裂纹越多,其芽率越低,在温箱中培养到第 7 d 时的芽长越短,生长力也越低(表 2)。1997 年的小麦田间实验结果是:种子损伤比率(批种子裂纹数多于 4 个)分别为 18%、28% 和 55%,其产量分别为 527、468 和 442 g/m^2 ,这说明种子裂纹直接影响芽率、生长力及丰产性。

表 2 小麦胚乳微裂纹对经处理后种子培育第 7 d 时发芽长度的影响

试验压力 (MPa)	芽率 (%)	不同微裂纹程度条件下芽长(mm)		
		未发现裂纹	1~2 个裂纹/粒	多于 3 个裂纹/粒
0	91	72	68	58
2	92	71	62	51
4	82	69	55	45
6	76	62	46	37
8	62	56	43	31

外部机械压力可使种子产生微裂纹和大裂纹,而大裂纹的有害影响表现得更加明显。大裂纹在照片上呈黑带状并通向表面,或者表现为无确定方向的一组细暗线。种子大裂纹与芽率的相关系数为-0.93,呈显著相关。

研究表明:当单个种子所含微裂纹为 4 个或更多时,能够降低种子的丰产性。在进行分析时,根据检测目的应当合理地考虑这种微裂纹和大裂纹两种情况。

裂纹种子含量 X_p 可用公式计算: $X_p = (H_p/H) \times 100\%$ 。 H_p 为胚乳裂纹粒数, H 为称样总数(400 粒)。

2.2 大麦和小麦种胚缺陷分析

胚是种子的精髓,只占种子的一小部分,且隐藏在种皮下面,观测其内部畸形结构只能借助于 X 射线。造成种子丰产性下降或生命力丧失的胚缺陷在 X 光片上表现如下:

①缺胚的种子(被弄碎或被昆虫吃掉)。这种情况下,在 X 光片上胚的部位呈现出均匀暗点,其周围与胚乳交接处有一层明亮的边缘。

②无胚的种子(没有发育)。在 X 光片上具有这种特征种子,其胚和胚乳交接处层次不清,不存在较为明显的明亮边缘。

③胚部裂纹。在 X 光片上可看到胚部有明显的一个或更多的裂纹。胚与胚乳的裂纹是可以区分的,当一条细暗线横穿种胚时,则是处于胚附近的胚乳裂纹。

④胚部不规则。胚或部分胚表现为不均匀的粒状暗点,胚部干瘪,这是由昆虫或霉菌的酶所造成的。在 X 光片上胚部光密度变化较大且较经常,特别是小粒种子,其胚部较暗,但如果其结构组织正常,可以认定为完全胚,只是胚较薄而已。此时认定胚有缺陷,必须同时具备两个条件:一是胚部较暗,二是胚呈粒状或局部发暗(在胚芽或胚根部位)。

⑤过早发芽(属于胚的隐性缺陷)。成熟种子在田间因高温高湿会过早发芽,发芽的种子容易区分,但有时由于快速收获烘干导致发芽特征不明显,而过早的隐性发芽会削弱和降低种子的播种性能、丰产性能及作为商品粮的性能。对此,有效的检测方法就是 X 射线法。在 X 光片上可以观察到长出的幼芽轮廓或椭圆型亮点,亮点这一特征则是由于幼芽生长方向与种子纵轴呈 90° 角,同时朝向或背向观察者所致。

根据检测目的,胚部缺陷种子含量 X_q 可按某一单独缺陷特征或按总体缺陷计算。其公式为: $X_q = (H_q/H) \times 100\%$ 。 H_q 为种胚缺陷粒数, H 为称样总数(400 粒)。

2.3 小麦盾象(有害盾椿)危害种子的确定与分析

有害的小麦盾椿严重地降低小麦播种质量和食品加工质量,如果被盾椿危害的含量占 $3\% \sim 4\%$,这批小麦只能属于次等品,甚至于其中含量只占 1% ,也已经使小麦面筋质量显著下降。

目前通用的确定方法为目测。被盾椿危害的子粒外表侧面近胚部位有黄色斑点,中心有一黑点(或者没有)。难点在于类似特征也可能是另一种昆虫危害所致(如盲椿科、蓟马等),其对小麦质量影响不明显,这种情况单凭化验员经验,检测结果很不准确。

利用“光电子-25 型”检测仪比较容易解决这个问题,做法是由植物病理学家精心选出有害盾椿、盲椿和蓟马危害的 3 种标准样品,然后排在同一张纸卡上,制成标准的 X 光片标本。鉴定特征如下:

①盾椿危害。离胚很近,带有较暗粒状斑点和不规则的边缘,并经常性地波及到其它部位。其中轻度危害鉴别起来难些,表现为离胚较近、不大的圆阴影。

②盲椿危害。与盾椿危害的区别在于斑点边缘较为清晰,又黑又暗。

③蓟马危害。表现为带状暗纹(直观子粒表现为沟痕)。

依据国家标准,由去杂称样中称取两份,每份 15 g,从中随机取样各 250 粒,共 500 粒,用胶水粘在 $11 \text{ cm} \times 16 \text{ cm}$ 的纸卡上面,无放大拍照,在 X 光片上统计分析。

每份样品盾椿危害含量 X_d 计算公式为: $X_d = (H_d/250) \times 100\%$

最终结果取两次重复的平均测定值: $X_d = [(X_{d_1} + X_{d_2})/2] \times 100\%$

X_{d_1} 、 d_2 分别表示第一份样品和第二份样品中盾椿危害含量。

2.4 种子隐性传染和隐性损伤的确定分析

有些昆虫生命周期的大部分(从卵到成虫)是在子实内度过的,另一些昆虫则是深入到子实内汲取养分。昆虫的这两种活动轨迹极难定位,可以归纳到隐性侵害的类别之中。

依据国家标准对称样筛分、去掉杂质和游离态昆虫,在称样中随机取样 1 200 粒,约 50 g (遇有争议,粒数可以大到 10 000 粒)。把称样分成 4 份,每份 300 粒,用胶水分别粘在长×宽为 11 cm×16 cm 的滤纸上。如需判断昆虫种类或发育阶段,可采用 2 倍 X 射线放大并相应缩减滤纸上的称样到 100 粒。

在 X 光片上可观测到昆虫啃食的孔穴或暗条状孔道,如昆虫未离开子粒,还可见到明亮的虫体。为判断其死活状态,可在两张负片上拍照两次,此时要求工作室和仪器暗箱温度在 25℃左右,根据 X 光片上昆虫的姿态、体位变化或曝光期间由于昆虫躯体运动造成 X 光片虫体影象模糊确定其存活状态。

根据前苏联国家标准 GOST 135864-83,属于隐性传染的是子粒中含有各个发育阶段的活昆虫;属于隐性损伤的是子粒的种皮、胚和胚乳部分或全部被啃食(可能存有活着或死亡的昆虫)。

在 4 份样品中确定出隐性传染的数量,则隐性传染含量 X_c 。计算公式为: $X_c = (H_c/H) \times 100\%$ 。 H_c 为隐性传染子粒总数, H 为样品总数(1 200 粒)。

同样可计算出隐性损伤含量 X_s ,公式为: $X_s = (H_s/H) \times 100\%$ 。 H_s 为隐性损伤子粒总数, H 为样品总数(1 200 粒)。

3 小 结

X 光片包含的信息量是非常丰富的,上面详细阐述的是在大麦和小麦 X 光片中经常遇到的几个主要种子内部缺陷特征分析。利用 X 射线能够明确指出这些缺陷,并准确评估出其质量,不借助于 X 光片所作出的质量分析结果不能算做是全面、彻底和完美的。

根据检测目的和对象,X 光微焦检测手段可广泛应用于禾谷类作物种子质量检测、蔬菜种子选育、具有特定生物学价值的种子筛选和诱变、遗传资源的长期保存、粮食(如水稻、玉米、小麦等)储存分析及食品加工原料质量分析等,是种子生产、繁育、加工、经营部门、食品加工部门和植物检疫部门不可缺少的现代化检测手段。

参 考 文 献

- [1] Андрущенко Л Г, Архипов М В. Портативный микрофокусный рентгеновский аппарат для диагностики семян и зерен. Электронная Промышленность, 1983, 2, 31—34.
- [2] Velikanov L B, Geodecki M L. Some biological effects of static loading applied to grain mass of differentiated moisture content. Part II. Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych. Lublin, IA PAN, 1993, 267—271.

Utilization of X-raygraph in Seed Quality Examination and Analysis

TENG Zhan-wei

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100 China)

Abstract: The paper introduced the X-raygraphic method can be used as a fast and effective method to examine and analyse the seed quality by the examination of the seed structure, damage and the infected extent of the seed by pathogenic bacteria. The method can be widely used in the fields of plant seed quality examination, plant breeding, long-term conservation of genetic germplasm grain storage and the quality analysis of food raw material.

Key words: X-raygraph; Seed quality; Examination method