

# 玉米 DUS 测试工具的创新与应用

赵佳 陈兴奎 佟永祥 霍鹏升 田野 孔祥林

(锦州市科学技术研究院 / 农业农村部植物新品种测试锦州分中心, 辽宁锦州 121000)

**摘要:** DUS 测试是指对植物的特异性、一致性和稳定性进行测试评价的过程, 它通过田间表型性状的测试来描述品种。DUS 测试在种业中扮演着重要的角色, 它是植物品种保护、审定、登记的必要条件, 是品种维权执法的技术支撑, 是指导品种选育的基本标准, 同时也是国际通行的品种管理基本技术依据。随着我国种业的快速发展, DUS 测试量逐年增加, 给专职测试人员带来了很大的测试压力, DUS 测试体系开始着眼于通过创新测试工具以提高测试效率与水平, 缓解测试人员的测试压力。对农业农村部植物新品种测试锦州分中心(以下简称锦州分中心)在玉米测试过程中关于测试工具的创新应用展开介绍。

**关键词:** DUS 测试; 测试工具; 创新; 玉米

DUS 测试是品种管理的重要技术支撑, 我国开展 DUS 测试 20 余年, 植物品种的测试量日益增长, 测试作物种类繁多, 年测试量超过 10000 份次, 然而专职测试人员仅 400 余人<sup>[1]</sup>, 在植物的 DUS 测试工作中, 存在人员不足、测试工作量大、测试时间紧迫等问题。在 DUS 测试方面, 我国在先进设施设备及机械化、智能化工具的应用上基本上还处于空白, 大量测试工作依赖人工, 难以满足新的发展要求<sup>[2]</sup>。这些问题也成为了 DUS 测试发展的瓶颈。习近平总书记指出, 一个地方、一个企业, 要突破发展瓶颈、解决深层次矛盾和问题, 根本出路在于创新。而种业振兴本质上是种业科技创新提升的问题<sup>[3]</sup>。因此, 要将创新理念融入到 DUS 测试工作中, 将创新思维深入测试工具中。

在参考 UPOV 设置的 6 个技术工作组基础上, 2019 年经 DUS 测试技术委员会审议通过, 增设了测试工具创新工作组(CNTWT), 工作组的成立将凝聚各测试机构的力量, 深化 DUS 测试工具的创新, 探索切实有效的测试工具, 推动 DUS 测试创新发展, 更好地服务于中国种业。目前, 农业农村部植物新品种测试的各测试机构在测试工具创新中取得了很大的进展, 锦州分中心在测试、拍摄、数据分析等方面也开展了一系列的创新研究, 现已申请相关测试工具专利 10 余项。本文介绍了锦州分中心在玉米测试工作中的创新应用, 希望能起到抛砖引玉的

作用, 凝聚各方力量, 研发更多测试工具、设备, 整体提高植物品种测试智能化、信息化水平, 助力中国种业高质量发展。

## 1 玉米 DUS 测试方面的创新应用

### 1.1 播种方面的创新应用

**1.1.1 插地牌** 由于玉米测试品种较多, 需要在测试用地插入地牌以区分测试品种, 以便测试人员的田间测试。传统的插地牌是在塑料牌上用记号笔手写编号, 工作量大, 而且手写的编号很容易模糊褪色, 需要重复书写。因此制定了 PP 材质的插地牌, 材质不易老化, 此外, 它与激光打字技术相结合, 将小区编号通过激光打标机打印在插地牌上。激光打标是利用高能量密度的激光对工件进行局部照射, 永久性标记, 耐水耐光, 在插地牌表面涂抹纳米防粘涂料, 可减少雨季泥土对小区编号的遮掩。在插地牌的中心位置统一钻入一个圆孔, 测试结束后用长钉把每排插地牌按顺序逐一穿插在一起, 另一端用螺母固定, 集中收纳存放, 方便来年继续使用, 实现了插地牌一次打标、连续多年重复使用。

**1.1.2 种子瓶与种子盘** 种子是整个 DUS 测试工作的关键基础, 为保障种子在分种、存放、运输过程中不受破损、不发生混杂, 定制了不同颜色的撕拉翻盖塑料瓶用来分装存放玉米种子, 瓶身高 9cm, 直径 4.2cm, 容量 80mL, 种子瓶密封性好, 防水防虫, 耐存放搬运, 可以重复多年使用。不同颜色的分装瓶用来存放不同类型的玉米种子, 方便后续播种时配套

不同规格的播种器,如白色瓶对应普通类型的种子,绿色瓶对应爆裂类型的小粒种子等。此外,利用激光打标机在瓶盖打印小区编号等信息,便于核对查找,瓶盖与瓶身一体化的翻盖设计,使瓶内的种子与瓶盖信息一一对应,避免张冠李戴。为了方便收纳、搬运种子瓶,又配套了相应的塑料种子盘,种子盘内分 $10\times 5$ 个格子数,可以收纳种子瓶50个,且多个种子盘可以堆叠在一起,抗压力强,节省占地空间,在运输到田间的过程中较为稳固,内装种子瓶不会散落混杂。

**1.1.3 手提式单筒播种器** 玉米 DUS 测试品种多,每个品种的用种量为 100 粒左右,在播种玉米时需要频繁换种,因此大型播种农机无法胜任,经尝试,手提式单筒播种器更适合小区播种,单体重量轻,下种过程可视、可听,播种深度固定,不破坏土壤墒情。为了避免小区之间种子的掺杂,又对手提式单筒播种器进行了改进,增加了简捷的种子回收功能,一个小小区播种结束,可以使剩余的种子全部倒回到种子瓶中,这样既避免种子混杂,又方便更换种子,改进后适合小区一区一换种的播种方式,农工经过简单讲解就可以播种,平均播种速度为 $333\text{m}^2/\text{h}$ 。小区编号贯穿插地牌、种子瓶、种子盘、手提式单筒播种器整个播种过程,保证精准播种。

**1.2 环形扣标记牌的创新应用** 拍摄植株、剪取雄穗、玉米果穗取样时均需要附带标有小区编号的标签,而田间手写编号既花费时间又易写错编号,因此利用热转印打印机将小区编号、测试编号及对应的条形码打印在环形扣标记牌上。在玉米抽雄期,将打印好的环形扣标记牌捆绑在植株茎上,环形扣标记牌采用 PVC 材质,防水、耐磨,到果穗收获时标记牌及打印的信息依旧完好无损,还可根据植株茎粗调节环形扣直径的大小,使用时也可做到轻松解绑。

**1.3 雄穗测量仪的创新应用** 针对玉米雄穗的测量性状,采用激光测距技术,研制了雄穗测量仪,由 3 个长 55cm 的激光测距装置盒、外接数字键盘、扫码机和双屏一体机构成。扫码机扫描环形扣标记牌上的条形码,测试编号、小区编号会自动存储在电脑中,激光测量的雄穗主轴(侧枝)长度显示在电脑中,其精度达 0.1cm,基于雄穗实际长度的数据校准,数据准确可靠。测量可 3 人同时进行,互不干扰,采用双屏一体机方便所有测试人员实时查看数据,

若数据有误也可进行删除,保障测试数据准确性。雄穗一级侧枝数目的计数通过数字键盘输入到电脑中。雄穗测量仪的创新研制减少了传统测量过程中的报数和记录过程,测试效率提升 3 倍,并减少了人工测量的人为误差。

#### 1.4 玉米穗位高度、植株高度测量仪的创新应用

玉米的穗位高度、植株高度(以下简称穗位高、株高)数据获取,现在还依赖人工塔尺测量,测量方式粗放、效率低、人为误差大,因此研发了一款便携、快捷的玉米穗位高、株高测量仪的样机,采用激光测距原理,将移动标尺移动到穗位高度或植株高度的位置,即可语音报数确认数据储存到芯片中,数据测量精度满足玉米 DUS 测试指南的要求。目前,该测量仪还存在一些不足,如易受环境影响、稳定性差、工作时长较短等,因此,可广泛应用的工程样机还有待进一步开发。

**1.5 可移动样品风干架的创新应用** 收获的玉米果穗需要存放在避光阴凉处进行风干脱水后才可测试,堆放在一起,不易翻找,且极易发霉。对此,利用平板小推车的原理,将多层仓储置物架安装万向脚轮,研发出可移动样品风干架,长 1.68m、宽 0.5m、高 2m,分为 4 层,可将多个样品风干架并列排放在一起,每层按照小区编号的顺序贴上标签,收获的玉米存放在对应的层板,存放期间玉米通风良好,翻找方便,可轻松推移,对于样品的出入库非常方便。

**1.6 果穗测试平台的创新应用** 玉米果穗的 DUS 测试工作包括果穗测量、脱粒后的目测,以及果穗切段取样的拍摄。传统的果穗测试工作,由于脱粒过程中产生的灰尘多、噪音大等原因需要在不同的测试间进行,需要反复搬运测试样品,也不便于测试员之间的沟通,影响了测试效率。针对以上问题与需求,研制出流水线式的一体化果穗测试平台,平台包括果穗测量平台、果穗脱粒机、果穗切段机、移动拍摄平台,测试人员根据流水线的工作内容进行职能分工,保证测试效率最大化。

**1.6.1 果穗测量平台** 果穗测量平台由电脑、果穗观测台、果穗长度直径测量槽、激光测距仪组成。将玉米放到果穗观测台上,将穗行数计数后的数据存储在电脑中,再利用激光测出一组(10穗)果穗的长度与直径,数据自动存储在电脑中,可精确到 0.01cm,操作便捷,省力省时。

**1.6.2 果穗脱粒机** 测量完毕的果穗直接沿连接的滑道进入脱粒机中进行脱粒。电动玉米脱粒机做了封闭式处理,能够有效防止灰尘飞扬场面的发生,不影响其他测试操作。并在脱粒机内加装了减震和隔震降噪装置,使脱粒时产生的噪音由 130 分贝降低到 80 分贝以下,不会干扰到测试员在果穗测量台的穗行数报数等测试活动。脱粒机的出口端放置托盘盛接穗轴和籽粒,用以测试籽粒的目测性状,从中再选择一个有代表性的穗轴用以拍摄标准照片。

**1.6.3 果穗切段机** 脱粒的同时,拍摄人员在测试完毕的玉米中选择 1 穗有代表性的玉米横向切段取样作为拍摄样品,样品需要呈现籽粒背面主要颜色、籽粒形状等性状。而用刀或锯人工切割速度慢,且难以保证穗轴和籽粒的完整状态,并且迸溅的籽粒影响测试场地卫生和玉米标准照片的拍摄要求。尝试使用锯骨机等切割设备,但又存在一定的危险性。因此研制了双铡刀式果穗切段机,刀间距离 5cm,推杆动力 100N,入料口直径 6cm,附有回收斗、导流槽等结构。铡刀由取样器外壳保护,玉米果穗放进入料口后,进刀时避免了人体与刀刃和机械结构的直接接触,退刀后切好的 5cm 穗轴段被推送到样品槽中,便于取用,剩余部分被推送到废料槽中。操作过程省力且安全,切段效果满足拍摄标准照片需要的性状要求。

**1.6.4 移动拍摄平台** 移动拍摄平台主要用于拍摄玉米完整果穗、穗轴和果穗截段。移动拍照平台主体由医疗移动车和横置中轴组成,横置中轴安装在医疗移动车的顶端,在横置中轴上安装相机及云台,可垂直向下拍摄,物距大小也可调节。这样可以保证拍摄时固定的物距,又代替了拍摄者手拿相机,省力的同时也避免人为手抖导致照片模糊。在横置中轴上加装单反相机监视器,通过数据线连接相机,既可以扩展相机取景,又可以回看照片。另外,根据需要也可以灵活配置数据采集器、平板电脑等设备,便于查看测试品种的性状代码,查看对比照片。移动车的置物板可以收纳镜头盖、数据线、备用电池等拍摄配件,移动车自身装有 4 个万向轮,移动方便灵活,可随意移动拍摄位置。

## 2 玉米 DUS 测试拍摄方面的创新应用

### 2.1 玉米雄穗取样剪的创新应用 玉米雄穗标准

照片的取样部位为雄穗主轴中间部分,研究的玉米雄穗取样剪可以将雄穗主轴统一剪取 7.5cm 的长度。将剪刀型雪茄剪的动刃钻孔并插入 8cm 长的全牙长螺丝钉,用防松螺母固定,螺丝钉的另一端固定材质为 304 不锈钢、直径为 5cm 的金属片,这样雄穗首尾剪取 2 次,所得长度即为刀刃到金属片之间的固定距离。此取样剪尺寸小、重量轻,便于携带,硬度高,刀刃持久、不生锈,剪取固定长度的雄穗主轴,使拍照效果更理想。

**2.2 背景板的创新应用** 拍摄玉米雄穗和果穗标准照片所需要的背景板,经过一系列的创新,最终研制出一款具有防水、可擦拭、重量轻、钢性好、不变形、无需携带刻度尺等优点的背景板。此背景板采用了碳纤维的材质,厚 0.2cm,在背景板上印刷 50cm 的水平标尺和 39cm 的垂直标尺,不需要额外携带刻度尺。背景板的颜色设计为中性灰,颜色柔和,突出拍摄主体,在标尺的内部印刷了白色的交叉网格线,网格大小为 1cm×1cm,摆放拍摄样本时可以沿网格线对齐设定位置,辅助拍摄者构图,同时,样本某个性状的大小可以参照内部的网格,印刷的刻度尺及网格线也不会因田间日照、温湿度等影响褪色,使用年限持久。

**2.3 玉米植株拍摄的创新应用** 针对玉米植株的拍摄要求,对植株样本的拍摄进行了改进创新。先用往复式电锯将玉米植株连带 15cm 的根系锯出,粉刷中性灰的墙面上上下下钻入 2 个深度为 5cm 的钉孔,相距 85cm,长型膨胀螺丝穿入植株茎内使其竖直悬挂在墙面,植株的左侧竖立 3.5m 的塔尺作为参照,这样拍摄的标准照片可以保证植株样品的完好,植株所有的性状全部呈现出来,照片只有拍摄主体与参照尺,呈现的画面效果更加美观。

**2.4 照片处理器的创新应用** 在 DUS 测试中,拍摄的标准照片需要后期的加工处理,包括裁剪、添加测试编号的标签等,这样才能更好地呈现出测试植物的性状。但利用计算机的画图工具和 Photoshop 软件处理照片同样操作繁琐,工作量大,而且人为因素可能造成照片之间加工处理的标准有差异。对此,设计了一款依附于 Photoshop 软件的插件,可以实现一键打开多张照片,自动统一图片的像素和大小,智能快速添加标签,自动生成并保存标准照片,并以



测试编号命名。

### 3 玉米 DUS 测试数据处理方面的创新应用

#### 3.1 植株穗位高与株高比率计算方法的创新应用

DUS 测试的数据处理也是一项非常重要的工作, 基于 Excel 表, 利用已有的穗位高与株高数据, 需要计算出所有品种 20 组的穗位高与株高比率(以下简称穗位株高比)。如图 1 所示, 穗位株高比传统的算法是先计算一个品种的第 1 组数据, 然后横向向右拖动完成一个品种的 20 组穗位株高比, 所有的品种以此类推。经研究, 先选中整个测量数据区域, 按下 Ctrl+G, 定位条件选择“空值”后会定位选中数据区域中的所有空值, 再输入“=C2/C3”即穗位高/株高, 最后按下 Ctrl+Enter, 即可将所有品种的 20 组穗位株高比全部计算出来。在基于 Excel 数据处理的基础上, 利用空值定位与批量填充功能, 可以批量快速地计算穗位株高比, 此操作用时不到 30 秒, 而且避免了人为的误操作。

#### 3.2 叶片长度、叶片宽度数据录入方法的创新应用

玉米的 20 组叶片长度(以下简称叶长)、叶片宽度(以下简称叶宽)数据, 由 2~3 人测量, 同时 1 人将所测数据录入计算机的 Excel 表中, 由于测试量大, 工作时间久, 在田间录入数据时, 容易出现叶长

叶宽上下顺序颠倒的情况。为避免后续再次核对, 保证数据的准确性, 可将叶长数据录入在偶数行, 叶宽数据录入在奇数行, 根据叶长大于叶宽的数据规律, 编辑 mod 函数的嵌套公式突出显示奇数行大于偶数行的数据。具体操作从第 3 行的叶宽数据向下选中所有录入数据的区域, 在条件格式中新建规则, 选择规则类型为使用公式确定要设置格式的单元格, 输入公式“=(C3>C2)\*mod(row(),2)”, 并为符合此公式的值设定格式为黄色填充, 公式意为当奇数行数据大于偶数行数据, 则填充黄色, 这样就避免了叶长、叶宽的数据录入颠倒, 如图 2 所示。

### 4 结论

创新是引领发展的第一动力, 将创新理念贯穿到 DUS 测试工作中, 打造自动化、智能化、规范化的测试, 进一步提高 DUS 测试技术水平, 支撑品种管理, 推进种业振兴发展。但在探索 DUS 测试的工具创新研究中还存在很多问题, DUS 测试作物较多, 工作中还有许多地方需要改进创新, 很多测试手段依然比较落后; 各分中心工具创新的研制较为零散, 相互之间的合作交流较少; DUS 测试工具应用市场有限, 相关科技企业不愿介入, 研发技术水平较为落后。

C3	:	x	✓	f <sub>x</sub>	=C2/C3																		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1	小区编号	性状	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2	1001	穗位高	80	82	87	85	83	82	85	88	84	85	82	83	84	84	85	82	85	84	82	83	
3	1001	株高	183	182	189	186	185	183	184	189	186	188	184	186	186	185	186	180	187	185	183	184	
4	1001	穗位株高比	=C2/C3																				
5	1002	穗位高	79	81	86	84	82	81	84	87	83	84	82	82	84	83	82	81	84	83	82	82	
6	1002	株高	182	181	188	185	183	182	183	187	185	187	183	185	185	184	184	179	186	184	183	183	
7	1002	穗位株高比																					
8	1003	穗位高	82	83	88	86	85	83	86	8	85	86	83	84	85	85	86	83	86	85	83	83	
9	1003	株高	185	184	190	187	186	184	185	181	187	190	185	187	186	186	187	181	189	186	184	185	
10	1003	穗位株高比																					

图 1 穗位高、株高、穗位株高比数据演示

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	小区编号	性状	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	1001	叶长	70.1	70.4	12.1	74.3	75.3	75	73.6	73	75.6	74	74.4	75	71.3	74.6	71	74.5	73.2	74.3	74	73.6
3	1001	叶宽	12.2	12.1	72.2	12.6	12.6	12.1	13.2	12.3	12.7	12.5	12.1	12.7	12.4	12.8	12.3	12.7	12.2	12.5	12.7	12.2
4	1002	叶长	75	73.6	73	75.6	74	71	12.7	73.2	74.3	74.2	73.6	73.2	74.3	74	73.6	74.3	74.4	75	71.3	74.7
5	1002	叶宽	12.6	13.2	12.3	12.7	12.8	12.3	74.6	12.2	12.5	12.8	12.2	12.2	12.5	12.8	12.2	12.5	12.1	12.7	12.4	12.6
6	1003	叶长	76.1	74.7	74.1	76.7	75.1	72.1	75.7	74.3	75.4	75.3	74.9	74.9	75.6	75.3	74.9	75.6	75.7	76.3	72.6	76
7	1003	叶宽	13.6	14.2	13.3	13.7	13.8	13.3	13.7	13.2	13.5	13.8	13.2	13.3	13.6	13.9	13.3	13.6	13.2	13.8	13.5	13.7

图 2 叶长、叶宽数据演示

# 玉米种子市场现状及品种推广营销对策分析

裴文东<sup>1</sup> 刘锁杰<sup>2</sup> 刘佩睿<sup>3</sup> 张宏军<sup>3</sup> 张仁和<sup>4</sup> 张业文<sup>1</sup> 李浩<sup>1</sup> 王国兴<sup>5</sup>

(<sup>1</sup> 合肥丰乐种业股份有限公司,安徽合肥 230088; <sup>2</sup> 陕西秦瑞种业科技有限公司,陕西杨凌 712100; <sup>3</sup> 陕西省种子工作总站,西安 710003; <sup>4</sup> 西北农林科技大学农学院,陕西杨凌 712100; <sup>5</sup> 宝鸡迪兴农业科技有限公司,陕西眉县 722300)

**摘要:**立足粮食安全和种业振兴的新形势,阐述了我国玉米种子市场呈现出的诸多变化,全面分析了现阶段我国玉米种子市场存在的问题,针对玉米种子市场的主要问题,从创新体系建设、差异化产品开发营销、技术支持与服务、营销模式创新等方面提出了玉米品种推广和产品营销对策,将有效促进未来玉米种业市场健康发展。

**关键词:**玉米;种子市场;品种推广;市场对策

玉米是我国第一大粮食作物,对我国的粮食安全和畜牧支柱产业的发展起着重要作用<sup>[1]</sup>。在新冠肺炎疫情对全球经济造成严重冲击下,粮食安全问题日益凸显,进而对种业发展带来诸多影响,其中玉米种业对我国国民经济发展意义重大。国家高度重视种业发展,出台了一系列扶持政策,玉米种业的发展呈现出诸多可喜变化<sup>[2]</sup>,同时玉米种子市场也出现了一些新的问题<sup>[3]</sup>。基于当前新形势和新变革,重点针对玉米种子市场现状进行了全面分析,就玉米品种推广营销对策进行了认真思考,提出了一些针对性意见和建议。

## 1 我国玉米种子市场呈现出可喜变化

**1.1 市场供应的品种类型更趋于多元化** 一方面,企业为主体的商业化育种工作得到了长足发展,企业自主创新能力显著提高,各种业企业研发出的玉米品种众多,通过农作物品种审定后均可投入市场,

大大丰富了市场供应品种类型,为种植户多样化选择提供了丰富的产品。另一方面,受农村劳动力短缺问题影响,机收籽粒玉米品种市场需求旺盛,同时,随着人民生活水平的提高,对鲜食玉米、专用玉米和青贮玉米等特种玉米的需求量剧增,促进了特种玉米品种选育推广和产业化发展,极大地推动了玉米品种类型多元化发展。

## 1.2 市场供应种子质量显著提高

**1.2.1 制种基地管理更加规范** 当前,随着质量意识的进一步提高,种业企业普遍建立了标准化的种子生产基地,制定了完备的种子生产技术操作规程和质量管理制度。同时,各地种子管理部门严格贯彻落实新《种子法》等法律法规,严格执行生产经营准入制度,严禁制种企业采取不正当行为落实生产基地,严格监督检查,使玉米制种基地进一步规范,确保了玉米制种产业健康有序发展。

**1.2.2 种子加工机械设备更加完备** 为适应玉米生产精量播种的发展需要,种子生产加工企业普遍引进了现代化、智能化、精准化的种子生产加工成套设

基金项目:安徽省科技重大专项(202203a06020005)

通信作者:张宏军

因此,应该加强各分中心的交流合作,创建完整的工具创新体系,加强与相关科技企业之间的合作,利用高新技术开展测试工具创新,拓宽应用市场,不局限于 DUS 测试工作,将 DUS 测试创新工具应用渗透到品种资源与作物育种等相关行业,这样才能更好地服务于中国种业,也将中国的 DUS 测试工具推向国际舞台。

## 参考文献

- [1] 温雯,韩瑞玺,唐浩. 品种 DUS 测试对农作物种业发展的重要性分析. 中国种业,2021(5): 1-5
- [2] 邓超,韩瑞玺,杨旭红,唐浩. 我国农业植物品种特异性、一致性、稳定性测试体系建设. 中国种业,2019(1): 10-11
- [3] 毛世平,王晓君,孙立新. 提升种业科技创新,筑牢国家安全屏障. 中国发展观察,2021(15): 20-21

(收稿日期:2022-05-11)