

主要农作物种子质量标准体系现状与展望

李 丹¹ 王晓玉¹ 杨 玉¹ 朱明东² 段永红² 谢红军² 邓 晶³ 余应弘³

(¹湖南省农业信息与工程研究所,长沙 410125; ²湖南省水稻研究所,长沙 410125; ³湖南省农业科学院,长沙 410125)

摘要:种业要安全,种子质量要有保障,必须推进种子质量标准化工作。以稻、玉米、小麦、大豆、棉花 5 类农作物的种子质量标准体系为研究对象,综述了国际上发达国家和重要组织的 96 个标准与中国 13 个现行标准,采用体系架构方法、系统分析与对比分析相结合,研究了国内外主要农作物种子质量标准体系的差异。结果表明,国际种子生产程序等级分为以育种家种子为种源的“基础种子、注册种子、认证种子”三级,我国仅分为“原种和大田用种”两级,两级不同的质量指标分别达到国际标准不同的等级要求;我国水稻发芽率(85%)仅次于日本(90%),玉米单粒播发芽率(93%)高于国际(90%) 3 个百分点,小麦发芽率(85%)与国际标准相当,大豆发芽率(85%)、棉花光籽和包衣籽发芽率(80%)均高于国际标准。综上,我国应借鉴国际标准,制定以育种家种子为种源的三级程序,以保持优良品种的种性;国标根据中国种业发展实情提出了玉米单粒播新标准新模式,既体现了中国现代种子生产要求,又保证了中国种子在国际上的优势地位。未来随着机械化的发展,单粒播种技术应用将越来越广泛。因此,制定单粒播种子质量评价标准,为单粒播种技术的应用及农业生产力的提高奠定基础,这是改善农产品质量、发展高效农业、推进农业现代化的有效措施,也是规范种子企业行为,切实维护农民权益的必要之举。最后,借鉴国际标准特点与国标玉米单粒播标准新模式,对未来种子质量标准的发展趋势和前景进行了展望,并提出相应的对策建议。

关键词:主要农作物;种子质量标准;国际标准;种子认证制度;种子活力;单粒播

The Present Situation and Prospect of Seed Quality Standard System of Main Crops

LI Dan¹, WANG Xiao-yu¹, YANG Yu¹, ZHU Ming-dong², DUAN Yong-hong²,
XIE Hong-jun², DENG Jing³, YU Ying-hong³

(¹Hunan Institute of Agricultural Information and Engineering, Changsha 410125; ²Hunan Rice Research Institute, Changsha 410125; ³Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410125)

粮食安全关系国计民生,是国家安全的根基。而种子是农业的“芯片”,是粮食安全的核心和关键。我国是农业生产大国和用种大国,农作物种业是国家战略性、基础性核心产业,是促进农业长期稳定发展、保障国家粮食安全的根本。种业发展质量的高低,事关保障国家粮食安全、实施乡村振兴战略的大局^[1]。习近平总书记指出,只有用自己的手攥紧中国种子,才能端稳中国饭碗,才能实现粮食安全。种源要做到自主可控,种业科技就要自立自强。

基金项目:湖南省重点研发计划(2021NK2002);湖南省自然科学基金(2022JJ30351);湖南省农业科技创新基金项目(2022CX26);湖南省财政厅农业专项资金(湘财农指[2022] 67号)

通信作者:余应弘

种优则粮丰,而优良的种子只有通过一系列标准化的生产才能保证种子质量。一个达到国家一级标准的品种种子,在同样的条件下,要比未达到国家标准的品种种子增产 7%~15%^[2]。因此,发展种子标准化工作是促进种子质量提高、推进农业现代化、保证农业健康发展的有效措施。

近年来,随着我国农业供给侧结构性改革的推进,种业供给体系的质量和效率不断提高,这得益于种子标准化工作的良好发展。但我国目前尚未加入国际种子检验协会(ISTA)和经济合作与发展组织(OECD)等全球公认的种子标准化权威性组织,与国外标准对接不够^[3-4],种子标准化尤其是种子质

量标准与发达国家相比存在一定的差距,种子标准体系亟待完善与健全。种子质量标准体系主要包括种子生产程序等级系统和种子质量指标系统^[5],前人针对农作物种子质量标准体系的综述很少,研究主要以农作物常规种和玉米单交种种子质量标准作为研究对象,分析国内外种子质量标准体系的差异,提出构建中国主要农作物统一的“四级种子等级系统”和健全的“八项质量指标系统”^[5]。当前我国机械播种区域越来越广,对整齐一致的田间出苗率要求越来越高,单粒播种技术的应用也将不断扩大,它对保障高效和简化的农业生产和用种安全具有非常重要的意义。国内已有研究者对玉米单粒播种技术进行了大量的报道^[6-9],还有少量关于单粒播种花生的研究等^[10-11]。本研究在国标提出玉米单粒播种标准的背景下,综述了国内外主要农作物种子质量标准的现状,分析国内外标准的差异,借鉴国际标准的特点和国标玉米单粒播新模式,对未来种子质量标准的发展趋势和前景进行了展望,并提出对策建议,以期对种子质量标准发展研究提供借鉴和参考。

1 文献数据资料来源及方法

1.1 数据资料来源 收集、整理并汇总全球主要国际组织和发达国家5类农作物种子质量标准资料文件合计96个^[12-36],其中稻13个、玉米29个、小麦24个、大豆17个、棉花13个;中国的5类农作物种子质量标准资料文件13个^[37-51],包括国标5个、地标7个、团体标准1个;国内外合计共109个(表1)。国际组织中的联合国粮农组织(FAO)是各成员国间讨论粮食和农业问题的机构,共有近200个成员国和1个成员组织(欧盟)^[13];欧盟(EU)是FAO的成员组织,包括法、德、意等27个国家^[12];经济合作与发展组织(OECD)包括美、英、法、德、日、加等主要发达国家在内的60多个国家^[14,52]。上述组织基本上构成了国际上公认的种子认证机构的主体。同时,还重点查找了日本、韩国、加拿大、澳大利亚、英格兰和威尔士等发达国家或地区的有关资料^[16-22];采用了美国南方种子认证协会(SSCA)^[15]、美国各州作物或种子改良协会的种子认证标准^[24-36]。此外,印度是全球第二大水稻主产国,仅次于中国,其种子认证标准非常全面,因此采纳了印度相关的种子质量标准^[23]。

1.2 分析方法 根据检索查询到的数据,对国际和国内两类标准分别进行汇总。国际96个标准不同的指标数据按对应的程序等级分类归纳,每个质量指标因子取平均值,国内按现行国标体系归纳汇总。采用软科学研究中的体系架构方法、系统分析与对比分析相结合的方法^[53]。首先,将国内外每个种子质量标准体系作为母系统,分解为种子生产程序等级子系统和质量因子指标子系统;其次,对国内外的两个子系统分别进行结构与数据的对比分析;最后,根据子系统的对比结果,找出国内外种子质量标准体系的差异,分析中国标准的优势与不足。

2 种子质量标准体系及标准现状

2.1 种子质量标准体系

2.1.1 国际标准 国外通过种子认证方案对种子质量进行全面管理^[54],认证方案无标准号,标题通常为种子认证标准、种子认证服务手册、技术说明、程序指南、规则等。认证内容包含了通用认证标准和特定作物认证标准,通用(一般)种子认证标准是基本标准,适用于所有有资格认证的大田作物,它与单个作物种子的具体标准一起共同构成各类特定作物种子认证标准,一般包含了该国(州)需要认证的所有作物。

2.1.2 国家标准 中国目前尚未强制实施种子质量认证制度^[55]。现行的国标包含标准号,例如GB 4404.1—2008、GB 4404.2—2010、GB 4407.1—2008等,农作物按类别划分标准,例如稻、玉米和小麦在GB 4404.1—2008《粮食作物种子第1部分:禾谷类》标准中,大豆在GB 4404.2—2010《粮食作物种子第2部分:豆类》标准中,棉花在GB 4407.1—2008《经济作物种子第1部分:纤维类》标准中。

2.1.3 企业标准 中国无统一的企业农作物种子质量标准体系,隆平高科、登海种业等公司均在严格执行国标的基础上,对种子的质量标准适度提高,例如:隆平高科杂交稻发芽率 $\geq 85\%$,比国标($\geq 80\%$)高5个百分点,玉米标注单粒播与未标注单粒播分别按国标93%、85%执行;跨国公司先锋、先正达、中种国际等玉米发芽率内控原则上按95%执行,特殊情况下可调整为93%。

2.2 种子质量标准

2.2.1 国际种子质量标准 表2汇总国际组织、发达国家或地区稻、玉米、小麦、大豆、棉花种子质量标

表1 国际组织、发达国家或地区和中国主要农作物种子质量标准资料

标准类型	来源	标准数量	标准资料来源
国际标准 96 个	欧盟(EU)	4	[12]
	联合国粮食及农业组织(FAO)	2	[13]
	经济合作与发展组织(OECD)	7	[14]
	美国南方种子认证协会(SSCA)	4	[15]
	日本	3	[16]
	韩国	1	[17]
	澳大利亚	3	[18]
	加拿大	4	[19]
	英格兰和威尔士	3	[20]
	美国新墨西哥州	6	[21]
	菲律宾	1	[22]
	印度	11	[23]
	美国明尼苏达州	3	[24]
	美国加利福尼亚州	5	[25]
	美国密西西比州	4	[26]
	美国密苏里州	5	[27]
	美国威斯康星州	3	[28]
	美国堪萨斯州	3	[29]
	美国内布拉斯加州	3	[30]
	美国俄亥俄州	2	[31]
	美国俄勒冈州	4	[32]
	美国阿肯色州	4	[33]
	美国宾夕法尼亚州	4	[34]
	美国南卡罗莱纳州	2	[35]
	美国路易斯安那州	6	[36]
国家标准 5 个	GB 4404.1—2008《粮食作物种子 第1部分:禾谷类》	3	[37]
	GB 4404.2—2010《粮食作物种子 第2部分:豆类》	1	[38]
	GB 4407.1—2008《经济作物种子 第1部分:纤维类(棉花)》	1	[39]
地方标准 7 个	DB 41/T 997.1—2014《农作物四级种子质量标准第1部分:小麦》	1	[40]
	DB 41/T 997.3—2014《农作物四级种子质量标准第3部分:水稻常规种》	1	[41]
	DB 41/T 997.4—2014《农作物四级种子质量标准第4部分:水稻三系杂交种》	1	[42]
	DB 41/T 997.2—2014《农作物四级种子质量标准第2部分:玉米杂交种》	1	[43]
	DB 41/T 997.7—2014《农作物四级种子质量标准第7部分:大豆》	1	[44]
	DB 41/T 997.9—2014《农作物四级种子质量标准第9部分:棉花常规种》	1	[45]
	DB 41/T 997.10—2014《农作物四级种子质量标准第10部分:棉花杂交种》	1	[46]
	CNS 2423—2015《稻穀》	1	[47]
	CNS 2432—2020《玉米》	1	[48]
	CNS 2427—1996《小麦》	1	[49]
	CNS 2793—2019《大豆》	1	[50]
	T/CNSA 2—2022	1	[51]
团体标准 1 个			
合计		109	

地方标准中有4个台湾的标准是食用标准而不是种用标准,未参与统计计算

表 2 国外主要农作物种子质量标准数据汇总

作物	种子类别	种子生产程序等级	纯度(≥%)	净度(≥%)	发芽率(≥%)	含水量(≤%)	标准数量
稻	常规种	基础种子	99.9	98.2	80.8	13.3	11
		注册种子	99.7	98.2	81.0	13.3	
		认证种子	99.2	98.0	80.8	13.3	
	杂交种	基础种子	99.9	98.0	80.0	13.0	2
		注册种子	99.7				
		认证种子	90.0	98.0	80.0	13.0	
玉米	常规种	基础种子	97.3	97.7	90.0	14.0	13
		注册种子		98.5	90.0	14.0	
		认证种子	99.0	98.3	90.0	14.3	
	杂交种	基础种子	99.9	98.9	90.0	13.5	16
		注册种子		98.9	90.0	13.5	
		认证种子	99.8	98.5	90.0	13.6	
小麦	常规种	基础种子	99.9	98.5	85.0	13.8	22
		注册种子	99.7	98.3	85.4	13.0	
		认证种子	99.0	98.1	85.3	14.4	
	杂交种	基础种子	99.9	98.0	85.0	12.0	2
		注册种子	99.7				
		认证种子	90.0	98.0	85.0	12.0	
大豆		基础种子	99.5(英格兰)	98.2	79.6	13.7	17
		注册种子	99.0(英格兰)	98.1	81.3	14.0	
		认证种子	99.0(英格兰)	98.1	80.3	13.7	
棉花	常规种	基础种子		98.5	76.4	11.0	10
		注册种子		98.5	78.0	12.0	
		认证种子		98.3	76.9	11.0	
	杂交种	基础种子	99.8	98.0	72.5	10.0	3
		注册种子		98.0	80.0		
		认证种子	99.5	98.0	77.5	10.0	

基础种子、注册种子、认证种子在 FAO、SSCA、美国及其各州代表育种家种子之后的三级;在 EU、OECD、英格兰和威尔士代表基础种子、认证一代、认证二代;在中国代表原原种、原种、大田用种

准资料 96 个,国际上 5 类农作物种子的常规种和玉米杂交种都有相应的种子认证标准。其中,OECD、印度、美国新墨西哥州有出台稻、小麦、棉花杂交种的标准,OECD 有出台玉米和棉花的杂交亲本标准,印度有出台玉米自交系的标准。

国外的种子生产程序分为以育种家种子为种源的“基础种子、注册种子、认证种子”三级。育种家种子是种源,由植物育种家、指定机构或公司直接监督和控制,不向公众提供,通常不在商业市场上流通,一般不需要认证,因而没有制定种子质量标准。其后的三级基础种子、注册种子、认证种子,都完整地列入质量标准中,充分体现了以育种家种子为种源、重复繁殖和限代繁殖的特点^[5]。种子质量指标

包括净种子、杂质、其他作物种子总量、杂草种子、有毒(有害)杂草种子、发芽率和含水量等因子。而大的国际组织的标准因属宏观控制仅列具主要代表性指标^[5],例如 EU 只有纯度、净度、发芽率等指标;OECD 种子认证方案只涉及种子的遗传质量即品种纯度^[56]。为便于与中国国标作相对应的比较,表 2 的国际标准只列出了纯度、净度、发芽率、含水量 4 个指标。

国际标准对种子质量指标进行了量化控制,有些国家和地区还根据种子的地域特点作了更具体的规定,从而让种子用户获得更详尽信息。从表 2 可以看出,国际上水稻常规种三级种子发芽率分别≥80.8%、81.0%、80.8%,印度杂交稻发芽率

≥ 80.0%,日本作为农业发达国家,其水稻发芽率要求高达 90.0%,体现了日本精细农业高度标准化的特点。玉米常规种和杂交种发芽率均 ≥ 90.0%,印度玉米自交系的发芽率 ≥ 80.0%,此外,美国威斯康星州和新墨西哥州的甜玉米或爆裂玉米的发芽率 ≥ 80.0% 或 85.0%,比普通玉米低 5 个或 10 个百分点。常规小麦三级种子发芽率分别 ≥ 85.0%、85.4%、85.3%,硬质小麦发芽率 ≥ 80.0%,比普通小麦低 5 个百分点左右,美国加州普通小麦、硬质小麦和斯佩尔特小麦的发芽率均 ≥ 85.0%,印度常规小麦和杂交小麦发芽率均 ≥ 85.0%,美国明尼苏达州春小麦和冬小麦的发芽率分别 ≥ 85.0%、80.0%。大豆三级种子发芽率分别 ≥ 79.6%、81.3%、80.3%,美国南卡罗莱纳州规定大豆食用品种的发芽率可以降低至 70.0%。常规棉三级种子发芽率分别 ≥ 76.4%、78.0%、76.9%,新墨西哥州的毛绒棉发芽率 ≥ 70.0%,比普通棉花(80%)低 10 个百分点;杂交棉三级种子发芽率分别 ≥ 72.5%、80.0%、77.5%。由此可见,国际组织和发达国家对 5 类农作物种子质量指标都有明确的规定,有的地区结合自身特点做出了更具体的要求,体现了适应本国需要的高标准、严要求,为现代种业的发展提供了可靠保障。

2.2.2 中国种子质量标准 由表 3 可知,在现行的国标种子质量标准中,稻、玉米、棉花的常规种、杂交亲本和杂交种有各自相应的标准,小麦有常规种标准,大豆标准涵盖常规种与杂交种。5 类农作物标准分别适用于我国境内生产和销售的所有稻、玉米、小麦、大豆、棉花种子(包括转基因棉花种子),棉花分为毛籽、光籽和薄膜包衣籽类型,其他 4 类标准涵盖包衣和非包衣种子。

首先,在种子的生产程序方面,国内 5 大作物按种子类别分为原种和大田用种(良种)两个级别,其中棉花杂交种及其亲本未分级。与国际标准相比,缺少育种家种子与原种间的种子生产等级,但细化了种子类型,制定了杂交种及其亲本的质量标准。说明我国杂交育种发展迅猛,杂交种子生产具有强劲态势。与国际标准的 3 个级别比较,我国水稻的原种纯度 ≥ 99.9%,同基础种子,大田用种纯度 ≥ 99.0%,低于国际标准等级,两级净度 ≥ 98.0%,同认证种子,两级发芽率 ≥ 85.0%,超过了国际标准

等级;玉米原种纯度 ≥ 99.9%,达到了认证种子等级,两级净度 ≥ 99.0%,达到了国际标准等级,大田用种单粒播发芽率 ≥ 93.0%,高于国际标准等级;小麦的原种和大田用种纯度分别 ≥ 99.9%、99.0%,同基础、认证种子,两级净度 ≥ 99.0%,达到国际标准等级,两级发芽率 ≥ 85.0%,同基础种子;大豆原种纯度 ≥ 99.9%、两级净度 ≥ 99.0%、两级发芽率 ≥ 85.0%,均超过国际标准等级;棉花光籽和包衣籽的两级净度、两级发芽率分别 ≥ 99.0%、80.0%,均高于国际标准等级。

其次,国标的种子质量指标包括纯度、净度、发芽率和含水量。有研究表明,与国外种子质量水平对比,我国水稻种子质量明显高于东南亚等全球主要水稻产区国家,玉米种子质量低于孟山都、先锋公司等欧美国家,玉米、小麦种子质量虽低于发达国家但高于东南亚国家^[3]。从表 3 可以看出,我国常规稻发芽率 ≥ 85.0%,超过国际标准,但比日本(90.0%)低 5 个百分点,含水量分为粳(≤ 13.0%)、粳(≤ 14.5%)两种;杂交稻发芽率 ≥ 80.0%,与印度相当,杂交稻亲本标准包括了父本和母本。玉米常规种和杂交种(非单粒播种)发芽率 ≥ 85.0%,比国际标准(90.0%)低 5 个百分点,玉米自交系的发芽率 ≥ 80.0%,单粒播种的发芽率 ≥ 93.0%,超过了国际标准(90.0%) 3 个百分点,并且单粒播种种子取消了长城以北和高寒地区种子含水量处在 13.0%~16.0% 范围可以销售的规定,明确含水量必须在 13.0% 以下。这表明,单粒播种对种子质量标准提出了更高要求。常规小麦的发芽率 ≥ 85.0%,与国际标准相当。大豆发芽率 ≥ 85.0%,超过了国际标准。棉花(包括转基因种子)毛籽、光籽和薄膜包衣籽的发芽率分别 ≥ 70.0%、80.0%、80.0%,除了毛籽外,均高于国际标准。由此可知,我国的水稻种子标准在国际上仅次于日本;立足中国种业发展实情并吸取国际经验,我国玉米分为单粒播和非单粒播标准;大豆、棉花的光籽和包衣籽发芽率标准均处于国际领先水平,这为中国未来从种业大国变成种业强国奠定了坚实的基础。

3 种子质量标准的发展趋势与展望

3.1 在聚焦育种目标的同时,将更注重播种质量标准 种子质量包括品种质量和播种质量,品种质量与遗传特性有关,一直以来,人们主要关注品种质

表3 中国现行主要农作物种子质量标准(国标)汇总

作物	种子类别	种子生产程序等级	纯度 (≥ %)	净度 (≥ %)	发芽率 (≥ %)	含水量 (≤ %)	标准号
稻	常规种	原种	99.9	98.0	85.0	13.0（籼）	GB 4404.1—2008
		大田用种	99.0			14.5（粳）	
	不育系、恢复系、保持系	原种	99.9	98.0	80.0	13.0	
		大田用种	99.5				
	杂交种	大田用种	96.0	98.0	80.0	13.0（籼）	
						14.5（粳）	
玉米	常规种	原种	99.9	99.0	85.0	13.0	
		大田用种	97.0				
	自交系	原种	99.9		80.0		
		大田用种	99.0				
	单交种	大田用种(非单粒播种)	96.0		85.0		
		大田用种(单粒播种)	97.0		93.0		
	双交种	大田用种	95.0		85.0		
	三交种	大田用种	95.0				
小麦	常规种	原种	99.9	99.0	85.0	13.0	
		大田用种	99.0				
大豆		原种	99.9	99.0	85.0	12.0	GB 4404.2—2010
		大田用种	98.0				
棉花	常规种	毛籽 原种	99.0	97.0	70.0	12.0	GB 4407.1—2008
		大田用种	95.0				
		光籽 原种	99.0	99.0	80.0	12.0	
		大田用种	95.0				
		薄膜包衣籽 原种	99.0	99.0	80.0	12.0	
		大田用种	95.0				
	杂交种亲本	毛籽	99.0	97.0	70.0	12.0	
		光籽	99.0	99.0	80.0	12.0	
		薄膜包衣籽	99.0	99.0	80.0	12.0	
	杂交一代种	毛籽	95.0	97.0	70.0	12.0	
		光籽	95.0	99.0	80.0	12.0	
		薄膜包衣籽	95.0	99.0	80.0	12.0	

在长城以北和高寒地区的种子(单粒播种种子除外)含水量,稻、玉米允许高于13.0%,但不能高于16.0%,大豆种子允许高于12.0%,但不能高于13.5%;若在长城以南(高寒地区除外)销售,稻、玉米种子含水量不能高于13.0%,大豆种子含水量不得高于12.0%。稻杂交种质量指标适用于三系和两系稻杂交种子

量,育种目标主要聚焦在培育高产优质抗逆的品种,但对播种质量的关注非常少。事实上,如果没有良好的播种质量,优良的品种质量也难以表现出来,例如某个优良品种在未达到成熟期就收获,或者收获后贮藏在不适宜的环境中,导致种子的发芽率、含水量等播种质量不达标,使得品种的优良特性无法体现。因此,未来在关注育种目标的同时,将会加强播种质量标准的管控。

3.2 种子要更具良好的适应性,种子活力至关重要
未来种子将面对气候变化、盐碱环境、有害微生物

等逆境的挑战,提高种子的适应能力是应对逆境的关键。一方面,可以培育更能抵抗逆境的作物品种;另一方面,判断种子抵抗力的强弱,种子活力检测是关键。种子是农业的“芯片”,种子活力是“芯片”的质量,是反映种子质量的重要指标,也是种用价值的主要组成部分,它与田间出苗密切相关,高活力的种子发芽、出苗整齐、迅速,对逆境抵抗能力强。因此对种子进行活力测定和评价,筛选高活力种子提升适应逆境变化的能力,以保证田间出苗率和生产潜力非常必要。

3.3 种子认证制度将在国际上全面推广 种子认证制度起源于欧美发达国家,欧美各国主要采用“种子质量的最低标准”、种子认证和种子法规等种子质量全面管理的体系来确保农业用种质量,该体系称为种子认证方案。种子认证方案通过育种家种子的扩大繁殖环环紧扣,以确保供给大田种植用种的优质性能。我国从1996年参照欧美国家种子认证模式,制订了《农业部种子质量认证试点实施方案》,在全国开展种子认证试点工作。为了尽快推动我国种子认证制度实施,2017–2019年再次围绕种子质量认证开展种子认证试点示范,取得了一定的成效。试点种子质量与国标相比,就发芽率和纯度来说,杂交稻分别最高提升13.0个、3.9个百分点;常规稻分别最高提升7.0个、0.9个百分点;玉米分别最高提升13.7个、3.9个百分点;小麦良种分别最高提升10.0个、0.6个百分点;相比同期非认证种子,试点种子每667m²收益增加:杂交稻462元、玉米195元、小麦80元^[57]。由此可见,经过认证的农作物种子质量比国标有了明显的提高,且经济效益显著提升。

到目前为止,种子认证制度已经在欧美国家普遍推广,成为发达国家控制种子质量的主要途径,也是未来农作物种子国际自由贸易、流通市场上市和认可的重要途径。

3.4 单粒播将成为主流播种方式 随着农业现代化的发展,我国农业生产方式正在向规模化、机械化、设施化方向转变,对种子质量要求越来越高,播种精量化、单粒化、丸粒化已经成为发展趋势。推广使用农作物单粒播种,不仅有利于推广播种机械化,减轻人工间苗定苗的辛苦,而且大大减少了用种量,节省了大量制种面积。除此之外,在资源环境可持续方面,单粒播将减少农业用水、用地、用肥、用药,以更少的资源获得更多的农产品增长,从而减少农业食物系统对资源环境的负面影响。

4 对策与建议

4.1 完善种子质量标准体系

4.1.1 种子生产程序等级与国际接轨 国际标准无论常规种和杂交种,都分为基础、注册、认证种子3级,充分体现了以育种家种子为种源,重复繁殖和限代繁殖的特点。中国的种子生产程序等级统分为原种和大田用种2个级别。因此,我国应借鉴国外的

分级方式,按照种子生产程序及世代划分等级,制定规范的以育种家种子为种源的3级程序等级,以保持优良品种的种性。

4.1.2 种子质量评价指标全覆盖 种子的质量是由“真(真实性)、纯(纯度)、净(净度)、壮(发芽率)、饱(千粒重)、健(健康)、干(水分)、强(活力)”来反映的综合指标,目前国标中只有纯度、净度、发芽率和含水量4个物理特性指标^[55],无法全面评价种子的质量,更不能满足未来单粒播发展要求。中国种子协会于2022年6月发布了玉米高活力种子质量团体标准,要求玉米自交系和杂交种的活力均达到85.0%,在国内首次提出了种子活力指标。因此建议国标新增种子活力指标,用来表示种子的出苗整齐度和健壮度,反映种子的实际种用价值,保证田间播种的可靠性和对逆境变化的适应性,从而提高单粒种子质量评价的水平,推动单粒种子质量标准化发展。与此同时,从个体(单粒)的角度评价种子活力,需要研发单粒种子活力检测技术与设备,用以准确识别每一粒种子的活力,为未来单粒种子的评价与应用奠定良好的基础,为单粒播种技术的应用及农业生产力的提高保驾护航。

4.2 探索与借鉴种子认证制度 实施种子认证制度是提升种子质量的必然要求,是建设种业强国的重要手段^[58]。我国要保证种子质量,尤其是单粒播种种子质量,必须与国际种子认证制度接轨,实施种子认证工作,制定配套的种子认证方案。种子企业是种业的主体,在企业的种子质量认证过程中,需要通过加强组织管理、提高制种产量、严格质量管控等关键措施来提高认证种子质量^[59],尤其是严格质量管控措施,在该过程中,必须提供优质亲本种子,严格控制隔离条件,做好田间除杂保纯,严格种子收、晒安全措施,加强种子入库储存管理。种子认证通过以上流程从生产源头到种子出库全程把控种子质量,使得企业持续供应高质量种子,实现长期的良性循环,在市场竞争中发挥质量优势。

4.3 健全主要农作物单粒种子质量标准 单粒播种适用于未来机械化的发展方向,它不同于传统的种植方式,要求有高质量标准的种子,这是保证种子出苗的内因和根本。早在20世纪,种业发达国家普遍推广了玉米精量播种或单粒播种,玉米发芽率 $\geq 90.0\%$ 。目前国标规定了玉米单粒播发芽

率 $\geq 93\%$,其他主要农作物的发芽率最高标准仅 $\geq 85.0\%$,这很难满足单粒播种的需求。因为单粒播种如果发芽率不高,将造成田间缺苗断垄;若种子纯度不高,导致自交苗、杂株大量存在,将影响产量表现,严重制约农业生产的发展,因此,单粒播种对种子质量标准提出了更高要求。我国稻、小麦、大豆、棉花等主要农作物应该借鉴玉米单粒播种规范新模式,提高发芽率和纯度标准,减少用种量和田间管理流程,满足未来单粒播种的需求。这对于种子行业的高质量发展、农业的增产增收以及农户种植效益的提高有着重大的现实意义。

此外,我国还要加强种业国际合作,特别是与联合国粮农组织(FAO)、国际种子检验协会(ISTA)等全球公认的种子标准化权威性组织的合作,健全和完善种子质量标准体系,不断提高种子质量尤其是单粒播种子质量标准的评价水平,生产高质量的农作物种子,稳定全球种子供应链,避免全球种子市场受到类似新冠肺炎疫情、俄乌冲突等危机的冲击,维护全球种业市场稳定。

参考文献

- [1] 宋贤勇. 实现“标准化+种子质量”为供给侧结构改革服务. 种子, 2019, 38(6): 155-156
- [2] 胡晋. 种子标准化和种子质量标准 // 浙江省科学技术协会. 浙江省农业标准化建设对策研究论文集. 杭州: 浙江省科学技术协会, 2004
- [3] 杜晓伟, 周泽宇, 胡从九, 詹儒林, 张力科. 以新发展理念为统领 加强种子质量标准体系建设. 中国种业, 2019(4): 1-5
- [4] 支巨振. 国际种子标准组织与种子国际标准. 中国标准导报, 1997(1): 36-37
- [5] 张万松, 王春平, 张爱民, 郭香墨, 张伟, 智海剑, 田保明. 国内外农作物种子质量标准体系比较. 中国农业科学, 2011, 44(5): 884-897
- [6] 孙国华. 单粒播种玉米高产技术的应用推广分析. 粮油与饲料科技, 2020(5): 16-18
- [7] 张丽. 论玉米单粒播种技术对种子质量的要求. 科技创业家, 2013(10): 190
- [8] 邢茂德, 徐刚, 王建华, 齐贵. 玉米单粒播种的发展现状与对策. 中国种业, 2013(6): 14-15
- [9] 李合新. 玉米单粒播种意义及对种子质量的要求. 种业导刊, 2015(4): 27-28
- [10] 郭陞垚, 陈剑洪, 詹柳琪, 黄佳华, 龙安, 陈茹艳, 谢贤斌. 单粒播种不同密度对‘泉花551’产量及品质的影响. 中国农学通报, 2021, 37(36): 30-35
- [11] 徐日荣, 陈昊, 陈湘瑜, 张玉梅, 胡润芳, 蓝新隆, 唐兆秀, 林国强. 适宜福建单粒播种花生品种的筛选. 耕作与栽培, 2021, 41(4): 53-57
- [12] EU. Council directive on the marketing of seed. (2020). https://ec.europa.eu/food/plants/plant-reproductive-material/legislation/eu-marketing-requirements_en
- [13] FAO. Seed production and trianing manual. (2012). https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/16/13666518481740/seed_enterprises_enhancement_and_development_project_in_sierra_leone_mission_1_report_.pdf
- [14] OECD. OECD seed schemes rules and regulations. (2021). <https://www.oecd.org/agriculture/seeds/>
- [15] SSCA (Southern Seed Certification Association), Inc. Standards and regulation for certified seed production. (Revised 2007). <http://www.ag.auburn.edu/auxiliary/ssca/>
- [16] 農林水産省. 指定種苗の生産等に関する基準. (2022). https://www.maff.go.jp/j/kokuji_tuti/kokuji/k0000254.html
- [17] 한국기술표준서 KS H ISO 11051-2009 (2019) 듀럼밀 - 규격서. 서울: 한국표준협회, 2019
- [18] Australian seed authority LTD. National seed quality standards for basic and certified seed. (2010). <https://aseeds.com.au/wp-content/uploads/2021/04/Quality-Standards-for-Basic-Certified-Seed-Effective-from-16Nov2018.pdf>
- [19] Government of Canada. Seeds regulations. (2020). https://www.laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C._c._1400/index.html
- [20] The Food & Environment Research Agency, Government of UK. Guide to seed certification procedures in England and Wales. (2013). <https://www.gov.uk/guidance/the-marketing-of-agricultural-and-vegetable-seed-varieties>
- [21] New Mexico State University. NMSU seed certification manual. (2022). <https://seedcertification.nmsu.edu/nmsu-seed-certification-.html>
- [22] International Rice Research Institute. Official standards for seed certification in Philippines. (2022). <http://www.knowledgebank.irri.org/training/fact-sheets/postharvest-management/rice-quality-fact-sheet-category/item/seed-certification-fact-sheet>
- [23] Department of Agriculture & Co-operation, Government of India. Indian minimum seed certification standards. (2013). https://agricoop.nic.in/sites/default/files/INDIAN_MINIMUM_SEED_CERTIFICATION_STANDARDS.pdf
- [24] Minnesota Crop Improvement Association. Agronomic seed certification standards. (2021). https://docs.mncia.org/public/seedcert/Agronomic_Seed_Certification_Standards.pdf
- [25] California Crop Improvement Association. Crop standards. (2019). <https://ccia.ucdavis.edu/standards/crop-standards>
- [26] Mississippi Crop Improvement Association. Seed certification standards. (2015). <https://www.mcia.msstate.edu/pubs/>
- [27] Missouri Crop Improvement Association. Missouri seed certification handbook. (2021). <https://moseed.org/publications/>

- [28] Wisconsin Crop Improvement Association. Wisconsin seed certification standards. (2017). <https://wcia.wisc.edu/2021Standards.pdf>
- [29] Kansas Crop Improvement Association. Kansas certification standards. (2022). <https://www.kscrop.org/KSCertSeed.html>
- [30] Nebraska Crop Improvement Association. Seed certification standards. (2005). <https://digitalcommons.unl.edu/nciaguides/14>
- [31] Ohio Seed Improvement Association. Ohio certification standards and procedures manual. (2006). <http://www.ohseed.org/downloads/certstandards>
- [32] Oregon State University. Crop standards, oregon seed certification service. (2020 (corn), 2021 (wheat), 2017 (soybean)). <https://seedcert.oregonstate.edu/crop-standards>
- [33] Arkansas State Plant Board. Official standards for seed certification in Arkansas. (2017). <https://www.agriculture.arkansas.gov/plant-industries/feed-and-fertilizer-section/seed-section/certification/certification-steps/>
- [34] Commonwealth of Pennsylvania. Seed certification standards. (2009). https://www.agriculture.pa.gov/Plants_Land_Water/PlantIndustry/agronomic-products/Seed/Documents/007_0115.pdf
- [35] Clemson University. Seed certification standards. (2001). <https://www.clemson.edu/public/regulatory/fert-seed/seed/seed-certification/index.html>
- [36] Louisiana Department of Agriculture & Forestry. Seed programs. (2019). https://theturfgrassgroup.com/wp-content/uploads/2019/02/louisiana_certification_standards.pdf
- [37] 国家技术监督局. GB 4404.1—2008 粮食作物种子第1部分:禾谷类. 北京:中国标准出版社, 2008
- [38] 国家技术监督局. GB 4404.2—2010 粮食作物种子第2部分:豆类. 北京:中国标准出版社, 2011
- [39] 国家技术监督局. GB 4407.1—2008 经济作物种子第1部分:纤维类. 北京:中国标准出版社, 2008
- [40] 河南省质量技术监督局. DB41/T 997.1—2014 农作物四级种子质量标准第1部分:小麦. 郑州:黄河水利出版社, 2015
- [41] 河南省质量技术监督局. DB41/T 997.3—2014 农作物四级种子质量标准第3部分:水稻常规种. 郑州:黄河水利出版社, 2015
- [42] 河南省质量技术监督局. DB41/T 997.4—2014 农作物四级种子质量标准第4部分:水稻三系杂交种. 郑州:黄河水利出版社, 2015
- [43] 河南省质量技术监督局. DB41/T 997.2—2014 农作物四级种子质量标准第2部分:玉米杂交种. 郑州:黄河水利出版社, 2015
- [44] 河南省质量技术监督局. DB41/T 997.7—2014 农作物四级种子质量标准第7部分:大豆. 郑州:黄河水利出版社, 2015
- [45] 河南省质量技术监督局. DB41/T 997.9—2014 农作物四级种子质量标准第9部分:棉花常规种. 郑州:黄河水利出版社, 2015
- [46] 河南省质量技术监督局. DB41/T 997.10—2014 农作物四级种子质量标准第10部分:棉花杂交种. 郑州:黄河水利出版社, 2015
- [47] 經濟部標準檢驗局. CNS 2423—2015 稻穀. <https://www.jianceye.com/biaozhun/cns-2423-2015>
- [48] 經濟部標準檢驗局. CNS 2432—2020 玉米. <https://www.jianceye.com/biaozhun/cns-2432-2020>
- [49] 經濟部標準檢驗局. CNS 2427—1996 小麥. <https://www.jianceye.com/biaozhun/cns-2427-1996>
- [50] 經濟部標準檢驗局. CNS 2793—2019 大豆. <https://www.jianceye.com/biaozhun/cns-2793-2019>
- [51] 中国种子协会. T/CNSA 2—2022 玉米高活力种子质量标准. <http://www.ttbz.org.cn/upload/file/20220629/6379210127864106884296692.pdf>
- [52] 孟全业. 种子认证制度的探索与实践. 中国种业, 2020 (5): 24—25
- [53] 谭伟东. 软科学手册. 成都:四川人民出版社, 1989
- [54] 颜启传. 种子学. 北京:中国农业出版社, 2001
- [55] 黄赛. 浅析美国种子认证制度及其对我国的启示. 南方农业, 2019, 13 (31): 48—52, 66
- [56] 支巨振. 国际种子认证组织与种子质量认证. 中国标准化, 1997 (6): 18—19
- [57] 刘丰泽, 金石桥, 周泽宇, 张力科, 晋芳, 任雪贞. 我国农作物种子质量认证试点示范工作的成效与经验. 中国种业, 2020 (9): 17—20
- [58] 吴伟, 邹文雄, 严见方. 推行种子质量认证制度提高种业高质量发展的探讨. 浙江农业科学, 2019, 60 (5): 697—702
- [59] 汤健良, 匡新华, 张浩, 孙卫华. 杂交水稻种子质量认证企业操作要点及质量提升措施研究. 杂交水稻, 2022, 37 (1): 90—94

(收稿日期: 2022-11-21)

简讯

中国农科院玉米和大豆产业专家团启动

1月12日,中国农科院作物科学研究所牵头的中国农科院玉米、大豆产业专家团在北京正式启动,李新海和吴存祥研究员分别被授予玉米、大豆产业专家团长。产业专家团是组织开展科技支撑服务稳产保供工作的平台和抓手,是更好服务农业生产,解决产业发展“最后一公里”的重要手段。专家团将认真贯彻落实院党组的工作部署要求,不负使命担当,全力做好产业的稳产保供服务工作。一是提高政治站位,咬定目标不放松推进形成高效指挥协调管理机制;二是抓住科技支撑核心,形成农作物全产业链技术解决方案;三是环环紧扣联动,全方位、成建制、常态化全力支撑国家粮食安全和重要农产品有效供给。

玉米、大豆产业专家团今后将整合植保所、灌溉所、南京农机化所等院内外玉米、大豆科研和示范推广优势力量,聚焦良种筛选、栽培耕作、地力提升、植保减灾、收储加工、信息综合等方面,面向东北、黄淮海、西南、西北四大玉米主产区和东北、黄淮海、南方三大大豆主产区,布局建立专家工作站,积极开展科技支撑产业相关工作。(来源:中国农业科学院作物科学研究所)