

中国玉米种子质量：十年变迁和未来展望

鲁苗苗¹ 辛婷婷^{1,2} 贾 濡¹ 张佳欣¹ 李贺勤¹ 赵延明¹ 张海艳¹ 李朝霞¹ 裴玉贺¹
赵美爱¹ 韩登旭^{3,4} 袁志鹏³ 张巧巧³ 李 莉³ 陈全全³ 杜雪梅³ 薛艳芳⁵
夏海勇⁶ 刘铁山⁵ 汪黎明⁵ 何军光⁷ 马云国⁷ 王宝卿¹ 陈景堂¹
宋希云¹ 岳海旺⁸ 顾日良³ 王建华^{1,3} 江绪文^{1,3}

(¹ 青岛农业大学, 青岛 266109; ² 山东省聊城市茌平区农业农村局, 聊城 252100; ³ 中国农业大学, 北京 100193; ⁴ 新疆农业科学院粮食作物研究所, 乌鲁木齐 860000; ⁵ 山东省农业科学院玉米研究所, 济南 250100; ⁶ 山东省农业科学院作物研究所, 济南 250100; ⁷ 山东鑫丰种业股份有限公司, 聊城 252400; ⁸ 河北省农林科学院旱作农业研究所, 衡水 053000)

摘要:种子是农业科技的载体, 种子质量代表着国家农业科技水平, 决定了品种推广范围、播种方式及种子市场竞争力。质量调研作为种子质量保障的一项基础性工作, 对推动现代种业高质量发展发挥着重要作用。从包衣包装、4项基本指标测定、种子活力测定、合格率、交流问卷等方面回顾了中国玉米主产区市售品种样品种子质量十年变迁概况, 并从种子质量标准认证建设、种企高质量种子生产能力提升、种子质量科普培训及市场监管等方面对玉米种子质量有效控制、保障用种安全提出了一些建设性意见, 为推进新时代中国现代玉米产业高质量发展提供参考。

关键词:玉米; 种子质量; 种子活力

Maize Seed Quality in China : Changes in Ten Years and Prospects for the Future

LU Miaomiao¹, XIN Tingting^{1,2}, JIA Ru¹, ZHANG Jiaxin¹, LI Heqin¹, ZHAO Yanming¹,
ZHANG Haiyan¹, LI Zhaoxia¹, PEI Yuhe¹, ZHAO Meiai¹, HAN Dengxu^{3,4}, YUAN Zhipeng³,
ZHANG Qiaoqiao³, LI Li³, CHEN Quanquan³, DU Xuemei³, XUE Yanfang⁵, XIA Haiyong⁶,
LIU Tieshan⁵, WANG Liming⁵, HE Junguang⁷, MA Yunguo⁷, WANG Baoqing¹, CHEN Jingtang¹,
SONG Xiyun¹, YUE Haiwang⁸, GU Riliang³, WANG Jianhua^{1,3}, JIANG Xuwen^{1,3}

(¹ Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109; ² Agricultural and Rural Bureau of Chiping District, Liaocheng 252100, Shandong; ³ China Agricultural University, Beijing 100193; ⁴ Institute of Food Crops, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 860000; ⁵ Maize Research Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100; ⁶ Crop Research Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100; ⁷ Shandong Xinfeng Seeds Co., Ltd., Liaocheng 252400, Shandong; ⁸ Institute of Dry Farming, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Hengshui 053000, Hebei)

“粮安天下, 种铸基石”, 种业是国家基础性、战略性核心产业。据专家分析, 中国种子市场潜在价值已超过 1200 亿元, 成为国际种业竞争热点^[1]。

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(201303002); 国家玉米产业技术体系项目(CARS-02-13); 国家重点研发计划(2019YFE0120400); 山东省自然科学基金(ZR2021MC107)

通信作者:江绪文

《关于加快推进现代农作物种业发展的意见》(国发〔2011〕8号)、《全国现代农作物种业发展规划(2012-2020年)》(国办发〔2012〕59号)、《关于深化种业体制改革提高创新能力的意见》(国办发〔2013〕109号)、《种业振兴行动方案》(2021年7月, 中央全面深化改革委员会第二十次会议审议通过)等种业重要文件相继出台。特别是十八大以来,

以习近平同志为核心的党中央高度重视种业发展和《种子法》贯彻实施工作,“要解决好种子和耕地问题”(2020年中央经济工作会议)、“必须下决心把我国种业搞上去,实现种业科技自立自强、种源自主可控”(2022年3月6日,在看望参加全国政协十三届五次会议的农业界社会福利和社会保障界委员时的讲话)、“保证粮食安全必须把种子牢牢攥在自己手中”(2021年5月13日,在河南考察时的讲话)等一系列重要论述和重要部署,充分体现了习近平总书记对世情、国情、农情的深邃把握,为新发展阶段保障国家粮食安全、推进种业振兴指明了方向。

自我国加入WTO后,跨国种业公司纷纷来华开展业务、抢占市场,新形势下,目前全球前五大种企市场份额占比达53.1%,其中拜耳和科迪华分别以23.2%和16.5%的市场份额位居前列,使民族种业面临前所未有的压力。良种是增强我国种子产业核心竞争力的关键,它包括优良品种和优质种子两方面,缺一不可。目前发达国家良种贡献率超过60%,而我国仅为45%,其中我国种子质量偏低是最重要的原因之一^[2-3]。优良品种选育非常重要,但因我国玉米种质资源贫乏、遗传基础日趋窄狭、杂种优势指数较低等问题限制了突破性新品种快速产出^[4],但在现有品种优质种子转化上快速提升空间巨大^[3]。玉米是我国第一大粮食作物,产量约占全国粮食总产的40%,在我国新增千亿斤粮食产能和主要作物大面积单产提升中承载着重要担当。通过科技创新不断提高玉米种子质量已成为提高单产、持续提升总产的重要途径^[3,5]。故本文回顾了过去十余年来中国玉米种子质量变迁概况,立足玉米产业实际,对现代玉米种业高质量发展核心需求进行探讨。

1 中国玉米种子质量十年变迁概况

2011年来在国家公益性行业(农业)科研专项“主要农作物高活力种子生产关键技术研究示范”、国家现代农业玉米产业技术体系——玉米种子生产与扩繁岗位专家等项目支持下,玉米种子质量控制及提升关键技术创新团队着手玉米主产区主推品种和区域代表性品种市售样品种子质量调研工作(品种覆盖率达90%以上)。调研内容包括:统计样品信息(包括收集地、包装方式、标签标识等)、4项基本指标测定(纯度、净度、发芽率、水分)、种子活力测定、田间出苗测定、交流问卷等^[5-12]。玉米样品种子质量十年概况如下。

1.1 包衣包装 包衣样品占比逐年上升,近3年除少数大品种收集到未包衣样品外,其余均为包衣样品。包衣剂种类较多,常见的有先正达的满适金、拜耳的立克秀、爱利思达的顶苗新等,不同有效活性成分作用不同,如:含植物生长调节剂可提高种子发芽势和发芽率,杀虫杀菌剂可减少病虫害,其他一些成分还可创造种子田间出苗良好生态等。调研发现一些样品种子包衣剂易脱落,这除了受加工技术水平影响外,还与国内具有自主知识产权的高效成膜剂不足,一些成膜剂成膜效果欠佳有关。过去散称玉米种子充斥市场,伴随着无名无装、有名无装、名不对种等系列问题,市场监管难度大,现已从散称走向了全面包装。从样品包装材料看,主要有聚乙烯袋、塑料编织袋、纸袋、纸桶、金属桶等。各年度打孔包装样品数均大于真空包装样品数,但真空包装样品占比逐年增加,真空包装可防种子吸湿返潮,满足安全贮藏和运输需要。调研发现很多种企缺少包衣后烘干工序,包衣后种子含水量较高时就直接装袋,且通过开孔以防胀袋。样品包装方式主要有按重量和按粒数包装两种,其中按粒数包装样品占比逐年上升。与按重量包装样品相比,按粒数包装样品种子质量较高,多能满足单粒播对种子质量的要求。

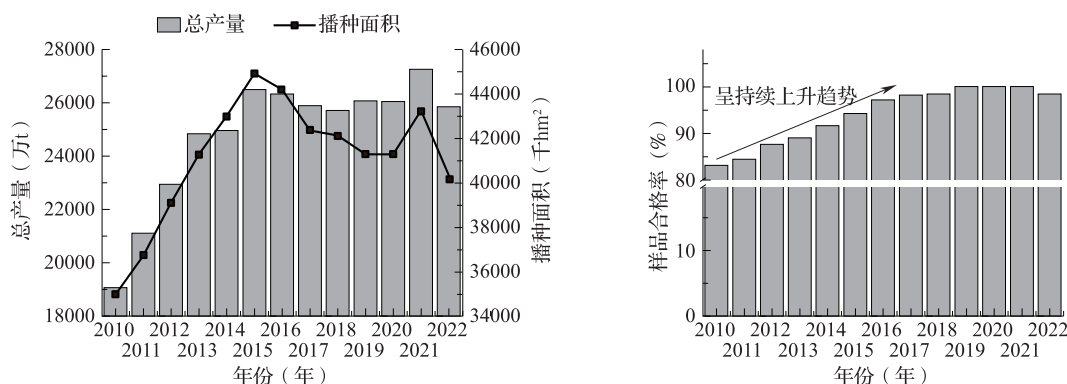
1.2 标签标识 样品包装标识信息表述不准确、不规范问题一直存在,如:粒型表述方式(不完全统计)有24种。将粒型统分为马齿型、半马齿型、硬粒型和半硬粒型,调研发现北方春播玉米区和西北灌溉玉米区多推广马齿型品种,黄淮海夏玉米区和青藏高原玉米区多推广半马齿型和半硬粒型品种,南方丘陵玉米区和西南山地玉米区多推广硬粒型品种。据不完全统计,样品包装标识的品种纯度、种子净度、发芽率、种子含水量、按粒包装粒数、按重量包装重量分别有2、3、7、4、24和12种。不同粒数和重量标识与品种生育特性和高产栽培等有关,而实装粒数和重量均高于标识粒数和重量,一些样品计量误差较大,重量超0.02kg,粒数超200粒,这对种企来说是一种“超量损失”。从包装标识产地看,甘肃、新疆、辽宁和宁夏为主要制种地,还包括山东、云南等相关种企所在区位。调研还发现同品种不同制种地产品质量差异明显,故种子产地应根据企业实况和品种特性决定,同时加强联动协调机制建设,强化种子生产基地建设和管理,不断提升制种水平,以形成稳定的高质量种子生产能力。

1.3 种子质量指标 种子千粒重分布一定程度反映了玉米品种穗粒性状及加工分级水平的高低。样品种子千粒重主要分布在 270~410g,集中在 330~370g;种子容重普遍超过 720g/L,集中在 750~760g/L,可见中大棒紧凑型玉米占据主要市场。调研发现一些样品种子均匀度变异分布较大,这可能与种企加工分级水平有关。值得关注的是玉米穗中部籽粒大小相对均匀,而穗上下部籽粒大小及粒型变化差异较大且活力偏低,故取穗中部籽粒为种子可提高产品质量,市场竞争力强,可提高定价增加利润。从 4 项基本指标看,样品种子发芽率(非种子活力指标)整体水平逐年上升,纯度、净度及水分不符合国家标准的样品数趋于零。《全国现代农作物种业发展规划(2012—2020 年)》中明确要求制定种子活力、单粒播种等质量技术标准^[13]。目前种子质量方面虽有行业、地方、团体等推荐性标准,但远不能满足现代种业发展需求,特别是缺少种子活力国家强制性标准。近年来,我国玉米种植面积不断扩大且逐步北移,宜北方高纬度区种植品种需具备较好低温发芽能力;同时因热带亚热带种质血缘、南繁北育、去库存、加工损伤等影响,品种种子耐贮藏能力也备受关注。以种子活力指标低温发芽率和人工老化发芽率为例,调研发现十余年来平均样品低温发芽率和老化发芽率变化趋势均为先快速上升(2012—2015 年),后上下波动趋于平稳(2016—2022 年);以 2022 年调研结果为例,2053 份有效检测结果中,783 份样品低温发芽率达到 93%,占比 38.1%,1263 份样品低温发芽率在 85% 以上,占比 61.5%;2038 份有效检测结果中,仅 107 份样品老化发芽率达到 93%,占比 5.3%;238 份样品老化发芽率达到 85%,占比

11.7%,可见样品种子活力尚有很大提升空间^[3]。

1.4 合格率 依据《中华人民共和国种子法》和《农作物种子标签通则》^[14] 相关规定,当样品 4 项基本指标均符合国家强制性标准和标签规定时则为合格。调研结果表明,十余年来样品合格率呈稳步上升趋势,由 2010 年的 83.2% 到 2020 年和 2021 年的 100%,但 2022 年出现少量不合格样品(图 1),涉及相关种企没有根据 GB 4404.1—2008《粮食作物种子 第 1 部分:禾谷类》第 1 号修改单中单粒播种种子质量新标准及时更新包装标识信息^[15]。近 3 年样品合格率均已超过 99%,这表明现阶段中国玉米种子生产加工水平已完全能够满足现行国家玉米种子质量标准要求。但调研发现样品普遍存在“高质量,低标识”现象,如:样品实测发芽率超过 95%,但标识发芽率却为 85%,这可能与相关种企为避免市场监管风险或检验能力不足,而按国家最低种子质量标准标识有关。然而这会直接损失产品市场竞争力并影响产品定价,还会误导农民确定播种量和科学配套栽培技术。故加快推行玉米种子质量认证,明确产品市场竞争力,减少种企潜在损失已成为现代玉米种业发展建设的重要内容。

1.5 其他主要问题 (1)购种开票:过去普遍存在购种无有力票据(发票)的问题,目前该问题已基本解决,一些种子销售点因偏远虽无法当时开票,但可先留开票信息,后请专人去销售总部集中办理。(2)防伪验证:十多年来样品包装从无防伪标识向多种防伪标识转变,主要包括电话防伪、防伪码、涂层防伪、条形码和二维码防伪等,其中二维码已被普遍采用,通过扫描即可获得产品的品种名称、生产经营者名称、单元识别码、追溯网址等信



数据来源:国家统计局

图1 中国玉米播种面积、总产量和种子质量(样品合格率指标)变化趋势^[3,12]

息;但一些样品二维码信息读取时存在不识别、仅出现“公司名称”“本产品为正品”等类似无实质性作用的信息,包装标识电话无效等问题依然存在。(3)标识信息:过去诸如包装上加贴新标签、同品种多包装标识品种名等涉嫌套包、调包等行为明显减少。部分种企标识信息更新不及时、标识信息中品种介绍过于美化等现象依然存在。(4)销售模式:一些服务行为模式值得关注,包括组织者给当地农户强行推销某玉米品种种子,使农民丧失品种选择权;种肥药植一体服务行为,农民只需指地付钱,就有专人负责进行供种播种等服务。

2 未来玉米种子质量提升的思路和建议

2.1 加大开展种子活力基础性研究工作力度 农业生产最大的风险就是播下的种子不能够顺利出苗。单粒播作为一种简化栽培播种方式深受农民欢迎,但只有高质量种子才能满足单粒播并获得高产的要求。种子出苗能力(种子活力)作为衡量种子质量的重要指标,不仅决定了种子田间出苗状况,还会持续影响整个生育期植株的生长发育及最终产量和品质。活力不够,缺苗断垄将严重影响玉米优良品种的产量潜力发挥。调研发现很多样品种子具有很高发芽率,但在田间出苗试验中,出苗率不高,无法保证苗全、苗齐、苗壮。种子活力问题在许多国家,特别是发达国家得到高度关注和重视(如:最新关于全球种子萌发活力数据库 SeedArc V.1.0 的介绍于 2023 年 8 月在 New Phytologist 期刊上发表^[16]),但因我国玉米种业现代化发展历史较短,长期以来对玉米品种农艺性状的研究主要集中在成株的高产、抗病、抗逆等性状方面,对出苗、贮藏等与种子商业化应用的性状重视不够,导致出现种子出苗能力性状考量不足、评价指标缺失,优质种子生产检验理论匮乏、技术落后等状况,严重制约了优良品种潜力的充分发挥,削弱了我国种子国际市场竞争力。可见,国家应加大种子活力基础性公益性科研投入,深入研究玉米种子出苗性状的遗传机理和创新优质种子生产和检验技术,提升玉米种子质量,进而充分挖掘品种单产和品质提升潜力。

2.2 强化种子质量技术标准和认证体系建设 世界著名质量管理专家爱德华兹·戴明说过“产品质量是生产出来的”,而我国现行玉米种子质量标准与欧美发达国家相比依旧较低。十年前杜邦先锋就建立了很高的种子质量标准,生产出满足单粒播要求的

种子产品,如:先玉 335 种子标识发芽率不低于 95% 等。但现行玉米种子质量国家强制性标准仍为 4 项基本指标,除 2021 年新增单粒播玉米种子质量要求外(如:种子发芽率不低于 93% 等),非单粒播玉米种子质量要求未有任何变化,特别是对影响农业生产的种子活力指标未做任何形式的说明与要求。调研发现目前中国玉米种子实际质量已大幅超过国家标准,以 2022 年调研结果为例,发芽率高于 93% 的样品占比 74.5%,但标识发芽率高于 93% 的样品占比仅为 44.5%。高质量种子低标识直接影响了产品的市场竞争力和定价,特别是好种子低定价给种企社会经济效益造成了巨大损失。新形势下,不断提升玉米种子科技创新能力、加强玉米种子质量标准规程体系建设,开展种子质量共性技术研发同时,针对现有品种打造个性化高质量种子生产技术体系,加快推进与国际接轨的种子质量评价体系建设,稳步推进种子质量认证,打造高质量的种子品牌,源头阻拦假劣种子流入市场,以实现种子质量有效控制和保证种子市场贸易顺利开展。

2.3 助推种企做大做强聚合发展种业芯动力 长期以来,我国拥有众多种企和农作物品种是不争事实。据不完全统计,2010 年企业数高达 8800 家,随后逐年下降;2016 年 4516 家为十年来最低^[1],随后出现上升;2018 年 5808 家(数据来源:中国种子大会 2019,北京),2020 年 7372 家^[1],企业种子销售利润和利润率呈现明显的下降趋势,市场规模前 5、前 10、前 50 企业的市场集中度不仅远低于国际水平,且增长乏力。发达国家种子产业依赖 100 多年的种子科学与技术积淀,在新品种种子生产与质量安全技术方面远远领先于中国,形成了一批国际规则与标准。以先锋公司为例,10 年前美国先锋公司玉米种子质量标准发芽率指标就“不低于 95%”,而我国 2021 年单粒播玉米种子发芽率才刚从“不低于 85%”调高至“不低于 93%”,特别是缺少种子活力强制性国家标准,亟待解决,以满足民族种企在国际种子市场竞争中获胜的需求。但值得注意的是,我国不同种企之间的种子生产加工技术水平参差不齐,同品种不同种企生产的种子质量特别是活力方面差异明显。因此,新时期要加强种企“高活力”品种的选育创新、进一步开展高质量种子生产加工条件能力建设及关键技术研发,包括采用先进种子生产加工技术装备,创新高活力种子生产理念和研

发模式等;提高我国种企准入门槛,避免完全不具备生产高质量种子能力的种企将低质量产品送入市场而严重影响种子市场经济秩序;培育一批育种能力强、种子生产加工技术先进、市场营销网络健全、种子质量保障技术服务到位的“育繁推一体化”现代农作物种业集团,全力推动民族种业快速发展。

2.4 积极落实种子质量科普宣传及培训工作 为深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的二十大精神,落实习近平总书记关于“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼,要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置”的重要指示精神,加强种子质量科普培训工作,提升种业人员综合素质,促进我国玉米种子生产加工技术与质量检验技术的提高,完善种子管理体系,强化种子市场监管,增强种业服务水平和种子质量管理意识,对全面提高种企国际种子市场核心竞争力、确保农民用种安全非常重要。本课题团队对此已开展了相关工作,过去十多年来在全国多层次开展理论与技术培训,培训科研院所、种子公司和基地制种技术骨干 >10000 人次;学生志愿者假期去一线收集玉米样品同时,通过“交流问卷+发放科普材料”方式提高了用种者种子质量辨别能力和购买高质量种子意识;积极举办中国大学生“种艺”创新创业大赛、成立了中国作物学会种子科学传播专家团队和中国作物学会种子科技志愿服务分队,面向校园和社会进行种子质量相关知识科普宣传,并取得很好效果。

3 结束语

种子是农业产业链的起点、农业科技创新的核心、实施“藏粮于技”的重要载体,被誉为农业的“芯片”,其质量高低直接关系到良种增产特性的充分发挥。调研结果表明中国玉米种子质量十多年来已明显提升,但与发达国家相比,种子质量水平差距依然很大,我国种子质量认证尚处起步阶段,这使我国种企在国际种子市场竞争中依然面临着巨大挑战。从农业可持续性发展来看,我国作物生产呈精播发展趋势,如果全国 50% 的玉米种植面积实行精播,年用种量将节省约 2 亿 kg,年制种面积可减少约 4 万 hm^2 ,进而显著节省农业投资,减少包衣剂使用,保护生态环境。由于高质量种子与其高产具有一致性,在培育高活力品种的同时,提高现有品种种子质量,更好地保障玉米安全生产和品种丰产潜力充分发挥,保守预测可增加作物总产 10% 以

上。故提高种子质量是增强我国玉米种子市场竞争力的需要;是推动我国玉米种业快速健康发展的需要;是保障国家粮食安全的需要;是提高我国未来粮食自给能力的关键。

参考文献

- [1] 邓超,唐浩. 对我国农作物种业发展的几点思考. 中国种业, 2022 (6): 1-5
- [2] 农业农村部. 2023 年 4 月 18 日农业农村部举行新闻发布会“介绍国家农作物优良品种推广目录有关情况” <https://www.163.com/dy/article/I2JS0R9U0514R9P4.html>
- [3] 王建华. 中国种子质量调查报告—玉米. (2023-04-03) [2023-09-21]. <http://ngx.179c.com/p1736.html>
- [4] 王振华,刘文国,高世斌,李新海. 玉米种业的昨天、今天和明天. 中国畜牧业, 2021 (19): 26-32
- [5] 张维民,江绪文,王莹,刘兴斌,段学义,韩文韬,王建华. 甘肃省酒泉地区种子生产现状调查报告. 中国种业, 2011 (6): 32-34
- [6] 王晓琨,李贺勤,江绪文,王建华. 山东省售玉米杂交种子质量分析与建议. 山东农业科学, 2015, 47 (1): 33-35
- [7] 江绪文,李贺勤,王晓琨,张文健,王建华. 2014 年我国玉米主产区种子质量研究. 中国种业, 2015 (2): 44-48
- [8] 王建华,赵光武,孙群,李润枝,江绪文. 大数据告诉你如何选好种——《2014 年我国主要农作物种子田间出苗潜力调查报告》. 农民日报, 2015-03-02 (第 007 版)
- [9] 姜海燕,索笑笑,赵超,刘凯,张文健,李贺勤,宋希云,王建华,江绪文. 2015 年我国黄淮海、华北、西南三区玉米种子质量研究. 种子, 2016, 35 (11): 79-82
- [10] 张晓文,王素娥,邵晓宇,郭帅强,李贺勤,王建华,宋希云,江绪文. 中国玉米主产区栽培品种种子质量分析. 玉米科学, 2017, 25 (6): 42-50
- [11] 李贺勤,张晓文,江绪文,邵晓宇,赵延明,赵美爱,宋希云,王建华. 2016 年中国玉米主产区栽培品种种子质量研究——以黄淮海—华北—西南三区为例. 种子, 2017, 36 (7): 87-91
- [12] Li H Q, Yue H W, Li L, Su C F, Zhang X W, Liu J, Yu Z Y, Zhao G W, Song X Y, Wang J H, Jiang X W. A comparative analysis of the hybrid maize (*Zea mays* L.) seed quality in China from 2013 to 2018. *Agronomy*, 2019, 9 (10): 625
- [13] 农业农村部种业管理司. 2021 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, 2021
- [14] 全国农业技术推广服务中心. 农作物种子标签通则. 北京: 中国标准出版社, 2006
- [15] 国家技术监督局. GB/T 4404. 1—2008 粮食作物(禾谷类)种子质量标准. 北京: 中国标准出版社, 2008
- [16] Fernández-Pascual E, Carta A, Rosbakh S, Guja L, Phartyal S S, Silveira F A O, Chen S C, Larson J E, Jiménez-Alfaro B. SeedArc, a global archive of primary seed germination data. *New Phytologist*, 2023, <https://doi.org/10.1111/nph.19143>

(收稿日期: 2023-09-21)