

品种 DUS 测试对农作物种业发展的重要性分析

温雯 韩瑞玺 唐浩

(农业农村部科技发展中心,北京 100122)

摘要:可区别性(特异性)、一致性、稳定性(简称 DUS)是品种的基本属性。通过 DUS 测试技术对品种进行观测和描述,构成品种管理的重要技术手段和基础数据来源。对 DUS 测试的科学性内涵和在农作物种业中的重要应用进行了系统阐述,并对如何提高 DUS 测试的应用效能提出了建议。

关键词:品种;可区别性(特异性);一致性;稳定性;DUS 测试;种业

粮安天下,种筑基石。习近平总书记指出:“要下决心把我国种业搞上去,抓紧培育具有自主知识产权的优良品种,从源头上保障国家粮食安全”。中央经济工作会议首次将“解决好种子和耕地问题”作为年度经济工作重点任务单独列出,种业作为农业“芯片”、粮食安全“根基”的作用愈加凸显。种业高质量发展需要科学高效的品种管理做支撑,其中准确描述品种并辨别其真实身份尤为重要。从国际上来看,很多国家或组织将可区别性(特异性,Distinctness)、一致性(Uniformity)、稳定性(Stability)测试(简称 DUS 测试)引入品种管理系统。我国于 1997 年建立植物新品种保护制度,1999 年加入国际植物新品种保护联盟(UPOV),也采用了 DUS 测试进行品种描述和评价。随着现代种业的发展,DUS 测试已经从最初仅作为品种权实质审查的重要步骤,逐渐应用在品种审定、登记、市场监管等种业管理领域,应用范围不断拓展。

1 DUS 是品种的基本属性

虽然我国开展 DUS 测试仅 20 余年,但在中华文明悠久的育种史上,DUS 的概念一直有迹可循。《诗经·大雅·生民》“种之黄茂,实方实苞,实种实褒,实发实秀,实坚实好”,告诫人们要挑选“光亮、肥大、饱满”的种子,才能长出“茁壮、整齐、均匀”的禾苗,获得硕大的穗子和饱满的果实。《毛氏故训传》“后熟曰重,先熟曰穆”,表明当时已出现在成熟期上可以区分的品种。《齐民要术》记载:“凡谷成熟有早晚,苗秆有高下,收实有多少,质性有强弱,米

味有美恶,粒实有息耗”,进一步指出谷物品种在成熟期以及其他性状方面的差异。“种杂者,禾则早晚不均;春复减而难熟。粳卖以杂糅见疵,炊爨失生熟之节,所以特宜存意,不可徒然”,强调了混杂的种子,出苗早晚不齐;春米时出米较少且难以精熟,拿去卖常因混杂而受到买方的挑剔;煮饭则不易掌握火候;所以对留种要特别注意,不可轻率^[1]。大量史料表明,前人在早期农业生产中已建立了基于性状的品种选育和种子生产策略,深刻认识到良种可以将品种的优良特性遗传下去,系统认识到混杂给生产、加工和消费者带来的一系列危害。

随着不断地探索和总结,人们对于“品种”的概念和内涵进一步明确。《中华人民共和国种子法》(以下简称《种子法》)第九十二条规定,品种是指经过人工选育或者发现并经过改良,形态特征和生物学特性一致,遗传性状相对稳定的植物群体。从作物育种学角度,为了适用于生产和生活的需要,“品种”除了必须具有相对稳定的遗传性状,在生物学、经济上和形态上具有相对一致性,同时还必须与同类作物的其他群体在特征、特性上有所区别。这与 UPOV 公约 1991 年文本中对“品种”的定义一脉相承^[2]。UPOV 公约 1991 年文本定义“品种”为已知最低一级的植物分类单位内的单一植物类群,必须满足 3 个条件:(1)能够通过由特定的基因型或基因型组合决定的性状表达来定义;(2)能够通过至少一个上述性状表达,与任何其他植物类群相区分;(3)具备繁殖后整体特征特性保持不变的特点。

综合上述定义的核心内容,作为一个植物“品种”,必须具备可区别性,也称为特异性,即有一个

以上性状(相关的特征或者特性)明显区别于其他已知品种;具备一致性,指除可预期的自然变异外,一个植物品种群体内个体间相关的特征特性表现一致;具备稳定性,一个植物品种经过反复繁殖后或者在特定繁殖周期结束时,其主要特征特性保持不变。因此,DUS是品种的基本属性。

2 DUS测试的科学性内涵

DUS测试是指依据相应植物测试技术与标准,通过田间种植试验或室内分析对待测品种的DUS进行评价的过程^[3]。作为国际公认的植物品种测试技术,DUS测试的科学性主要体现在以下几方面。

2.1 性状选择有科学的标准 UPOV公约中DUS三性的判定都建立在性状的基础上,因此DUS测试是基于对性状进行观测和描述来进行的。植物的性状多种多样,有形态学上的特征、特性,也有生理生化方面的特征、特性,但并不是所有的性状都适用于描述和定义品种。UPOV在《特异性、一致性和稳定性审查总则及植物新品种统一描述的形成(TG/1/3)》(https://www.upov.int/resource/en/introduction_dus.html)(以下简称《总则》)中规定了DUS测试所选性状必须满足如下条件:一是“由植物的基因型和基因型组合所决定的”,植物的性状表达是由遗传因素和环境因素共同作用的结果,而遗传因素起决定性作用,这一条件说明选择性状首先要考虑具备遗传稳定性,这是DUS测试科学性内涵的基础;二是“在特定环境条件下是充分一致的和可重复的”,这一条件在遗传稳定性基础上排除了环境因素干扰,进一步保证了性状观测值的准确性,也进一步保证了DUS测试的科学性;三是“在品种间表现出足够的差异,能够用于确定可区别性(特异性)”,意味着性状在不同品种间的多态性必须满足区分品种的要求;四是“能够准确描述和识别”,排除了任何难以量化和易受主观因素影响的性状;五是“能够满足一致性要求”,排除了由繁殖特性和育种水平等导致的群体内部变异较大的性状;六是“能够满足稳定性要求”,是对代际间遗传稳定性的具体考量。由此看出,DUS测试中对性状的选择是从遗传稳定、易于观测、准确性有保证等客观角度出发,避免了环境因素、价值导向、主观意愿的影响,保证观测结果充分具备科学性。

2.2 性状比对有科学的参照 对性状表达的描述

和DUS的判定不仅仅来源于品种本身,也不是脱离时间和空间而独立存在的,涉及到不同的参照系。一是以标准品种为参照系统一品种植物描述。通过针对每种作物都设置多样性较为丰富的标准品种同时参加DUS测试,一方面为确定性状的表达状态提供了实例参照,提高观测结果的准确性和客观性,另一方面也充分考虑到年份和地点对表达状态的影响,作为差异校正的依据,从而建立统一的品种描述标准,这也是构建已知品种数据库的基础。二是以已知品种为参照系判定可区别性(特异性)。《种子法》第九十二条规定,已知品种是指已受理申请或者已通过品种审定、品种登记、新品种保护,或者已经销售、推广的植物品种。除此之外,UPOV公约还提到了文献中收录或出版物中描述的品种等。总之,已知品种库是一个开放性的概念,处在不断的补充、完善中,对于特异性测试结果准确与否十分关键。每个待测品种的性状数据都与已知品种库中所有已知品种进行比对以判定可区别性(特异性)。三是以近似品种为参照系提高测试效率。已知品种库中的数据筛选可以排除绝大部分差异较大的品种,无法区分或差异较小的品种将作为近似品种,与待测品种进行田间种植对比鉴别,这样可以避免种植所有已知品种,大大减少土地用量和工作量,提高了测试效率。

2.3 性状描述有科学的规范 一是有统一的基本原则和实施方案。为提高品种描述的有效性和DUS测试的国际公认度,UPOV在实践的基础上制定了《总则》及一系列技术文件(<https://www.upov.int/tgp/en/>)。其中《总则》是根本依据,技术文件TGP/1到TGP/15对《总则》进行解释,并详细指导如何开展DUS测试。二是有科学的测试指南。UPOV还制定了不同作物的品种可区别性(特异性)、一致性、稳定性测试指南(https://www.upov.int/test_guidelines/en/),针对每一种作物如何开展测试进行详细指导,目前已发布333个植物属/种的测试指南。三是有“本地化”的相应措施。我国参照《总则》和国际测试指南研制了适合我国植物品种的测试指南(http://www.nybkjzxx.cn/p_duscs/sub_cs.aspx?n=27),并编写了更加细化和“本地化”的操作手册或技术规程,进一步保证性状描述和DUS测试的规范性。

2.4 性状观测有科学的保障 DUS测试的性状观

测试过程不仅仅是一种计量行为,而是育种学、栽培学、表型学、统计学、生化与分子生物学等多学科知识的综合运用^[3]。一是栽培技术作“保证”。由于株高、籽粒大小、千粒重等数量性状受土壤肥力影响较大,同时有的品种需要特殊的栽培条件性状才能充分表达,因此必须保证栽培条件的一致性和适用性。测试指南中对田间管理和试验设计作出了明确规定^[4-5],保证品种的性状可以在一致的环境下充分表达。二是分子技术作“佐证”。虽然植物的基因型和表型并非绝对的一一对应,但分子技术凭借测试周期短、不受环境影响等优势,已经成为DUS测试中不可或缺的重要技术手段,在验证表型数据和辅助筛选近似品种的过程中发挥重要作用^[6]。三是拍摄技术作“物证”。为了更准确、形象地描述性状,DUS测试中对所有观测的性状进行照片拍摄,并保存在数据库中,能够真实反映性状表达情况、植株生长情况以及田间异常情况,是测试结论的重要证据之一。为了规范拍摄行为,测试机构还编制了技术指导书籍^[3]和不同作物的照片拍摄规程^[7],以提高照片的标准化、规范化程度。四是信息技术提“效率”。通过构建表型数据库、图片数据库、指纹图谱数据库,显著提升了近似品种筛选的效率;通过构建品种管理系统、审查办公系统,显著提升了测试工作效率;通过构建统计分析系统,显著提升了数量性状分析效率。五是智能技术降“强度”。随着科技的日新月异,智能技术全面进入DUS测试的各个环节,大到人工智能温室创造严格可控的生长条件,小到数粒机、测量仪、播种器等实用工具,大大降低了DUS测试的工作强度。

3 DUS测试在农作物种业中的重要应用

3.1 品种的性状描述对育种行为具有指导性作用

在育种阶段,首先要解决“是不是品种”的问题,一致性和稳定性审查就是用来判定这个的。如果育种成果达不到该作物一致性、稳定性评价的标准,说明其基因纯合度低,遗传稳定性较差,无法称之为“品种”来满足下一步的应用,需要更高代数的纯合或者进一步的选育。长期以来我国育种家关注的目标性状多集中在产量、品质、抗性等,对非目标性状如花青苷显色、叶鞘蜡粉有无、芒的分布等关注较少,导致一些产量高或品质好、抗性好的品种由于非目标性状达不到一致性、稳定性标准而无法通过DUS

审查。但要想选育出农作物品种,目标性状和非目标性状都十分重要,是品种整体育种水平的重要体现。近年来,我国育种人的观念也逐渐发生转变,尤其是一些大型“育繁推一体化”企业,在品种选育过程中将测试指南列出的DUS测试性状用于品种选育评价的全过程,有效提高了品种选育的水平和质量。

此外,对可区别性(特异性)的把关解决了“是不是有别于其他品种”的问题,在一定程度上规范了育种行为,避免有些育种人投机取巧,将与现有品种差别不明显的品种,也申请品种权保护,造成公共资源的浪费。

3.2 品种的特征特性信息构成品种管理的基本要素

品种管理中的“品种”不仅仅指以实物存在的标准样品,还包括以信息数据存在的品种的特征特性信息和DNA指纹信息,高质量的品种管理必须建立在品种名称、标准样品和信息数据一一对应的基础上。近年来,我国农业植物新品种权年申请量连续4年位居世界第一,总申请量超过40000件,每年参加国家及各省市区试、引种备案的主要农作物品种达8000个,完成登记的非主要农作物品种约6000个^[8],但农作物种子品种多、乱、杂现象依然存在,“一品多名”“一名多品”现象严重扰乱种子市场秩序^[9],如何准确区分品种是解决上述问题的关键。理论上,如果对一个品种所有的特征特性做出描述,相当于精确地定义了该品种,即该品种有了专属的“身份证”,因此DUS测试中性状观测和描述的过程就是对品种的真实身份进行认证的过程,能有效解决“我是谁”的问题,从源头上遏制“名实不符”乱象,对品种管理具有基础性意义。因此,国外种子管理机构或组织通常将DUS测试环节置于种业管理链条的上游,例如韩国要求进入国家名录(National list)的品种必须满足DUS三性;欧盟要求品种登记(Variety registration)前需完成DUS测试以确定品种身份;经济合作与发展组织(OECD)框架下的全球种子贸易也采用DUS测试,旨在确定品种身份(Variety identity)和品种纯度(Variety purity)。完成身份登记后可根据不同需求进入不同的评价体系,如需要明确知识产权归属可申请品种保护,需要进入市场销售则申请审定或者登记等。2015年修订的《种子法》明确规定审定、登记和保护

品种均需满足 DUS 要求,也体现了将 DUS 测试作为品种管理基本技术手段的思路。

3.3 品种的田间种植比对为市场监管提供精确依据

近年来,种子质量水平快速提升,质量“低劣”问题基本解决,市场监管的重点是打击侵权假冒,即解决“你是不是我”的问题^[10]。虽然分子检测技术具备快速、高效、成本低廉等优势,但田间种植比对依然是不可替代的技术手段。一是能有效补充分子检测结果的偏差。“证异容易证同难”,检测使用的分子标记并没有覆盖全部基因组,因此不能仅根据一组标记没有检测到差异,就认为两个检测样品是同一品种。在一个真实案例中,用常规 40 对分子标记检测 2 个玉米品种,均未检测到差异,但田间种植时发现在穗轴颜色这一性状上,两者存在显著差异^[11]。当然,是否是实质性派生品种、是否其中一个品种存在投机取巧,属于另一个讨论范畴,但该案例确实证明了分子检测结果可能会与事实有偏差。因此《种子法》第四十七条规定,“农业、林业主管部门可以采用国家规定的快速检测方法对生产经营的种子品种进行检测,检测结果可以作为行政处罚依据。被检查人对检测结果有异议的,可以申请复检,复检不得采用同一检测方法。”此处,复检采用的方法通常指田间种植比对。二是能有效运用于所有作物。现有的分子标记和检测标准远远无法满足种业市场监管和维权打假的需要,特别是许多经济价值较高的水果、花卉等作物,目前尚无法进行分子检测,田间种植比对是唯一的判别方法。即使越来越多的作物分子标准不断被研制发布,但田间种植比对依然是能适用于全部植物、技术条件限制较少的有效手段。

4 我国农业植物新品种 DUS 测试体系现状

目前我国农业植物新品种 DUS 测试体系以官方测试机构为主,自 2000 年启动建立^[12],以农业农村部植物新品种测试中心(以下简称测试中心)为龙头,依托农业科研院所和农业院校在全国建立了 27 家测试分中心和 6 家专业测试站,承担 DUS 测试审查、体系建设、质量管理、技术研究、人员培训等任务。20 年来,共培养专业测试人员 400 多名,组织研制测试指南和 DNA 分子标准 400 多个,建成包含 75 种作物超过 11 万个品种的表型数据库和包含 14 种作物近 4 万个品种的 DNA 分子数据库,年

测试量超过 10000 份次,为育种评价、品种管理、市场监管、司法鉴定等提供了有力技术支撑。为深化种业“放管服”改革,2017 年农业部办公厅发布《关于做好主要农作物品种审定特异性、一致性、稳定性测试工作的通知》(农办种〔2017〕4 号),进一步明确了审定品种开展自主和委托 DUS 测试的程序,一些具备条件的科研院所和种子企业开始按照要求开展自主测试。2020 年,测试中心首次探索第三方测试机构试点,农业植物新品种 DUS 测试体系进一步健全。

5 提升品种 DUS 测试在推动农作物种业发展中的应用效能

当今世界正经历百年未有之大变局,我国发展的内部条件和外部环境正在发生深刻复杂变化。特别是 2020 年以来新冠肺炎疫情席卷全球、自然灾害频发,为粮食安全带来极大的不确定性。中央经济工作会议已吹响种业“翻身仗”的号角,加快推动种业高质量发展是“十四五”时期的重点任务。DUS 测试作为重要技术支撑,必须充分发挥最大效能,为种业高质量发展增添助力。

5.1 以狠抓质量管理夯实品种信息数据基础 作为品种信息数据的重要组成部分,特征特性信息的真实、准确记录是关键。建立完善的质量管理体系,覆盖官方测试机构、自主测试单位和第三方测试机构,强化质量监督和人员培训,建立健全测试标准体系,实现田间管理、性状观测、数据记录、照片拍摄、分子检测等数据采集全过程的标准化和规范化,从而提升品种特征特性信息数据质量,为高质量品种管理奠定基础。

5.2 以加快指南研制提高知识产权保护水平 目前 76 个 UPOV 成员中大部分成员的保护范围已覆盖全部植物属/种,仅剩我国在内的 4 个成员依然实施名录制保护。我国农业方面共发布 11 批保护名录,涵盖 191 个植物属/种,然而仍有许多观赏植物、地方特色作物、食用菌、中草药等作物,由于缺少测试指南,未能列入名录,无法公平的享有知识产权保护制度的惠益,不利于育种多样化水平的提高和吸引国外优良种质资源。因此,应加大测试指南研制力度,并通过建立健全测试标准体系引导指南研制方向,为全面放开保护名录提供有力支撑。

5.3 以创新技术应用提升品种管理支撑能力 加

强分子检测技术研究,并加大分子检测新技术在近似品种筛选、可区别性(特异性)初步判别、实质性派生关系判定等领域的应用,以技术创新引领机制创新,探索建立便捷化审查、申请人承诺制等品种权快速审查机制,加快特色品种、重大突破品种、诚信企业品种等产业化进程。加强证后监管,以分子检测配合田间验证的方式每年开展品种权有效性随机抽样验证,清理市场流通品种与标准样品不一致的品种,及时终止无效品种权,规范品种权人行为。

5.4 以深化国际合作营造种业“走出去”良好环境

以国际指南研制、分子检测新技术为突破口,深入开展与 UPOV 成员、国际组织、行业协会等的合作,引领国际规则制定,提高我国在品种测试国际领域的话语权。依托现有测试机构打造东南亚、中亚种业国际交流“桥头堡”,针对一带一路国家、周边国家开展测试技术培训,提供品种测试服务,帮助非 UPOV 成员建立和实施品种保护制度,为我国种业“走出去”营造环境,并通过区域合作充分发挥影响力,体现大国担当。

参考文献

[1] 郭文韬. 中国古代的选种育种和良种繁育. 南京农业大学学报(社

会科学版),2005,5(1): 83-88

[2] 张天真. 作物育种学总论. 3 版. 北京: 中国农业出版社,2011

[3] 唐浩. 植物品种特异性、一致性、稳定性测试总论. 北京: 中国农业出版社,2017

[4] 国家市场监督管理总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 19557. 24—2018 植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米. 北京: 中国标准出版社,2018

[5] 中华人民共和国农业部. NY/T 2227—2012 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 石竹属. 北京: 中国农业出版社,2012

[6] 韩瑞玺,张晗,赵艳杰,马莹雪,李汝玉,唐浩. DNA 分子标记技术在 DUS 测试中的应用探讨. 中国种业,2019(2): 43-45

[7] 农业农村部植物新品种测试(公主岭)分中心. 玉米 DUS 测试性状照片拍摄规程. (2017-11-14) [2021-02-24]. <http://www.nybkjzxx.cn/Detail.aspx?T=AT&I=312&N=78&ID=9461edc1-eeeb-4afd-978b-605ad4fa075a>

[8] 农业农村部种业管理司,全国农业技术推广服务中心,农业农村部科技发展中心. 2020 年中国农作物种业发展报告. 北京: 中国农业科学技术出版社,2020: 15-20

[9] 刘冰,陈国瑛. 农作物种子质量监管存在的问题与建议. 中国种业,2020(9): 22-24

[10] 张力科,金石桥. 我国农作物种子质量现状与质量提升策略分析. 中国种业,2019(3): 3-6

[11] 李宗录,孙名珠. 植物品种权侵权判定中鉴定方法的适用: 以第 100 号指导性案例为视角. 石家庄学院学报,2020,22(1): 74-79

[12] 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

(收稿日期: 2021-02-24)

会讯

农业农村部召开加强种业知识产权保护座谈会

日前,农业农村部召开加强种业知识产权保护座谈会。最高人民法院、工业和信息化部、国家知识产权局及地方种业管理部门、科研机构和种业企业有关部门负责人和专家参加。

会议指出,知识产权保护关系种业高质量发展,关系种业自立自强,关系打好种业翻身仗全局。要全面加强种业知识产权保护工作,加快促进现代种业发展,为种业创新注入强大动力。

会议强调,加强种业知识产权保护十分必要而紧迫,要针对突出问题和薄弱环节,深入研究,标本兼治,综合施策。在品种管理上,提高主要农作物品种审定标准,严管绿色通道和联合体试验,规范非主要农作物品种登记,强化审定登记品种动态管理,启动品种审定登记退出机制。在市场监管上,开展种业监管执法年活动,以套牌侵权、制售假劣、无证生产经营种子(种畜禽)、非法生产经营转基因种子等为重点,充分运用分子检测等新技术手段,开展集中清理整治,强化部门协同和上下联动,建立跨区域执法联动响应机制,实现“一处发现、全国通报、各地联查”。在法规制度上,加快出台关于审理侵害植物新品种权纠纷案件具体应用法律问题的司法解释,适时启动《种子法》《植物新品种保护条例》等相关法律法规的修订工作,为保护种业知识产权提供有力法制保障。