

育种 3.0 时代中小种企适应策略

刘国浩¹ 刘超^{1,2} 黄岩² 张存岭²

(¹安徽柳丰种业科技有限责任公司, 淮北 235100; ²安徽省淮北市濉溪县种子协会, 淮北 235100)

摘要:伴随人类社会步入互联网、大数据、人工智能“三位一体”的时代, 国外种业已逐渐进入智能育种的 4.0 时代, 而我国仍处于传统育种(2.0 时代)到分子育种(3.0 时代)过渡阶段。目前, 我国农作物特别是粮食自主选育品种面积占比已超过 95%, 良种覆盖率保持在 96% 以上。由于育种主体增加、试验渠道拓宽、审定方式改革, 审定品种井喷, 品种推广集中度降低。中小种企要与科研院所、高等院校共建生物育种创新联盟和科企联合体, 共同推动分子育种商业化, 重点扩繁制种、推广优势地域的国审品种, 全产业链开发优质专用品种。

关键词:分子育种; 种业企业; 科企合作; 育种 3.0; 中小种企

Adaptation Strategy of Small and Medium-size Seed Enterprises in Breeding 3.0 Era

LIU Guo-hao¹, LIU Chao^{1,2}, HUANG Yan², ZHANG Cun-ling²

(Anhui Liufeng Seed Industry Science and Technology Co., Ltd., Huaibei 235100;

Suixi County Seed Association, Huaibei City, Anhui Province, Huaibei 235100)

种子被誉为农业的“芯片”, 是农业现代化的关键。近年来, 随着全球范围内生物育种技术不断取得重大突破, 正迎来以全基因组选择、基因编辑、合成生物学及人工智能等技术融合发展为标志的新一轮科技革命^[1]。世界种业巨头凭借着雄厚的资本、先进的技术基础等优势, 已加速朝智能育种(4.0 时代)阶段迈进; 而我国大部分作物育种仍然处于传统育种(2.0 时代)阶段, 仅少部分作物处在传统育种(2.0 时代)向分子育种(3.0 时代)的转变阶段, 仍然以表型选择为主^[2]。必须抢抓新一轮种业科技革命、产业革命迭代的机遇, 实现种业科技自立自强。科技创新的主体是企业, 种业振兴的主体必定也是企业。如何适应种业技术快速进步, 是中小种企步入育种 3.0 时代不可回避的问题。

1 作物育种的发展进程

回顾发展历史, 作物育种技术的变迁大致经历了 3 个阶段: 原始驯化、传统育种和分子育种阶段^[3], 目前正阔步迈进智能育种时代。在此进程中, 育种的预见性、准确性、效率越来越高(表 1), 实现

“艺术→科学→智能”的革命性转变。分子育种包括分子标记、转基因、基因编辑 3 种类型。以 QTL 作图和 RFLP、SSR、SNP 等分子标记为基础, 经历了标记开发、遗传图谱、功能和比较基因组连锁分析及基因组测序等不同发展时期。基本原理是利用与目标基因紧密连锁或表现共分离的分子标记进行单基因选择、多基因聚合以及全基因组选择, 从而减少连锁累赘, 获得目标个体^[4]。转基因技术打破了物种界限, 将具有目标性状的外源基因直接转入到受体生物中, 并使之产生可预期的、定向的遗传改变。在北美地区, 90% 以上的玉米、大豆、棉花、甜菜和油菜是转基因品种; 我国已有 26 个转基因玉米项目、6 个转基因大豆项目获得转基因生物安全证书, 即将进入商业化推广。基因编辑是对自身的基因进行精准修饰, 不仅可以去除或减弱不利的性状基因, 还可以增强众多有益基因。利用基因编辑技术, 我国已培育出高产、优质、抗除草剂、抗病虫害的水稻、小麦、玉米、油菜等基因编辑作物; 未来还将培育出产量更高、更有营养, 更耐受极端天气, 更高肥效、药效的作物。

表1 不同时代育种方法比较

时代	理论依据	育种方法	遗传进度
原始驯化 (1.0)	自然变异	古(近)代耕作者基于自然变异的表型观察,有意、无意地进行偶然选择,开展农作物驯化与农家品种选育。	作物改良的进展非常缓慢,基本以千年的时间跨度来计。
传统育种 (2.0)	经典遗传学、统计学和田间试验设计等	有目的地选择不同的亲本进行杂交、自交、回交等,依赖经验选择表型后代。	具有一定的预见性,但偶然性大,育种效率低。对于复杂性状的选择有限,难以兼顾产量、品质和生物、非生物胁迫的抗耐性。
	杂种优势利用、主动诱变育种	主动诱变育种可以创造全新的变异,还能促进远缘杂交过程中染色体的变异。	
分子育种 (3.0)	现代分子生物学、基因工程	分子标记辅助选择设计、转基因、基因编辑。	实现对基因的直接选择和有效聚合,大幅度缩短育种年限,极大地提高育种效率。
智能育种 (4.0)	人工智能和基因型、表型、环境、遗传资源等大数据	通过人工智能,在实验室设计出一种适合于特定地理区域和环境下的品系品种,传统意义的大田仅作为品种测试和验证的场所。	通过作物性状调控基因的快速挖掘与表型的精准预测,建立智能组合优良等位基因的自然变异、人工变异、数量性状位点,具有多基因与多性状聚合的育种设计方案,实现智能、高效、定向培育新品种。

2 我国主要农作物品种选育推广现状

2.1 自主选育品种面积占比超过 95% 目前,我国农作物特别是粮食自主选育品种面积占比超过 95%,良种覆盖率保持在 96% 以上。水稻、小麦完全用自主选育品种,杂交水稻产量潜力更是突破 15000kg/hm² 并保持国际领先,小麦产量达 5810.6kg/hm²,较全球平均水平高出 2320.6kg/hm²。大豆种源自给率 100%,玉米种源自给率在 90% 以上,但单产只有发达国家的 60% 左右。1995–2020 年中国与美国玉米产量差每 hm² 由 2205kg 增至 4470kg;与美国、巴西大豆产量差分别由 705kg、540kg 扩至 1395kg、1275kg。

2.2 品种审定呈几何倍数井喷而出 由于以下 3 方面原因,审定品种像裂变一样呈几何倍数井喷而出。(1)育种主体增加。据 2020 年统计数据,全国注册资本 500 万元以上有一定育种能力的企业有 3700 多家,加上科研单位和个体育种者,有育种能力的机构超过 4000 个,是《种子法》实施前的 10 倍多。(2)试验渠道拓宽。目前品种试验主要有 3 种

类型:统一试验、绿色通道试验和联合体试验。国家审定始于 20 世纪 80 年代,开始以省级审定和国家试验结果为依据,到 90 年代中后期国家试验结果才独立作为审定依据,直到 21 世纪初国家试验体系才逐步完善,试验管理逐步规范。绿色通道试验于 2014 年开通,联合体试验于 2016 年开通。除品种审定外,还有引种备案制。(3)审定方式改革。以产量为主改为按品种类型细化指标,从增产 ≥ 5% 减至 ≥ 3.0% 或 ≥ 1.0%。

据农业农村部公告第 557 号、第 625 号,2022 年五大主要农作物国家审定 1560 个品种,是 2013 年的 14.72 倍。其中玉米 827 个、水稻 438 个、小麦 176 个、大豆 70 个、棉花 49 个,分别是 2013 年的 45.94、10.19、7.04、4.67、9.80 倍^[5]。统一试验仍是棉花、大豆品种报审的主渠道,联合体试验报审的玉米、水稻、小麦品种占 55% 以上,统一试验报审的玉米、水稻品种仅占 9.55%、11.64% (表 2)。

2.3 品种集中度降低 品种审定井喷现象,导致一批高仿、初仿品种进入市场,品种市场供过于求,育

表2 2022 年不同试验渠道国家审定品种情况

作物	统一试验		联合体		绿色通道		合计	2013 年 国审	2022 年是 2013 年(倍)
	数量	占比	数量	占比	数量	占比			
玉米	79	9.55	529	63.97	219	26.48	827	18	45.94
水稻	51	11.64	255	58.22	132	30.14	438	43	10.19
小麦	77	43.75	99	56.25	0	0	176	25	7.04
大豆	57	81.43	9	12.86	4	5.71	70	15	4.67
棉花	48	97.96	0	0	1	2.04	49	5	9.80
合计	312	20.00	892	57.18	356	22.82	1560	106	14.72

种主体出现品种转让难、推广难,20万~30万就能买断一个品种的经营权。品种更新换代速度加快,推广寿命急剧缩短,55%的品种只有1~3年的生命周期,能推广3~5年的品种已属稀奇。市场品种增多,营销手段雷同,销售价格走低,市场份额压缩,利润空间变薄。据全国农业技术推广服务中心对7种主要农作物分品种推广面积的统计,2019年推广面积在6667hm²(10万亩)以上的品种有2357个,其中推广面积在66.7万hm²(1000万亩)以上的品种有10个。2016–2020年全国共审定玉米品种7337个,2019年推广面积在6667hm²以上的玉米品种有915个,前五大品种推广面积占全国种植面积的累计仅19.3%,为2000年以来最低水平,推广面积最大的郑单958仅占6.68%^[6]。根据安徽省农业技术推广总站统计,2014–2020年全省小麦种植面积由243.45万hm²增至282.60万hm²,面积前15位品种占有份额由72.85%降至39.81%,年降低5.99个百分点($r=0.9478^{**}$);单个品种面积平均由118236hm²降至75008hm²,年减少7486.9hm²($r=0.9131^{*}$)。

虽然市场供大于求,但大品种、甚至是区域性好品种依然“一票难求”。2004–2020年全国种植超过33.33万hm²(500万亩)的小麦重大品种每年9~16个,17年共43个^[7]。《安徽省农作物和畜禽良种联合攻关实施方案》(皖农种函〔2021〕811号)提出:通过5年时间,育成年推广面积达到6.67万hm²以上的水稻新品种1~2个;培育小麦突破性新品种3~5个,每个品种年推广面积3.33万~6.67万hm²;玉米突破性品种1~2个,年推广面积≥6.67万hm²。可见,年推广面积突破6.67万hm²即为区域性大品种。

3 育种 3.0 时代中小种企应对策略

3.1 借智院所高校 随着基因工程技术的高速发展,分子育种正在成为种业的核心技术,传统育种向精准育种提升转变,为培育抗病虫、抗逆、优质、高产、高效的新品种注入了现代科技力量。逐步建立以院所高校为主体的育种基础理论、种质资源创新、高新技术和共性技术研究体系及以企业为主体的商业化育种体系,产学研协同推进分子育种商业化。

育种的突破在于种质资源的创新和有效利用,遗传基础狭窄是育种难以取得实质性突破的全球性问题。种质资源多样性、优质性以及性状鉴定信息的丰富性,直接决定着以此为基础改良创制新品种

的效率和品质。我国80%的种质资源集中于科研院所、高等院校。院所高校要精准鉴定种质资源,深度发掘抗病虫、抗旱、耐寒、耐高温、营养价值高等有重大应用价值的主效、等位基因,并借助分子标记辅助选择,智能、高效、定向创制新种质,与种业企业共享。

种业企业是商业化育种、市场开拓的主体。中国种业企业大多以销售型公司为主,具备科研、扩繁制种、推广与技术服务能力的企业较少。2020年全国6393家种子企业中,具有自主研发能力的企业不超过100家,有效经营范围覆盖全国的育繁推一体化企业仅有97家^[6]。大多数种业企业为小作坊式育种,规模小、技术力量薄弱,研发投入少,品质分析手段缺乏,仍然依靠表型选择,不掌握分子育种基本技术。今后种业企业要与科研院所、高等院校共建分子育种创新联盟、科企联合体,利用院所高校挖掘、创制的种质资源和分子育种后代进行杂交选育;选择综合性状优异的高代材料,委托院所高校鉴定优良基因聚合,进行转基因定向改良;示范验证转基因、基因编辑作物,繁制、推广育成审定品种。科企联合体要有统一的主攻方向和共用亲本。

3.2 重点扩繁制种与推广国审品种 实行自主育种和买断区域经营权相结合,尽量购买、扩繁制种、推广优势地域的国审品种。提前介入,对区域试验站进行多点考察;多点次布置不同生产条件、耕作制度、栽培措施等示范,进行全面测评。建立百亩核心区、千亩示范区、万亩推广区,梯度推进,创建高产典型,依托行政推动、试验示范、现场观摩、媒体投放广告等手段,巩固已有销售网点,开辟新网点,利用企业品牌效应和营销网络,迅速占领审定地区市场,使之成为区域主导品种。

3.3 全产业链开发优质专用品种 通过延伸服务、合作服务、横向一体化整合等方式,完善与种子相配套的农机、农艺、田间管理等综合服务体系,促进良种良法配套,建立起以种子为核心的成套技术解决方案。通过延伸发展、与各类农业技术服务组织深度合作等多种形式,强化对农户和各类新型经营主体的嵌入式服务支持,提供从种子销售、播种、田间管理、收获再到销售的全方位全过程的指导、技术支持和托管等个性化服务。与加工企业联合,以优质专用品种为纽带,订单生产、分级收储,开发主

山东寿光农作物种质资源普查、收集与利用分析

韩化雨¹ 都明霞² 范立国¹

(¹ 山东省潍坊市寿光市蔬菜产业发展中心, 潍坊 262700; ² 山东省潍坊市寿光市农村社会事业发展中心, 潍坊 262700)

摘要: 山东省潍坊市寿光市 2020 年 6 月启动了全国第三次农作物种质资源普查与收集行动。通过查阅资料、走访调研, 基本查清了寿光市各类农作物种植历史、品种更替及农作物种质资源分布情况。经过近 2 年的努力, 共收集到 42 份种质资源, 正式入国家种质资源库(圃)资源数 33 份。介绍了部分优异种质资源, 提出了农作物种质资源保护利用的对策建议。

关键词: 寿光市; 农作物; 种质资源; 普查; 收集

Investigation, Collection and Utilization of Crop Germplasm Resources in Shouguang City Shandong Province

HAN Hua-yu¹, DU Ming-xia², FAN Li-guo¹

(¹Vegetable Industry Development Center, Shouguang City, Weifang City, Shandong Province, Weifang 262700;

²Rural Social Development Center, Shouguang City, Weifang City, Shandong Province, Weifang 262700)

种质资源是一切育种的核心,是现代种业发展的基础^[1]。随着生物技术的快速发展,各国围绕重要基因发掘、创新和利用的竞争越来越激烈,种质资源已经成为世界各国争夺的重要战略资源。自新中国成立以来,我国先后组织过两次全国农作物种质资源征集调查,但距今已过去 30 多年,30 多年来我国未开展全国性农作物种质资源普查,致使种质资源本底不清^[2];同时受城镇化、工业化快速发展,农

业产业结构调整 and 改良品种推广等因素影响,大量古老地方品种加速消失,作物野生近缘植物资源急剧减少^[3-4]。2020 年山东省全面开展第三次全国农作物种质资源普查与收集行动,寿光市从 2020 年 6 月开始落实这项工作。本研究旨在对此次普查收集工作情况总结和分析,揭示寿光市农作物种质资源的分布和演变规律,以期为地方特色种质资源保护和开发利用提供借鉴。

食、休闲和保健食品,重视“三品一标”质量认证,实现区域化布局、规模化种植、标准化生产、产业化开发,延伸产业链,提升价值链,打造供应链,构建从产前到产后、从种子到餐桌的全产业链发展格局,推进一二三产业深度融合,共享全产业链创新发展增值收益。

参考文献

- [1] 李艳玫. 推动我国种业向“4.0”跨越. 海南日报, 2022-7-30 (A10)
- [2] 应继锋, 刘定富, 赵健. 第 5 代(5G)作物育种技术体系. 中国种业, 2020 (10): 1-3
- [3] 王向峰, 才卓. 中国种业科技创新的智能时代—玉米育种 4.0. 玉米

科学, 2019, 27 (1): 1-9

- [4] 关淑艳, 费建博, 刘智博, 金栋梁, 马义勇. 分子标记辅助选择(MAS)在玉米抗逆育种中的应用. 吉林农业大学学报, 2018, 40 (4): 399-407
- [5] 马志强, 张延秋. 我国品种审定制度改革回眸. 中国种业, 2020 (8): 1-4
- [6] 程郁, 叶兴庆, 宁夏, 殷浩栋, 伍振军, 陈凯华. 中国实现种业科技自立自强面临的主要卡点与政策思路. 中国农村经济, 2022 (8): 35-51
- [7] 陈新宏. 小麦重大品种特点分析和育种方法探讨. (2022-03-23) [2023-01-09]. https://www.sohu.com/a/532014140_100082336

(收稿日期: 2023-01-09)