

基于 DH 技术的优良玉米自交系 TP7-5 的选育与应用

马廷华 孙德全 李绥艳 林 红 潘丽艳 吴建忠 李东林 杨国伟

(黑龙江省农业科学院草业研究所, 哈尔滨 150086)

摘要:针对黑龙江省早熟优良玉米种质资源匮乏的现状,黑龙江省农业科学院草业研究所利用 150Gy $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照处理玉米自交系 TP7 种子,选择优良的突变体材料进行孤雌生殖单倍体诱导,育成优良玉米自交系 TP7-5,该系具有熟期早、配合力高、抗逆性强、淀粉含量高、籽粒脱水快等优点。以 TP7-5 为亲本组配的新品种龙育 598 和天丰 55 通过了黑龙江省审定,已大面积应用于生产,取得了良好的经济效益和社会效益。用 TP7-5 衍生系组配的玉米新组合在丰产性、抗逆性、籽粒商品性和适应性等方面表现突出。

关键词:玉米;自交系;TP7-5;选育;应用

玉米是黑龙江省第一大作物,分布在第一至第五积温带,年播种面积稳定在 600 万 hm^2 左右,约占全国种植面积的 1/5,产量约占全国玉米总产量的 1/6^[1]。玉米产业的发展对于保障国家粮食安全和黑龙江省农业供给侧结构性改革至关重要。近几年,随着品种审定制度的改革,玉米审定品种数量急剧增加,但是突破性大品种还很少^[2]。优良玉米自交系是选育优良杂交种的基础,选育配合力高、高产、抗逆性强的自交系是育种工作首要任务。黑龙江省因为特殊的高寒地理位置,优异种质数量少、来源相似,育成品种的遗传基础狭窄,不仅存在生态安全威胁,且严重制约着突破性品种的选育。

引入法国、德国等欧洲国家的早熟、耐密植、适宜机械化收获的种质资源对于促进我国玉米育种具有重要作用^[3]。重庆市三峡农业科学研究院利用从欧洲引进的 BC8241Ht 种质先后选育出 8 个自交系,并组配选育了 17 个杂交种^[4]。丹东农业科学院利用引进的西班牙种质选育出 5 个优良的早熟、耐密自交系,这些自交系与旅大红骨、塘四平头、PN78599 类群有较强的杂种优势^[5]。王元东等^[6]以 8 个骨干黄旅群自交系为受体,分别导入欧洲早熟种质,通过系谱法和回交转育法改良黄旅群种质机械粒收特性,改良效果明显。

黑龙江省农业科学院草业研究所玉米课题组以法国玉米杂交种 Phi7 为基础材料选育了高淀粉、高配合力自交系 TP7,利用 TP7 为亲本育成了国审玉米新品种龙育 366。应用过程中发现 TP7 具有感玉米大斑病的缺点。从 2007 年开始,利用 150Gy $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照处理自交系 TP7 风干种子,对其进行进一步改良,选择早熟、抗大斑病的突变体材料利用 DH 技术选育,于 2011 年育成了优良自交系 TP7-5。本文介绍了 TP7-5 选育经过和应用情况,为进一步改良及应用提供依据。

1 选育过程

2007 年春季在哈尔滨用 150Gy $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照处理玉米自交系 TP7 风干种子 1000 粒,进行单粒点播, M_1 单株自交授粉,不作选择淘汰,当代收获 159 个果穗。2007 年冬每穗选 40 粒,采取穗行法在海南加代种植 M_2 ,经田间观察和室内考种,重点选择在熟期、株高、株型、籽粒大小、粒色、抗病性等性状方面较 TP7 有显著变异的单株,获得 16 个果穗。2008 年春季在哈尔滨将选留的果穗种子全部种植,选择发育良好、抗大斑病的植株作母本,以中国农大高诱 5 号作父本,秋季收获母本植株上果穗 67 穗,脱粒后挑选出准单倍体籽粒 1225 粒。2008 年冬在海南将筛选出的准单倍体籽粒全部播种,经田间去杂去劣后,对既能正常抽丝又能正常散粉的植株进行自交,获得结实的果穗 36 穗。2009 年春季在哈

尔滨将自交结实果穗种植成穗行,并进行自交,在玉米 11~12 片叶时期人工接种大斑病病菌,对熟期、大斑病抗性和籽粒粗淀粉含量进行严格选择,秋季共获得 15 个 DH 系。2009 年冬季在海南选择 5 个分属不同种质类群的测验种与 15 个 DH 系杂交组配了 75 个组合。2010 年春季在哈尔滨对 75 个杂交组合进行配合力分析鉴定,优选了 3 个 DH 系。2011 年重点对 3 个 DH 系与 TP7 进行观察对比,并对特殊配合力进一步测定,优选出熟期早、抗大斑病、籽粒淀粉含量高、配合力高的 DH 系 TP7-5。具体选育过程如图 1 所示。

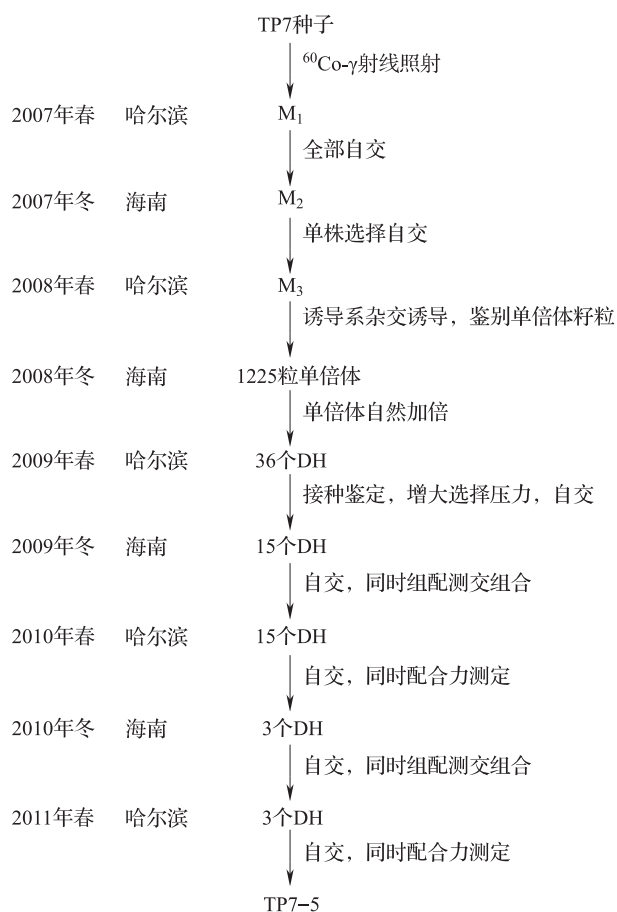


图1 自交系 TP7-5 选育过程

2 特征特性

2.1 生物学特性 与 TP7 相比,TP7-5 熟期早 3~4d,在哈尔滨出苗至成熟 117d 左右,需有效活动积温 2300℃左右。TP7-5 幼苗健壮,第 1 叶鞘花青甙显色强,株高 195cm,穗位高 65cm,穗位高与株高比率中,雄穗分枝数 4~6 个,花丝花青甙显色弱,花药花青甙显色弱,株型半收敛,果穗筒形,穗长 14.2cm,

穗行数 16~18 行,穗轴红色,籽粒淡黄色,千粒重 304g。TP7-5 在 10 万株/hm² 的种植密度下雌雄穗发育协调,不空秆,内外果穗大小基本一致,表现出较好的耐密植性。一般产量 5250~6000kg/hm²,高产地块可达 6750kg/hm²。

2.2 配合力测定 2011 年选用自交系 TP7-5、TA28、T10-2、TR13-3、T216 为母本,TD03、TD20、DK1411、T116、T3376 5 个自交系作父本,组配 25 个测交组合,在佳木斯富锦市进行田间试验,分析表明 TP7-5 产量一般配合力效应值(GCA)为 82.20,高于其他 9 个自交系,说明控制产量的基因加性效应强,易于组配高产杂交组合。TP7-5 与来自兰卡斯特血缘的 T116、TD03 存在较高的产量特殊配合力(SCA)效应,说明 TP7-5 与兰卡斯特类群种质杂种优势较强。

2.3 抗病性 经多年田间自然发病鉴定,自交系 TP7-5 高抗丝黑穗病、茎腐病、瘤黑粉病,抗穗腐病、粒腐病;经人工接种鉴定,TP7 感大斑病(病级 7 级),而 TP7-5 抗大斑病(病级 3 级)。用自交系 TP7-5 组配育成的 4 个玉米杂交种经黑龙江省农业科学院植物保护研究所人工接种鉴定,均高抗茎腐病、丝黑穗病,抗病性较好。

2.4 品质特性 经农业农村部谷物及制品质量监督检验测试中心(哈尔滨)检测,自交系 TP7-5 籽粒容重 722g/L,含粗蛋白 10.13%、粗淀粉 75.33%、粗脂肪 3.57%。TP7-5 籽粒粗淀粉含量高于我国普通玉米常用自交系均值 68.82%^[7],属于高淀粉玉米自交系。用 TP7-5 组配的杂交种籽粒商品性好,粗淀粉含量高,龙育 598、天丰 55、龙育 67 等品种的籽粒粗淀粉含量均超过国家高淀粉玉米的指标。

3 应用情况

3.1 直接应用 自交系 TP7-5 具有耐密植、抗病性强、一般配合力高、籽粒淀粉含量高、脱水快等优点,已成为黑龙江省农业科学院骨干自交系。直接利用 TP7-5 组配了龙育 598 和天丰 55 高淀粉玉米杂交种。

3.1.1 龙育 598 2013 年利用 TP7-5 为父本,与自选系 TD03 组配了玉米新组合龙育 598,于 2020 年 7 月通过黑龙江省农作物品种审定委员会审定(黑审玉 2020L0014)。龙育 598 为高淀粉玉米品种,生育期 120d 左右,需 ≥ 10℃ 活动积温 2400℃左右。适宜在黑龙江省第二积温带 ≥ 10℃ 活动积温

2550℃以上的区域种植。

自2020年审定推广以来,表现出熟期早、产量高、淀粉含量高、籽粒脱水快、适合机械化收获等优点,深受种植户欢迎,2021年推广2.9万hm²,增产商品玉米1844.4万kg,增加经济效益4242.1万元。此外,龙育598为加工企业提供了优质原料,提升了商品玉米市场竞争力,实现了农民增收与企业增效。

3.1.2 天丰55 2014年利用TP7-5为父本,与外引黑龙江天利种业有限公司的自交系TF-6杂交选育而成的高产玉米品种。于2021年6月通过黑龙江省农作物品种审定委员会审定(黑审玉2021L0017)。天丰55生育期120d左右,需≥10℃活动积温2400℃左右。适宜在黑龙江省第二积温带≥10℃活动积温2500℃以上区域种植。天丰55具有高产、高淀粉、抗倒伏、籽粒脱水快、适应性强等优点。2021年审定当年就在适应区示范推广4533hm²,增产商品玉米375.4万kg,增加经济效益863.4万元。

3.2 间接应用 采用复合杂交、回交等育种手段,利用优异种质资源,对TP7-5进行了改良和提高,选育出T756、TB846、TB846-2等一系列TP7-5改良系,利用这些改良系组配出多个优良玉米杂交种。T756是以(TP7-5×T641)×TP7-5为基础材料通过孤雌生殖单倍体诱导选育而成的自交系。TB846是以TP7-5为母本、自交系M504为父本杂交组配基础材料,经连续自交7个世代选育出的优良自交系。

3.2.1 龙育67 利用T756与自选系T287B杂交组配了玉米新组合龙育67。龙育67生育期111~115d,需≥10℃活动积温2200℃左右。龙育67具有早熟、高产、耐旱、抗大斑病、宜机收等优良特性。2021年参加黑龙江省玉米克玉19熟期品比试验,平均产量10302.7kg/hm²,较对照克玉19增产9.9%,收获期籽粒平均含水量27.6%,籽粒杂质率1.9%,籽粒破损率3.8%,适合机械化直收。龙育67籽粒粗淀粉含量75.2%,属于高淀粉品种,适合玉米深加工企业对高淀粉品种的需求。

3.2.2 龙育592 利用TB846与自选系T437C杂交组配成玉米新组合龙育592。生育期115~118d,需≥10℃活动积温2320℃左右。龙育592具有高产、耐瘠薄、抗倒伏、抗大斑病、籽粒脱水快等优良特性,

适合机械化直收。2021年参加黑龙江省玉米联合体禾田4号熟期区域试验,平均产量10878.3kg/hm²,较对照品种禾田4号增产7.8%,收获期籽粒平均含水量26.9%,籽粒杂质率1.6%,籽粒破损率2.8%。龙育592在黑龙江省第三积温带玉米生产区具有非常广阔的发展潜力。

4 TP7-5的育种启示

骨干自交系TP7-5的育成,极大丰富了我国早熟玉米种质的遗传基础,也可开展早熟玉米种质创新育种单位提供以下3点借鉴。

4.1 注重欧洲早熟玉米种质的利用 丰富选系的原始材料、拓宽种质资源已成为当前玉米育种工作的重中之重。来自其他国家或地区的地理远缘材料,尤其是来自欧洲国家的外来种质材料,大都具有根系发达、茎秆坚韧、抗倒伏、耐密植、籽粒脱水快及适宜机械化收获的特点,是开展机械粒收玉米育种难得的优良资源^[8]。利用欧洲玉米种质资源育成了FL236、W109、fm104、T056、M504等早熟优异自交系,对我国东北早熟玉米育种和生产具有积极促进作用^[9-11]。在当前东北早熟玉米种质改良创新工作中,应进一步加大对欧洲玉米种质利用的力度。TP7-5骨干自交系在黑龙江省早熟宜籽粒机收玉米新品种选育中将有更大的利用潜力。

4.2 加强DH育种技术的高效利用 传统方法选育自交系至少需要连续自交6~8个世代。DH技术将传统的“连续自交”多步选系转变为“诱导和加倍单倍体”两步选系,大大加快了育种进程,是玉米育种的颠覆性技术^[12]。自交系TP7-5选育过程得益于单倍体育种技术的应用,从开始辐射诱变育种基础材料到最后决选完成仅用了4年时间。育种单位应尽快普及DH技术的工程化应用,实现玉米育种技术的转型与升级。

4.3 促进辐射诱变育种技术的进一步应用 辐射诱变技术具有提高突变频率、扩大变异范围、有效打破基因连锁及缩短育种年限等特点,利用⁶⁰Co-γ射线先后选育了丹340、4F1、鲁原92、辐746、T08、TD01等高配合力优良玉米自交系,在玉米育种中发挥了重要作用^[13-14]。玉米自交系TP7-5的成功选育,实现了早熟性状突变与抗病性突变的有机结合,丰富了我国早熟玉米种质资源遗传基础。当前,面对耕地面积持续减少、环境恶化等多重压力,传统育种

玉米新品种农林玉1号和惠禾6号的 选育及配套栽培技术

丁云倩 王晓敏 韩庆辉 朱庆祥 吉状状 赵光武
(浙江农林大学现代农学院/浙江省农产品品质改良技术研究重点实验室,杭州 311300)

摘要:加快突破性玉米新品种选育,推进品种更新换代进程,是进一步提高玉米产量和质量的重要途径。浙江农林大学分别以母本 NL1486F 和父本 NL9179M 以及母本 H138 和父本 H7945 组配出玉米新品种农林玉1号和惠禾6号。两者均为半马齿型普通玉米,籽粒黄色,叶片浓绿宽厚,株型半紧凑,果穗中粗,穗行数多,综合抗性强,成熟脱水快,丰产性及商品性好。农林玉1号和惠禾6号于2021年通过湖北省审定,适于湖北省丘陵、平原地区作春玉米种植,一般在4月中旬至5月上旬播种,地膜覆盖可在3月下旬至4月上旬播种,种植密度以4500~4800株/667m²为宜,重施基肥,早施拔节肥、穗肥和粒肥,加强水分管理和病虫害防治,在授粉后45~50d收获。

关键词:普通玉米;农林玉1号;惠禾6号;品种选育;栽培技术

玉米(*Zea mays* L.)是我国主要的粮食作物,也是重要的饲料和工业原料^[1-2]。目前,玉米已由过去

单纯作为口粮向现在的粮食、能源、饲料兼用的作物方向转变。2021年我国玉米种植面积为4332万hm²,较上年增长3.4%,总产量达2.72亿t,较上年增长4.3%。随着畜禽养殖产业的发展,尤其是生猪产能的恢复,预计玉米需求量会继续上升。近年来,玉米种子企业正处于重大转型升级阶段,全面提升品

基金项目:浙江省农业新品种选育重大科技专项(2021C02064-4);
浙江省大学生科技创新活动计划暨新苗人才计划项目
(2021R412041)

通信作者:赵光武

技术选择效率较低、育种周期较长,迫切需要融合应用辐射诱变等新育种技术,以满足农业对新品种的需求。

参考文献

- [1] 孙善文. 黑龙江省玉米单产提高的制约因素及应对策略. 东北农业科学, 2021, 46(2): 23-25, 36
- [2] 刘志铭, 张晓龙, 兰进好, 李广群, 刘光耀, 白雯斌, 王琴娣, 热依兰·阿布都米吉提, 王永军, 杨今胜. 1979-2020年我国玉米品种审定情况回顾与展望. 玉米科学, 2021, 29(2): 1-7, 15
- [3] 张丰屹, 唐娟, 雍洪军, 李明顺, 张德贵, 苏治军, 齐建双, 李新海, 高聚林. 欧洲重要玉米群体特征及其利用途径分析. 植物遗传资源学报, 2018, 19(4): 807-814
- [4] 霍仕平, 晏庆九, 张兴端, 余志江, 张健, 向振凡, 张芳魁, 陈克富. 欧洲玉米种质 BC8241Ht 衍生系及其杂交种的系谱分析. 玉米科学, 2007(4): 18-21
- [5] 高旭东, 周旭梅, 高洪敏, 丰光, 景希强. 欧洲玉米种质 BRC 选系主要农艺性状的配合力及杂种优势分析. 玉米科学, 2015, 23(3): 28-33

- [6] 王元东, 赵久然, 张华生, 陈传永, 吴珊珊, 张春原, 刘新香, 郭成恩, 陈明, 陈绍江. “黄欧”系列玉米自交系宜机械粒收特征特性研究. 植物遗传资源学报, 2019, 20(6): 1554-1565
 - [7] 魏良明, 戴景瑞. 我国普通玉米常用自交系的品质分析与评价. 作物杂志, 2004(5): 11-14
 - [8] 王昊辰, 王震, 张先宇, 曾兴, 邸宏, 张林, 王振华. 41份玉米选系耐密和抗病等主要性状的综合评价. 玉米科学, 2018, 26(2): 40-43, 52
 - [9] 陈凤芝, 巩双印, 陈海军, 李金良, 张崎峰, 吴瑶, 吴晓彬. 玉米单交种边单10号选育及栽培技术. 黑龙江农业科学, 2021(11): 127-129
 - [10] 赵宝贵, 陶承伟, 侯晓磊. 玉米新品种华单136的选育及栽培技术要点. 辽宁农业科学, 2021(5): 91-92
 - [11] 马延华, 孙德全, 李绥艳, 林红, 潘丽艳, 吴建忠, 李东林, 杨国伟. 高产玉米新品种龙育168的选育. 中国种业, 2020(5): 65-66
 - [12] 吴鹏昊, 任姣姣, 田小龙, 刘晨旭, 刘文欣, 陈绍江. 玉米单倍体自然加倍若干问题探讨. 玉米科学, 2016, 24(4): 7-11
 - [13] 林红. ⁶⁰Co- γ 射线辐照技术在玉米自交系选育上的应用及评价. 黑龙江农业科学, 2011(1): 13-15, 18
 - [14] 马延华, 孙德全, 李绥艳, 林红, 潘丽艳, 吴建忠, 李东林, 杨国伟. 优良青贮玉米自交系T08选育与应用. 黑龙江农业科学, 2021(6): 142-145
- (收稿日期: 2022-04-20)