

高粱雄性不育系吉 2055A 的创制与应用

杨 微, 高 悦, 李继洪*, 高士杰

(吉林省农业科学院作物资源研究所, 吉林 公主岭 136100)

摘 要:高粱雄性不育系吉 2055A 是吉林省农业科学院作物资源研究所 A₁ 型保持系 314B 作为母本, 以印度高粱类型且对 A₁ 型胞质恢复的 871300 为父本, 经人工去雄杂交、自交、定向选择、回交转育等方法选育而成, 该不育系具有不育性稳定、适应性广、抗逆性强、配合力高等特点, 2009 年申请国家植物新品种权, 2015 年获得授权。高粱雄性不育系吉 2055A 的成功选育, 增加了吉林省高粱新资源类型, 由其组配的多个高粱新品种均在北方春播早熟区生产中广泛应用。

关键词:高粱; 不育系; 吉 2055A; 创制; 应用

中图分类号: S514

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2023)02-0023-04

The Breeding and Application of Sorghum Male Sterile Line 2055A

YANG Wei, GAO Yue, LI Jihong*, GAO Shijie

(Crop Resources Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: The sorghum male sterile line Ji 2055A was bred by the institute of crop resources of Jilin Academy of Agricultural Sciences with the A₁ maintainer line 314B as the female parent and the Indian sorghum type 871300 recovered for the A₁ cytoplasm as the male parent. It was bred by the methods such as artificial remove stamen, hybridization, directional selection and backcrossing. This sterile line has the characteristics of stable sterility, wide adaptability, strong stress resistance, and high combining ability. It was applied for a new national plant variety in 2009 and got it in 2015. The successful selection and breeding of sorghum male sterility line Ji 2055A has increased new sorghum resource types in Jilin Province, and many new sorghum varieties assembled by it have been widely used in production in spring sowing early maturity areas in the north.

Key words: Sorghum; Male sterile line; Ji 2055A; Breeding; Application

高粱抗旱、耐涝、耐盐碱、适应性广, 在生长环境恶劣的情况下也能够种植, 是我国重要的杂粮作物, 近年来生产和需求呈持续增长的态势^[1]。提高高粱产量, 对高粱产业发展、促进农民增收等有重要意义。高粱生产主要利用的是杂交种, 所以提高高粱产量的重要手段之一就是充分发挥高粱的杂种优势利用^[2]。侯佳明等^[3]认为, 在一定范围内, 高粱杂种优势的大小由恢复系和不育系的遗传差异和性状互补决定, 遗传差异越明显, 优势越大。育种专家们利用中国高粱与国外材料杂交选择适宜当地种植的不育系, 经过三十余年的努力育成 2731A、1105A、314A、黑 11A 等不育系,

但是这些不育系仍然存在着单性花散粉、败育、护脖、丰产性差、出苗率低、组配的杂交种植株偏高等问题^[4]。要配制出新的强优势、高产杂交种, 就必须培育出优良的亲本。

吉 2055A 是适于我国北方高粱春播早熟区使用的优良高粱雄性不育系, 在一定程度上解决了原有不育系存在的一些问题, 丰富了我国高粱遗传资源, 扩大了资源利用范围, 组配出多个适合该地区的高粱杂交优势组合, 提高了我国高粱早熟区单产水平, 也提高了我国高粱育种水平, 达到了国际高寒区高粱育种领先水平。

1 高粱雄性不育系吉 2055A 的创制

1.1 选育思路

我国高粱早熟区雄性不育系存在单性花散粉、败育、抗病性差、组配的杂交种植株偏高等问题, 限制了高粱产业发展。吉林省农业科学院的专家们为创制适宜当地种植的优良种质, 搜集了

收稿日期: 2020-03-14

基金项目: 吉林省科技厅重点研发计划项目(20200402108NC);
国家现代农业产业技术体系项目(CARS-06-14.5-A12)

作者简介: 杨 微(1974-), 女, 副研究员, 主要从事高粱育种研究。

通讯作者: 李继洪, 男, 研究员, E-mail: nky106@163.com

国内外大量资源并进行性状鉴定,在选择亲本时同时考虑地理远缘和生态适应性。最终确定以我国高粱早熟区适应性较广的具有非洲血缘高粱材料与印度高粱进行杂交,在杂交后代中根据遗传特性选育生育期较短、植株较矮、抗病性强的新不育系;与偏中国高粱的恢复系杂交,建立印度血缘高粱×偏中国血缘高粱的杂交模式,组配强优势杂种,以满足高粱春播早熟区生产的需求。

1.2 选育过程

1992年夏选择早熟区适应性广、生育期短的具有非洲血缘的A₁型保持系314B作为母本,以印度高粱类型且对A₁型胞质恢复的871300为父本(871300系纯印度血缘、抗病性强、耐旱、抗倒性好),将两者进行人工去雄杂交,在公主岭和海南

两地连续自交,从中选择早熟、矮秆、叶窄的后代,为了导入更多的印度血缘,在F₃代选择早熟、矮秆、株型紧凑的单株为母本,以871300为父本再次进行回交,在后代中选择早熟、矮秆、耐密、偏印度高粱单株与具有A₁胞质的314A₁测交,选择不育性好的材料连续回交转育,育成A₁型不育系;为了防止细胞质单一的脆弱性给生产带来损失,于1997年夏在BC₁F₃代群体中,选择整齐一致、稳定的单株,以A₂型不育系A₂V₄作为不育源进行回交转育,培育出A₂型雄性不育系吉2055A₂。因此,吉2055A具有A₁、A₂两种细胞质类型。2000年该不育系在公主岭试验地的区号为MS055,2002年定名为吉2055A(详见图1)。

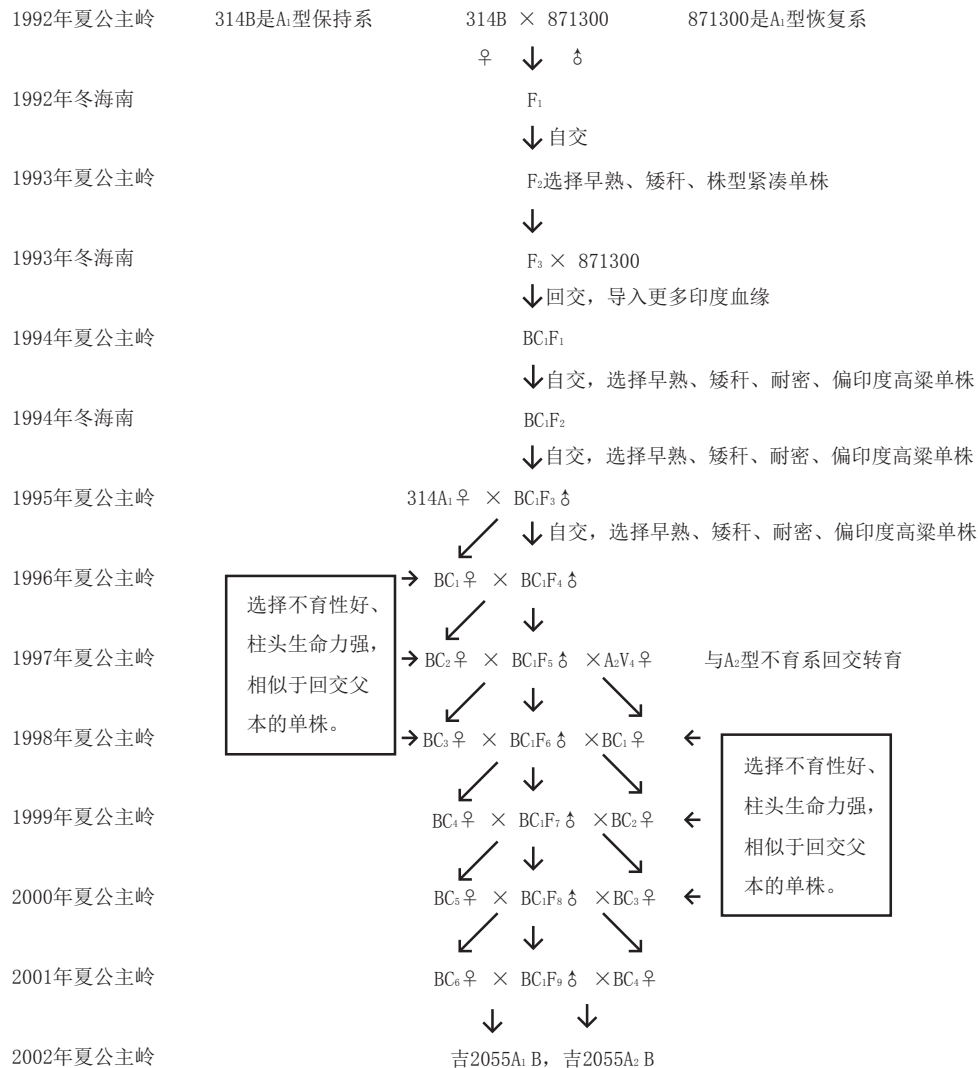


图1 高粱雄性不育系 2055A 创制系谱图

2 高粱雄性不育系吉 2055A 的特点

2.1 植物学特征

吉 2055A 芽鞘绿色,幼苗深绿色,根系发达,

长势强;16~17片叶,叶窄而上举;株高 70 cm,穗长 21 cm,筒状,紧穗,单穗粒重 65 g,2 000~2 300 粒/穗;籽粒圆形,浅黄白色,千粒重 28.8 g。

2.2 生物学特征

吉 2055A 生育期 112 d, 属早熟系, 柱头外露率高, 生命力强, 接受花粉能力强, 雄性不育性稳定; 在开花时, 花药瘦小干瘪, 不育率 100%, 且不败育。李捷等^[5]在对吉 2055A 等高粱雄性不育系柱头外露率、柱头粗度、柱头活性和柱头伸出长度等性状进行研究中表明, 和吉 4190A、QL33A、314A 等骨干雄性不育系相比, 吉 2055A 的柱头性状和外露率等明显优于上述不育系。

2.3 抗性和品质

吉 2055A 抗旱, 抗叶斑病, 高抗高粱丝黑穗病, 经吉林省农业科学院植物保护研究所接种鉴

定为 1.4HR; 吉 2055A 的品质优良, 经农业农村部农产品质量监督检验检测中心(沈阳)检测, 粗淀粉含量 73.44%, 粗蛋白含量 13.28%, 单宁含量 0.07%, 是优质的高粱亲本材料。

3 高粱雄性不育系吉 2055A 的应用

配合力和遗传力是衡量高粱亲本利用价值最重要的参数, 测定和评价高粱亲本的配合力和遗传力对杂种优势研究和杂交育种实践具有重要意义^[6-8]。吉 2055A 是能够缩短生育期、降株高和提高千粒重较好的不育系^[9]。表 1 为自吉 2055A 应用以来, 已通过国家鉴定、登记和省级审定的 33 个杂

表 1 吉 2055A 系列杂交种审定、鉴定、登记情况

序号	杂交种名称	组合名称	审定、鉴定、登记编号	选育单位
1	吉杂 118	吉 2055A×吉 R8036	吉审梁 2007001	吉林省农业科学院
2	吉杂 122	吉 2055A×吉 R105	吉审梁 2009001	吉林省农业科学院
3	吉杂 124	吉 2055A×吉 R107	国品鉴梁 2009001	吉林省农业科学院
4	吉杂 210	吉 2055A×南 133	国品鉴梁 2009002	吉林省农业科学院
5	吉杂 127	吉 2055A×吉 R117	国品鉴梁 2009013	吉林省农业科学院
6	吉杂 130	吉 2055A×0-30	国品鉴梁 2011001	吉林省农业科学院
7	德杂 9 号	吉 2055A×Y16	吉审梁 2012003	吉林德丰种业有限公司
8	吉品 106	吉 2055A×10533	国品鉴梁 2012002	吉林省宏泽现代农业有限公司
9	瑞杂 8 号	吉 2055A×瑞 R6	蒙审梁 2012003 号	瑞丰大豆高粱玉米研究所
10	瑞杂 5 号	吉 2055A×(吉 R105×南 133)	国品鉴梁 2013001	瑞丰大豆高粱玉米研究所
11	白杂 11 号	吉 2055A×白 R2543	吉审梁 2014002	吉林省白城市农业科学院
12	吉杂 136	吉 2055A×09-1152	吉审梁 2014003	吉林省农业科学院
13	德杂 10 号	吉 2055A×9119R	吉审梁 2014004	吉林德丰种业有限公司
14	吉杂 138	吉 2055A×吉 R9048	国品鉴梁 2014001	吉林省农业科学院
15	富杂 12	吉 2055A×5372	蒙审梁 2014006 号	赤峰金穗种业有限公司
16	吉杂 137	吉 2055A×K117R	吉审梁 2015004	吉林省农业科学院
17	吉杂 366	吉 2055A×YN1192R	吉审梁 2016001	吉林省农业科学院
18	宏图 1 号	吉 2055A×0934R	吉审梁 2016002	吉林丰田种业有限责任公司
19	九杂 15 号	吉 2055A×九恢 68	吉审梁 2016003	吉林省吉林市农业科学院
20	吉品梁 2 号	吉 2055A×R527	国品鉴梁 2016004	吉林省宏泽现代农业有限公司
21	齐杂 33	吉 2055A×2418R	蒙审梁 2016003 号	富拉尔基和平农业科技研究所
22	禾梁 1 号	吉 2055A×R5	蒙审梁 2016009 号	内蒙古禾为贵有限公司
23	金果 4 号	吉 2055A×R9019	GPD 高粱(2018)220114	吉林省金果农业科技有限公司
24	金果 301	吉 2055A×R528	GPD 高粱(2018)220115	吉林省金果农业科技有限公司
25	吉杂 149	吉 2055A×吉 R9060	GPD 高粱(2018)220122	吉林省农业科学院
26	德杂 15	吉 2055A×1377R	GPD 高粱(2018)220169	吉林德丰种业有限公司
27	瑞杂 6 号	吉 2055A×瑞 R628	GPD 高粱(2018)220171	吉林省瑞丹种业有限公司
28	瑞杂 9 号	吉 2055A×瑞 R09	GPD 高粱(2018)220173	吉林省瑞丹种业有限公司
29	辽杂 48	吉 2055A×辽粘 R-4	GPD 高粱(2018)210182	辽宁省农业科学院
30	辽杂 50	吉 2055A×辽粘 R-2	GPD 高粱(2018)210184	辽宁省农业科学院
31	吉杂 157	吉 2055A×吉 R126	GPD 高粱(2018)220207	吉林省农业科学院
32	吉杂 158	吉 2055A×铁 R180	GPD 高粱(2018)220208	吉林省农业科学院
33	金果 5 号	吉 2055A×R733	GPD 高粱(2018)220239	吉林省金果农业科技有限公司

交种。吉 2055A 系列杂交种对温光条件反应不敏感,适应范围广,抗病性强,适宜吉林省大部分地区、黑龙江省南部、内蒙古东部等地区种植^[10]。科研单位引入吉 2055A 作为亲本改良出多个优良的不育系,并组配杂交种。吉 2055A 易于繁殖,一般产量可达 3 000~4 000 kg/hm²;制种产量一般为 4 000~5 000 kg/hm²。吉 2055A 的成功选育在一定程度上解决了以往高粱雄性不育系败育、护脖、丰产性差等问题,增加了北方春播早熟区高粱新种质资源类型。

吉 2055A 系列杂交种实现了品种更新换代,使吉林省高粱单产大幅度提高,2016 年和 2017 年单产水平比 2007 年和 2008 年平均提高 48.6%。目前吉林省高粱种植面积、单产和总产均跃居全国第一位,促进了吉林省高粱育种水平的提高。

4 高粱雄性不育系吉 2055A 的经济效益及社会效益

吉 2055A 系列杂交种已累计推广 2 000 万亩以上,按每亩增收高粱 50.0 公斤,每公斤高粱 2.0 元计算,增产粮食 100 000 万公斤,增加农民收入 200 000 万元。同时该系列杂交种粗淀粉含量增加 3~5 个百分点,提高了出酒率,酿酒企业增收超 100 亿元,取得了极其显著的经济效益。

高粱雄性不育系吉 2055A 的成功创制,改变了我国高粱早熟区杂交种不抗丝黑穗病、不抗叶病的现状;解决了 A₁ 胞质败育, A₂ 胞质散粉问题;对提高我国高粱早熟区的单产水平起到重要作用。新品种抗病虫性强,可减少用药或不用药,减少对产品和环境的污染,具有较好的生态效益。培育出的系列高粱杂交种淀粉含量高,提高了出酒率,有利于酿酒业的发展,提高了酿酒厂家经济效益,同时也为当地财政税收作出了重要贡献。

5 讨论

优良不育系必须具备的条件:一是不育性、恢复性稳定,二是要有优良的花器性状和开花习性^[11-12]。高粱不育系柱头生活力的强弱与授粉结实率以及所配制杂交种的制种产量有着直接的联系,是不育系能否用于生产的必备条件^[13]。吉 2055A 不育性稳定,不育率 100%,柱头发达,接受花粉能力强,制种产量高,这是吉 2055A 能够广泛推广的原因之一,为选育优良雄性不育系提供启示:不育系选育在注重自身产量性状和遗传差异的同时,还要重视柱头性状选择,即柱头长,外露率高,生命力强(繁殖系数高,制种产量高)。

目前,随着高粱产业机械化进程的快速推进,与机械化配套的高粱品种需求巨大,研究矮秆、耐密植的亲本及其杂交种的同时,必须考虑分蘖性状的重要性、茎秆的柔韧性和含水率等性状,这样才能选育出更适宜机械化生产的品种^[14-15];我国北方春播早熟区纬度高、年气温低、无霜期短,须提高亲本系及其杂交种的耐寒性,从而提高出苗率;吉 2055A 胚芽拱土能力和耐寒性相对较强;植株矮,高抗黑穗病、叶病,可以作为抗原加以利用,也可以当作矮源加以改良^[16]。另外,随着人们对基因编辑技术等生物手段在作物遗传方面的应用越来越重视,通过传统杂交育种和分子育种相结合的方式来提高育种效率已成为发展方向,如提高高粱的耐螟性等^[17-18]。

参考文献:

- [1] 桂松,牛静,胡建.中国高粱产业发展现状分析[J].农业与技术,2019,39(1):18-20.
- [2] 马鸿图.高粱杂种优势与类型血缘关系的探讨[J].沈阳农业大学学报,1974(1):60-68.
- [3] 侯佳明,高悦,杨薇,等.粒用高粱恢复系选育和应重视的问题[J].种子,2019,68(2):68-71.
- [4] 高士杰,刘晓辉,郭中校,等.中国杂交高粱的种质基础及优势利用模式研究[J].中国农学通报,2005,21(10):106-108.
- [5] 李捷,杨薇,李继洪,等.高粱雄性不育系吉 2055A 柱头性状研究[J].东北农业科学,2019,44(1):4-6.
- [6] 高士杰,刘晓辉,李伟,等.吉林省高粱杂交种的利用及亲本改良[J].吉林农业科学,2004,29(1):15-18.
- [7] 李继洪,李玉发,高士杰,等.高粱新选亲本配合力分析[J].安徽农业科学,2007,35(7):1930-1931.
- [8] 王艳秋,卢峰,邹剑秋,等.群体改良法新育成高粱雄性不育系的配合力分析[J].江苏农业科学,2009,47(1):81-83.
- [9] 段有厚,卢峰,邹剑秋.早熟矮秆高粱亲本系配合力和遗传力分析[J].辽宁农业科学,2017(2):9-12.
- [10] 杨薇,侯佳明,高明超,等.早熟矮秆酿酒高粱杂交种吉杂 149 选育报告[J].东北农业科学,2018,43(4):5-6.
- [11] 王阳,高士杰,李继洪,等.作物雄性不育系存在的问题及改良利用[J].东北农业科学,2016,41(6):36-40.
- [12] 张小全,胡育玮,武云杰,等.作物柱头外露性状研究进展[J].植物生理学报,2018,54(7):1172-1178.
- [13] 赵丽芳,张福耀.高粱雄性不育系柱头生活力、小花败育与细胞质效应研究[J].作物杂志,2009(2):79-82.
- [14] 史红梅,宋旭东,李爱军,等.高粱产业化生产如何与现代农业机械相结合[J].山西农业科学,2012,40(4):307-309.
- [15] 高士杰,王阳,李继洪,等.中国粒用杂交高粱研究状况[J].吉林农业科学,2009,34(3):8-11.
- [16] 李继洪,陈冰娜,高士杰.高粱不育系吉 2055A 特征特性与应用潜力分析[J].安徽农业科学,2011,39(28):17192-17194.
- [17] 王福军,赵开军.基因组编辑技术应用于作物遗传改良的进展与挑战[J].中国农业科学,2018,51(1):1-16.
- [18] Donald P Weeks, Martin H Spalding, Bing Yang. Use of designer nucleases for targeted gene and genome editing in plants[J]. Plant Biotechnology, 2016, 14(2): 483-495.

(责任编辑:刘洪霞)