

谷子高度雄性不育系高 51A 的选育与应用研究

李会霞 田 岗 刘 鑫 刘 红 王振华 郑向阳

(山西农业大学谷子研究所, 长治 046000)

摘要:谷子不育系选育是谷子利用杂种优势的关键环节,不育系性状对杂交种的影响很大。详细阐述了谷子高度雄性不育系高 51A 的选育方法与选育过程,其配合力高,抗病性好,用其组配并鉴选的强优势杂交种长杂谷 333 表现优良,丰产性好,抗病性强;提出了高 51A 的改良方向,为谷子不育系的选育与应用提供参考。

关键词:谷子;不育系;高 51A;杂交种

Breeding and Application of Highly Male Sterile Line Gao 51A in Foxtail Millet

LI Huixia, TIAN Gang, LIU Xin, LIU Hong, WANG Zhenhua, ZHENG Xiangyang

(Millet Research Institute, Shanxi Agricultural University, Changzhi 046000, Shanxi)

谷子(*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) 是 C_4 作物,但是与玉米、高粱等 C_4 作物相比产量偏低。利用杂种优势是大幅度提高谷子产量的有效方法之一,20 世纪 60 年代育种家们就开始了谷子杂种优势利用研究。谷子每穗颖花数量大,开花不整齐且花器很小,人工去雄生产杂交种极其困难,同时利用化学杀雄也存在很多弊端,如杀雄效果不理想或多次杀雄影响柱头正常授粉结实等。因此,选育不育系是谷子利用杂种优势最有效的手段,但目前为止,谷子还未做到三系配套。现有谷子不育系大多属于高度雄性不育系,有 5%~10% 的自交结实率,可以用来繁殖不育系;生产上生产谷子杂交种只有不育系和恢复系,故称之为高不育“二系法”杂交种生产^[1-3]。

在谷子高度雄性不育系选育方面,张家口农业科学院和山西农业大学谷子研究所(原山西省农业

科学院谷子研究所)做了大量工作^[4-7]。2000 年以前山西农业大学谷子研究所也选育出多个谷子高度雄性不育系^[8-9],但因不育系大多属于春播中晚熟类群,与恢复系类群基本一致,配置的杂交种杂种优势不明显;后来利用河南、河北等夏播类型品种进行杂交转育,选育出多个夏播类型的不育系,提高了杂交种的优势幅度。这些不育系中就包括配合力高、抗逆性强的不育系高 51A。

1 谷子高度雄性不育系高 51A 的选育

1.1 谷子高抗、高配合力高度雄性不育系选育思路

2000 年前后育种技术手段比较落后,山西农业大学谷子研究所育种科研人员根据亲本来源及株高、抽穗期等农艺性状表现,对亲本种质进行了大致的类群划分,把谷子种质资源划分为两大类,夏播早熟类群和春播中晚熟类群。然后筛选夏播早熟类群中抗病性好、农艺性状优良的亲本对高度雄性不育系进行杂交转育 F_1 ,选可育株(真杂种)自交转育 F_2 ,尽量多地筛选性状优良单穗套袋自交,在后代中系谱法选育新不育系;也可筛选农艺性状表现接近原父本的优异不育单株与原亲本回交, BC_1F_1 选择可育株自交, BC_1F_2 筛选优良不育单株自交多代,系谱法选育新不育系;不育株系从 F_4 筛选优异穗行与春

基金项目:杂粮种质资源创新与分子育种国家实验室课题(202204010910001-15);山西省现代农业产业技术体系谷子体系(2023CYJSTX04-06);山西农业大学生物育种工程项目(YZGC027);中央引导地方科技发展资金项目(YDZJSX2022A048, YDZJSX2021C015);山西省重点研发计划(202102140601003, 2022ZDYF107);山西省青年基金项目(202203021222177);山西农业大学科技创新提升工程(CXGC2023062)

播中晚熟、抗拿捕净除草剂谷子品系进行测配,结合一般配合力筛选优异高抗穗行自交,稳定后即稳定不育新品系。然后用其与春播中晚熟恢复系大量测配组合,鉴定高抗、强优势杂交组合参加区域试验,登记并应用于生产。此技术选育谷子不育系,采用边分离、边稳定、边测配的方法筛选高配合力强优势恢复系,在一定程度上缩短了育种年限,具有一定的创新性。

1.2 谷子高抗、高配合力高度雄性不育系高 51A 选育过程 高 51A 是山西农业大学谷子研究所 2015 年选育的谷子高度雄性不育系。2012 年利用高 236A 不育系为母本材料,与矮秆、抗病优良品种

(系)安 5498 进行杂交,冬天在海南种植 F_1 ,选可育单株收获。 F_2 出苗后随机留苗,开花期观察花粉育性,将植株较矮、性状优异的不育单穗套袋自交,成熟后单株收获、单穗脱粒,收获后对米质进行鉴定。2013–2015 年种植其 $F_3 \sim F_6$ 穗行(冬天海南加代)。2014 年筛选出本组合的 5 个穗系与 6 个西北中晚熟区抗拿捕净谷子品系进行不完全双列杂交,配制出 30 个组合。2015 年根据各组合产量结果测定不育穗系的一般配合力(表 1)。2015 年选择优异、高配合力且表现稳定的穗系定名为高 51A。2016 年对高 51A 进行扩繁,同时进行强优组合选配工作(图 1)。

表 1 2015 年不育系的一般配合力测定结果

不育系	小区产量(kg/4.66m ²)	穗重(g)	粒重(g)	一般配合力		
				产量	穗重	粒重
高 11A	3.09	33.64	24.86	-0.35	-2.22	-2.67
高 26A	3.48	35.30	27.01	0.04	-0.56	-0.52
高 51A	3.82	38.84	30.64	0.38	2.98	3.11
高 62A	3.56	37.48	28.58	0.12	1.62	1.05
高 75A	3.45	34.06	26.54	0.01	-1.80	-0.99

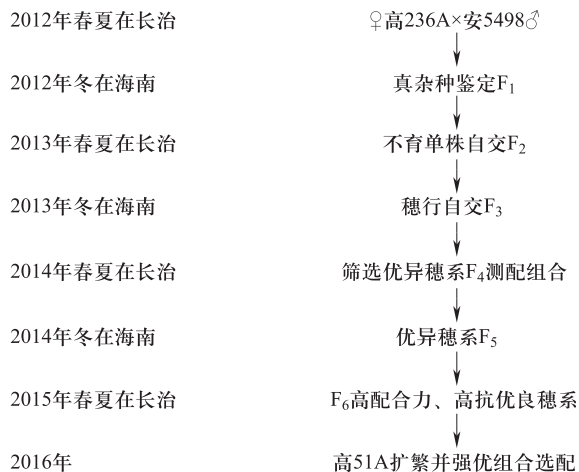


图 1 高 51A 的选育过程

2 高 51A 的特征特性

幼苗深绿色,叶鞘绿色,株高中等,约 120cm;生育期 118d,中晚熟类型;穗型筒形,穗长 22.0cm,穗粗 2.8cm,穗子松紧度中等,短冈毛。叶片细长,上冲性好。分蘖数 1~2 个,分蘖成穗率高,自交结实率 8%~10%。籽粒浅黄色,米色亮黄、粳性。田间表现中抗白发病,高抗谷瘟病、黑穗病。

3 高度雄性不育系高 51A 的应用研究

3.1 高 51A 所配组合的整体表现 2016 年利用高 51A 与西北中晚熟抗拿捕净除草剂品系配置组合 103 个,2017 年种植 F_1 ,间比排列,2 次重复,小区面积 12.6m²。3 叶 1 心期田间喷施拿捕净去除假杂种苗,成熟后小区全部收获测定产量。小区产量高于对照长农 35 号的有 64 个,其中产量高于对照 15% 以上的组合有 8 个(表 2),高 51A 表现出了良好的配合力。

表 2 高 51A 的优势组合

组合	小区产量(kg)			比对照增产(%)
	I	II	平均	
高 51A × K73	8.67	9.10	8.89	23.43
高 51A × K152	8.34	8.85	8.60	19.36
高 51A × K380	8.90	8.20	8.55	18.78
高 51A × K410	9.03	9.55	9.29	29.06
高 51A × K413	7.97	8.95	8.46	17.49
高 51A × K416	8.19	8.9	8.55	18.69
高 51A × K441	8.76	8.35	8.56	18.84
高 51A × K538	8.80	8.15	8.48	17.72
长农 35 号(CK)	6.89	7.51	7.20	-

3.2 优势组合筛选与登记 经 2017–2018 年田间农艺性状、抗病性调查和产量结果测定,高 51A × K410 是一个抗病性好、丰产性好的理想组合,其穗子长筒形,成熟期上籽好,绿叶黄谷穗,熟相好。2017 年田间鉴定和 2018 年所内品比试验,分别比对照长农 35 号增产 18.3%、22.8%,定名为长杂谷 333。2022 年 9 月通过非主要农作物品种登记,登记编号: GPD 谷子(2022) 140131; 2023 年 3 月转让给山西德利农种业有限公司进行开发推广,转让费 20 万元。

长杂谷 333 的抗逆性优良。联合鉴定试验中,田间自然鉴定抗旱性、耐涝性均为 1 级,抗倒性、谷锈病、纹枯病均为 2 级,谷瘟病为 3 级,白发病发病率为 2.32%,红叶病发病率为 1.33%,线虫病发病率为 0.56%,蛀茎率为 5.42%,其他病害未见发生。2021–2022 年经河北省农林科学院谷子研究所抗病鉴定,该品种抗白发病(R),中抗谷瘟病(MR)。

长杂谷 333 于 2019–2020 年参加国家西北区中晚熟组联合鉴定试验,2 年每 hm^2 平均产量 6249.8kg,比对照长农 35 号增产 26.83%,居参试品种第 1 位; 2019 年联合鉴定试验中,平均产量 5866.5kg,比对照长农 35 号增产 26.67%,居参试品种第 1 位; 2020 年续试,平均产量 6633.0kg,比对照长农 35 号增产 26.98%,居参试品种第 1 位; 2 年 14 点区域试验全部增产,增产幅度为 1.44%~59.27%,增产点率 100%。2022 年长杂谷 333 在吕梁、忻州等地示范 20 多 hm^2 ,平均产量 7950kg/ hm^2 ,表现优良。

4 高 51A 的改良方向

降低株高是高 51A 的主要改良方向。高 51A 株高 120cm 左右,在常规种生产中,此株高为适宜类型,但在不育系中,株高属偏高类型,因为不育系在配置组合时,父本株高要求高于母本 20cm 以上以便于异交授粉,有利于制种产量提高,而株高又是加性效应为主的农艺性状,杂交种的株高较高,不适于机械化收获。因此,下一步研究中,应在保持高配合力的前提下,适当降低高 51A 的株高,以便筛选中矮秆、宜机收的杂交种用于生产。

降低株高可以通过与矮秆品系进行杂交,在 F_2 中选择优异矮秆不育单株,连续自交 5~7 代完成;也可以采取理化诱变的方法进行,其中甲基磺酸乙

酯(EMS)诱变是行之有效的方法之一^[10–11],从诱变后代中筛选优异矮秆不育单株自交多代,即能选育出与原不育系近似的矮秆不育系,以便组配出更具市场潜力的杂交种用于生产。

参考文献

- [1] 贾冠清,刁现民. 中国谷子种业创新现状与未来展望. 中国农业科学, 2022, 55 (4): 653–665
- [2] 王天宇,杜瑞恒,陈洪斌,亨利达门西,阿兰弗朗夷. 应用抗除草剂基因型谷子实行两系法杂种优势利用的新途径. 中国农业科学, 1996, 29 (4): 96
- [3] 闫宏山,刘金荣,王素英,刘海萍,宋中强,王淑君,宋慧,张扬. 高产广适谷子两系杂交种豫杂谷 1 号的选育及制种技术. 农业科技通讯, 2019 (12): 244–247
- [4] 王天宇,石云素,辛志勇, Darmency H. 抗除草剂谷子新种质的创制、鉴定与利用. 中国农业科技导报, 2000 (5): 62–66
- [5] 王晓明,王德权,王峰,刘晓婕,赵治海. 杂交谷子在张家口市坝上地区种植试验初报. 河北农业科学, 2011 (6): 12–14, 17
- [6] 景小兰,李志华,穆婷婷,张福耀. 抗除草剂杂交谷子晋谷 50 号轻简高效配套栽培技术研究. 作物杂志, 2016 (2): 168–172
- [7] 李会霞,刘红,王玉文,田岗,刘鑫. 谷子抗除草剂杂交种去除假杂种技术研究. 作物杂志, 2021 (6): 72–77
- [8] 李会霞,田岗,王玉文,刘鑫,刘红. 谷子杂交种与亲本性状的遗传相关性. 中国农业科学, 2020, 53 (2): 239–246
- [9] 李会霞,郑植尹,田岗,刘鑫,王玉文,刘红,史关燕. 7 个谷子杂交种及其亲本的抗旱性分析. 中国农业科技导报, 2020, 22 (7): 20–28
- [10] 王付华,李自超,王亚,付景,杨文博,尹海庆,王生轩,王越涛,白涛,张珍. 利用 EMS 诱变创制抗除草剂粳稻新种质. 河南农业科学, 2021, 50 (4): 8–16
- [11] 栾海业,徐肖,陶红,臧慧,张英虎,乔海龙,杨红燕,陈健,陈和,沈会权. 大麦 EMS 突变体库构建和突变体筛选. 麦类作物学报, 2020, 40 (5): 577–584

(收稿日期: 2023-07-24)

欢迎订阅

《果树资源学报》由山西农业大学主管,山西农业大学果树研究所主办。

双月刊,大 16 开本,132 页,每逢单月 10 日出版,每册定价 10.00 元,全年 6 册共 60.00 元。国内外公开发行,全国各地邮政局均可订阅,邮发代号 22—17;漏订者可直接汇款至《果树资源学报》编辑部订阅,免收邮寄费。地址: (030031) 山西省太原市龙城大街 79 号 山西农业大学果树研究所《果树资源学报》编辑部; 电话: 0351-7639463, 7639464; E-mail: sxgszss@126.com (广告), sxgszss@163.com (投稿)