

利用除草剂快速回交选育抗除草剂谷子新品种

闫宏山, 刘金荣*, 王素英, 刘海萍, 宋中强, 王淑君, 宋慧, 张 扬 (安阳市农业科学院, 河南安阳 455000)

摘要 为快速培育抗除草剂谷子新品种, 以抗除草剂材料“冀谷 19×SK492”为供体亲本, 以当地优良品种豫谷 18 为轮回亲本, 以回交转为基本方法, 利用喷除草剂方法对回交后代进行选择, 将抗除草剂基因导入豫谷 18 中, 选育出抗除草剂谷子新品种。

关键词 谷子; 抗除草剂; 回交

中图分类号 S515 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)11-0034-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.11.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Breeding New Foxtail Millet Cultivars with Herbicide Resistance by Herbicide Backcrossing

YAN Hong-shan, LIU Jin-rong, WANG Su-ying et al (Anyang Academy of Agricultural Sciences, Anyang, Henan 455000)

Abstract In order to rapidly breed new herbicide-resistant foxtail millet cultivars, we use herbicide-resistant ‘Jigu 19×SK492’ as the donor parent and elite local Yugu 18 as the recurrent parent. The herbicide-resistant genes were successfully transferred into Yugu 18 genetic background by selecting the backcross progeny by spraying herbicide solution. And new herbicide-resistant foxtail millet cultivars were bred.

Key words Foxtail millet; Herbicide-resistance; Backcross

谷子起源于中国, 是我国种植最早的主栽粮食作物之一, 具有抗旱耐瘠、水分利用效率高、适应性广、营养丰富且各种成分平衡、饲草蛋白含量高突出特点, 被认为是环境友好型、战略储备作物^[1]。近年来随着农村土地流转、谷子规模化种植的快速发展, 轻简化、机械化已成为谷子产业发展的主要方向, 谷田杂草的有效防治是实现谷子轻简化、机械化的重要技术环节, 培育和推广抗除草剂谷子新品种是谷子田间杂草防治、提高种谷经济效益最经济有效的途径^[2]。

2000 年, 王天宇等^[3]利用谷子近缘野生种狗尾草中的不同类型抗除草剂基因创制出抗性基因表达完全、抗性稳定、农艺性状优异、达到实用水平的抗除草剂“拿捕净”“氟乐灵”和“阿特拉津”的谷子新种质。2010 年, 研究人员将青狗尾草的抗咪唑乙烟酸基因转移到栽培谷子中, 创制出抗咪唑乙烟酸的谷子新种质^[4]。这些新种质目前已广泛应用于谷子新品种选育工作中, 并培育出一批抗除草剂谷子新品种^[5-9], 谷子生产可喷施除草剂去除谷田中的大部分杂草, 实现谷子的轻简化、规模化生产, 提高了谷子生产水平。笔者以抗除草剂材料为供体亲本, 以当地生产上大面积推广品种为受体亲本杂交, 采用喷除草剂筛选具有抗除草剂目标性状但农艺性状不同的优良株系, 与受体亲本回交, 利用除草剂鉴别出真回交株, 再与受体亲本回交, 如此连续回交 2 次, 然后在回交后代自交纯化过程中喷除草剂, 筛选具有抗除草剂目标性状且农艺性状优良的株系, 旨在快速培育出适应当地的抗除草剂谷子新品种。

1 材料与方 法

1.1 材料和试剂 抗除草剂基因供体亲本为安阳市农业科学院自选中间材料“冀谷 19×SK492”, 该材料抗除草剂“拿捕

净”, 谷穗较大, 谷码稍稀, 秕谷较多。受体亲本为豫谷 18, 该品种是国家谷子糜子产业技术体系“十二五”重大科研成果之一, 同时适应华北、西北、东北三大谷子产区, 具有优质、稳产、高产及抗逆等突出特性^[10]。2012 年 2 月通过国家华北夏谷区鉴定, 由于增产显著和适应性极强, 又先后参加了西北中晚熟组、早熟组和东北春谷区品种试验, 均表现优异, 2014 年 8 月通过东北春谷区鉴定, 2016 年 5 月通过西北春谷区鉴定, 是目前唯一通过全国三大谷子产区鉴定的谷子品种。但豫谷 18 不抗除草剂, 若将抗除草剂基因转入豫谷 18, 能有效解决谷田除草问题, 有利于豫谷 18 的大面积推广应用。

拿捕净乳剂为北京中林佳诚科技有限公司生产, 有效成分含量为 12.5%。田间推荐用药量为 1 200~1 500 mL/hm²。

1.2 选育方法 2010 年在安阳相邻种植母本豫谷 18 和父本“冀谷 19×SK492”, 开花期采用套袋接触授粉的方式进行杂交获得 F₁, 同年冬在海南种植 F₁, 苗期喷施除草剂拿扑净鉴别出真杂交株, 以后每个杂交世代在定苗前均喷施除草剂拿扑净, 筛选具有抗除草剂目标性状但农艺性状不同的优良株系。经过 3 年 4 代安阳和海南两地系统选育, 2012 年筛选出 21 个综合性状较好、抗拿扑净除草剂的株系。

2013 年在安阳用农艺性状表现突出的不同株系为父本分别与相邻种植的轮回母本豫谷 18 套袋接触回交获得 BC₁F₁, 同年冬海南种植 BC₁F₁, 苗期喷施除草剂拿扑净筛选出真回交株, 开花期用真回交株为父本再次与相邻种植的轮回母本豫谷 18 套袋接触回交获得 BC₂F₁。

2014 年在安阳种植 BC₂F₁, 苗期喷施除草剂拿扑净筛选出真回交株, 获得的真回交单株农艺性状明显与轮回亲本豫谷 18 相似, 以后每个回交世代在定苗前均喷施除草剂拿扑净筛选具有抗除草剂目标性状和农艺性状优良的株系, 直至农艺性状纯合稳定。

2015 年在安阳种植 BC₂F₃ 时, 对综合农艺性状表现较好的株系进行初步测产, 其中小区 S745、S748、S754、S776、S780

基金项目 国家谷子高粱产业技术体系(CARS-06-13.5-B25); 河南省谷子育种工程研究中心; 河南省谷子育种创新团队(C20150043); 河南省谷子产业技术创新战略联盟。

作者简介 闫宏山(1973—), 男, 河南汤阴人, 副研究员, 从事谷子遗传育种及栽培研究。*通信作者, 研究员, 从事谷子遗传育种及栽培研究。

收稿日期 2018-11-27

的产量较高,2015 年冬在海南繁殖参试种子,推荐参加下年 区域适应性鉴定试验。具体选育过程如图 1 所示。



图 1 抗除草剂谷子新品种具体选育过程

Fig. 1 The breeding process of new foxtail millet cultivars with herbicide resistance

2 结果与分析

2.1 利用除草剂筛选抗除草剂后代植株 利用有效成分含量为 12.5% 的拿捕净乳剂对后代进行喷药处理。喷药 3 d 后,不含抗除草剂基因的谷子植株开始停止生长;喷药 5 d 后,心叶开始黄化、失水;喷药 7~10 d 后,谷子植株心叶失绿褪色,基部变褐色枯死。而含抗除草剂基因的谷子植株生长良好且无不良反应。利用除草剂对后代进行喷药处理筛选抗除草剂后代植株贯穿抗除草剂谷子新品种整个选育过程,而利用除草剂鉴别出真回交株,再与受体亲本回交是该选育过程的关键环节。2013 年在海南种植 21 个 BC₁F₁ 回交穗,并相邻种植轮回亲本豫谷 18 便于回交,BC₁F₁ 苗期喷施除草

剂拿扑净筛选真回交株时,用塑料膜遮盖豫谷 18 幼苗,防止杀死轮回亲本。在 21 个 BC₁F₁ 小区中仅有 15 株含抗除草剂基因植株存活,鉴定为真回交株,其余不含抗除草剂基因植株全部死亡。2014 年在海南种植 15 个 BC₂F₁ 回交穗,在 15 个 BC₂F₁ 小区中仅有 11 株含抗除草剂基因植株存活,鉴定为真回交株,其余不含抗除草剂基因植株全部死亡。

2.2 培育出 5 个抗除草剂谷子新品种 2016—2017 年推荐 S776、S745 参加全国谷子品种区域适应性联合鉴定试验,分别命名为豫谷 31、豫谷 32;S754、S780、S748 参加安阳市谷子品种全国多点区域适应性鉴定试验分别命名为豫谷 33、豫谷 34、豫谷 35。各品种参试结果见表 1、2。

表 1 2016—2017 年全国谷子品种区域适应性联合鉴定试验中不同谷子品种的产量比较

Table 1 Comparison of the yields of different foxtail millet cultivars in regional adaptability joint identification test in 2016—2017

华北夏谷区组 North China summer foxtail millet group			西北春谷区早熟组 Early maturation group in northwest spring foxtail millet area			西北春谷区中晚熟组 Middle and late maturation group in northwest spring foxtail millet area			东北春谷区组 Northeast spring foxtail millet group		
品种名称 Variety name	产量 Yield kg/hm ²	较 CK± Compared with CK ±//%	品种名称 Variety name	产量 Yield kg/hm ²	较 CK± Compared with CK ±//%	品种名称 Variety name	产量 Yield kg/hm ²	较 CK± Compared with CK ±//%	品种名称 Variety name	产量 Yield kg/hm ²	较 CK± Compared with CK ±//%
豫谷 31 Yugu 31	5 377.5	-2.25	豫谷 31	5 749.5	-2.32	豫谷 31	5 041.5	2.19	豫谷 31	5 830.5	10.33
豫谷 32 Yugu 32	—	—	豫谷 32	6 016.5	2.22	豫谷 32	5 365.5	8.76	豫谷 32	5 746.5	8.74
豫谷 18 Yugu 18	5 501.3	0	大同 29 号	5 886.0	0	长农 35 号	4 933.5	0	九谷 11	5 284.5	0

2.2.1 豫谷 31 产量表现。2016—2017 年豫谷 31 参加全国谷子品种区域适应性联合鉴定试验,在华北夏谷区试点平均产量为 5 377.5 kg/hm²,较对照豫谷 18 减产 2.25%;在西北春谷早熟区试点平均产量为 5 749.5 kg/hm²,较对照大同 29 号减产 2.32%;在西北春谷中晚熟区试点平均产量为 5 041.5 kg/hm²,较对照长农 35 号增产 2.19%;在东北春谷区试点平均产量为 5 830.5 kg/hm²,较对照九谷 11 增产

10.33%。

2.2.2 豫谷 32 产量表现。2016—2017 年豫谷 32 参加全国谷子品种区域适应性联合鉴定试验,在西北春谷早熟区试点平均产量为 6 016.5 kg/hm²,较对照大同 29 号增产 2.22%;在西北春谷中晚熟区试点平均产量为 5 365.5 kg/hm²,较对照长农 35 号增产 8.76%;在东北春谷区试点平均产量为 5 746.5 kg/hm²,较对照九谷 11 增产 8.74%。

表2 2016—2017年安阳市谷子品种全国多点区域适应性鉴定试验中不同谷子品种的产量比较

Table 2 Comparison of the yields of different foxtail millet cultivars in national multi-point regional adaptability test in Anyang City from 2016 to 2017

区组 Group	品种名称 Variety name	产量 Yield kg/hm ²	较CK± Compared with CK±//%
华北夏谷区组 North China summerfoxtail millet group	豫谷 33	5 936.25	0.03
	豫谷 34	5 730.00	-3.45
	豫谷 35	5 790.00	-2.44
	豫谷 18	5 934.75	0
西北春谷区早熟组 Early maturation group in northwest springfoxtail millet area	豫谷 33	6 461.40	-4.71
	豫谷 34	6 934.05	2.26
	豫谷 35	7 766.10	14.53
	大同 29号	6 781.05	0
西北春谷区中晚熟组 Middle and late maturation group in northwest springfoxtail millet area	豫谷 33	6 258.00	-10.72
	豫谷 34	6 879.00	-1.86
	豫谷 35	7 542.00	7.60
	长农 35号	7 009.50	0
东北春谷区组 Northeast springfoxtail millet group	豫谷 33	5 932.35	15.66
	豫谷 34	6 029.40	17.55
	豫谷 35	6 740.10	31.41
	九谷 11	5 129.10	0

2.2.3 豫谷 33 产量表现。2016—2017 年豫谷 33 参加安阳市谷子品种全国多点区域适应性鉴定试验,在华北夏谷区试点平均产量为 5 936.25 kg/hm²,较对照豫谷 18 增产 0.03%;在西北春谷早熟区试点平均产量为 6 461.40 kg/hm²,较对照大同 29 号减产 4.71%;在西北春谷中晚熟区试点平均产量为 6 258.00 kg/hm²,较对照长农 35 号减产 10.72%;在东北春谷区试点平均产量为 5 932.35 kg/hm²,较对照九谷 11 增产 15.66%。

2.2.4 豫谷 34 产量表现。2016—2017 年豫谷 34 参加安阳市谷子品种全国多点区域适应性鉴定试验,在华北夏谷区试点平均产量为 5 730.00 kg/hm²,较对照豫谷 18 减产 3.45%;在西北春谷早熟区试点平均产量为 6 934.05 kg/hm²,较对照大同 29 号增产 2.26%;在西北春谷中晚熟区试点平均产量为 6 879.00 kg/hm²,较对照长农 35 号减产 1.86%;在东北春谷区试点平均产量为 6 029.40 kg/hm²,较对照九谷 11 增产 17.55%。

2.2.5 豫谷 35 产量表现。2016—2017 年参加安阳市谷子品种全国多点区域适应性鉴定试验,在华北夏谷区试点平均产量为 5 790.00 kg/hm²,较对照豫谷 18 减产 2.44%;在西北春谷早熟区试点平均产量为 7 766.10 kg/hm²,较对照大同 29 号增产 14.53%;在西北春谷中晚熟区试点平均产量为 7 542.00 kg/hm²,较对照长农 35 号增产 7.60%;在东北春谷区试点平均产量为 6 740.10 kg/hm²,较对照九谷 11 增产 31.41%。

由于豫谷 31、32、33、34、35 较好地遗传了其亲本豫谷 18 的丰产性和适应性,在全国各大谷子产区特别在东北春谷区均有良好表现,2018 年通过了国家非主要农作物品种登记,登记编号分别为:GPD 谷子(2018)410130、GPD 谷子(2018)

410131、GPD 谷子(2018)410132、GPD 谷子(2018)410133、GPD 谷子(2018)410134。

3 讨论

该育种方法之所以取得成功主要取决于以下几方面:

(1)正确选用轮回亲本,轮回亲本是改良后品种丰产性和适应性的基础,要求综合性状优良。该研究轮回亲本豫谷 18 在 2010—2011 年华北夏谷区组谷子新品种区域试验中,两年平均产量 5 398.5 kg/hm²,较对照增产 14.88%,是近 20 多年来较对照增产最多的品种,具有良好的丰产性,并且两年 23 点次区域试验全部增产,增产点率 100%,具有较强的适应性,而且豫谷 18 米质优良,2009 年参加中国作物学会粟类作物专业委员会第八届全国优质食用粟鉴评,被评为“一级优质米”^[11]。豫谷 18 集众多优良性状于一身,因此预计其改良后仍能在生产上有较长时间的推广价值。

(2)目标性状易于鉴别。该研究的目标性状为抗“拿扑净”除草剂,其抗除草剂性状为 1 对核基因控制的显性性状,遗传力高且抗性强,苗期喷“拿扑净”除草剂即可鉴定识别含抗除草剂基因植株,特别是易于鉴别出真回交株,便于快速与受体亲本回交,回交工作简单易操作且工作量较小。

(3)运用系谱法和有限回交法相结合的育种方法。该研究在杂交后代的选育过程中采用系谱法,筛选具有抗除草剂目标性状但农艺性状不同的优良株系,然后与综合性状优良的轮回亲本豫谷 18 回交 2 次,再用系谱法选育回交后代,如此选育的新品种既遗传了轮回亲本豫谷 18 的大部份优良性状又与其有差异之处。

4 结论

通过有限回交转育将抗“拿扑净”除草剂基因导入本地优良品种豫谷 18 中,成功选育出 5 个具有“拿扑净”除草剂抗性的谷子新品种。利用除草剂易于鉴别出真回交株,可快速与受体亲本再回交,操作简单工作量小。该育种方法还可以应用到谷子抗其他类型除草剂新品种选育中,也可以应用到其他作物抗除草剂新品种选育中。

参考文献

- [1] 刁现民. 中国谷子产业与产业技术体系[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2011.
- [2] 李顺国,夏雪岩,刘猛,等. 我国谷子轻简高效生产技术研究进展[J]. 中国农业科技导报,2016,18(2):19-24.
- [3] 王天宇,石云素,辛志勇,等. 抗除草剂谷子新种质的创制、鉴定与利用[J]. 中国农业科技导报,2000,2(5):62-66.
- [4] 师志刚,夏雪岩,刘正理,等. 谷子抗咪唑乙烟酸新种质的初步研究[J]. 河北农业科学,2010,14(11):133-134,136.
- [5] 王淑君,王素英,刘海萍,等. 抗除草剂谷子新品种豫谷 24 的选育[J]. 河南农业科学,2016,45(4):35-36,48.
- [6] 师志刚,王根平,张婷,等. 冀谷系列抗除草剂优质谷子新品种[J]. 现代农村科技,2017(7):107.
- [7] 陈国秋,张海金,张文飞,等. 抗除草剂谷子品种朝谷 62 选育及其栽培技术[J]. 园艺与种苗,2018(4):54-56.
- [8] 宋淑贤,田伯红,刘艳丽,等. 抗除草剂谷子新品种沧谷 6 号的选育经过及轻简化配套栽培技术[J]. 现代农业科技,2018(9):49-50.
- [9] 张海金,陈国秋,谭国奉. 抗除草剂简化栽培型谷子品种朝谷 58 的选育及配套栽培技术研究[J]. 安徽农业科学,2015,43(8):69-71.
- [10] 刘猛,刘斐,夏雪岩,等. 农户对豫谷 18 新品种的采用行为及影响因素[J]. 贵州农业科学,2018,46(3):167-170.
- [11] 闫宏山,刘金荣,王素英,等. 谷子新品种豫谷 18 的选育[J]. 作物杂志,2012(3):147-148.