

早熟、矮秆、耐密高粱雄性不育系吉 1230A 的创制与应用

李继洪¹, 朱 末¹, 高 悦¹, 王振国², 邓志兰², 王立新³, 蔡勤安¹, 丁 博¹,
胡 博⁴, 杨 微^{1*}

(1. 吉林省农业科学院, 吉林 公主岭 136100; 2. 通辽市农牧科学研究所, 内蒙古 通辽 028015; 3. 赤峰市农牧科学研究所, 内蒙古 赤峰 024000; 4. 吉林省农业技术推广总站, 长春 130021)

摘要: 吉 1230A 是吉林省农业科学院新选育的优良高粱不育系。该不育系生育期 97 d, 株高 70 cm, 不育率 100%, 不育性稳定, 自交不结实, 柱头生命力强, 制种产量高; 抗旱、耐涝、耐盐碱, 抗倒伏, 抗丝黑穗病; 获得国家发明专利(ZL 2015 10068016.0)。利用吉 1230A 育成并审定或登记的高粱杂交种 6 个, 该系列杂交种矮秆、耐密植、抗逆性强, 适应性广, 适宜全程机械化作业, 有力地推动了吉林省高粱产业的发展。

关键词: 高粱; 不育系; 吉 1230A; 创制; 应用

中图分类号: S514.032

文献标识码: B

文章编号: 2096-5877(2024)06-0034-05

Breeding and Application of Sorghum Male Sterile Line Ji 1230A with early Maturity, Dwarf and Dense Tolerance

LI Jihong¹, ZHU Mo¹, GAO Yue¹, WANG Zhengu², DENG Zhilan², WANG Lixin³, CAI Qin'an¹, DING Bo¹, HU Bo⁴, YANG Wei^{1*}

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100; 2. Tongliao Agricultural and Animal Husbandry Science Research Institute, Tongliao 028015; 3. Chifeng Agricultural and Animal Husbandry Science Research Institute, Chifeng 024000; 4. Agricultural Technology Extension Station of Jilin Province, Changchun 130021, China)

Abstract: Ji 1230A is the excellent sorghum male sterile line newly bred by Jilin Academy of Agricultural Sciences (Northeast Agricultural Research Center of China). The sterile line had the trait of the growth period of 97 days, plant height of 70 cm, sterility rate of 100%, stable sterility, no self-breeding, strong capital vitality and high seed production yield. Drought resistance, waterlogging resistance, saline-alkali resistance, lodging resistance, silk smut resistance; Obtained the national invention patent (ZL 2015 10068016.0). Six sorghum hybrids were bred and approved or registered by using Ji 1230A. The series hybrids have the characteristics of dwarf, dense planting resistance, strong stress resistance, wide adaptability, and the adaptability for whole-process mechanization operation, which has effectively promoted the development of sorghum industry in Jilin Province.

Key words: Sorghum; Sterile line; Ji 1230A; Breeding; Application

近年来,随着我国种植业的调整和人们健康意识的逐渐提高,杂粮作物高粱、谷子、荞麦等,在营养物质和功能功效上与主粮作物具有互补性而日渐受欢迎^[1-2]。高粱在杂粮作物中占有重要

地位,不仅是我国重要的旱粮作物,也是重要的粮、饲作物和优质酿造原料^[3-5],高粱光合效率高,生理优势强,具有抗旱、耐涝、耐瘠薄等多重抗逆性^[6-9]。随着生产发展和科技进步,机械化栽培方式已成为高粱种植的必然趋势^[10]。20世纪90年代初,致力于创制新的高粱亲本系,选育早熟、矮秆、耐密、株型清秀、抗倒伏的不育系,进而组配早熟、矮秆、耐密、适宜机械化生产的高粱杂交种,以适应现代农业发展的需求。

吉 1230A 是我国北方高粱春播早熟区的优质高粱雄性不育系,在一定程度上解决了原有不育

收稿日期: 2024-08-11

基金项目: 吉林省科技厅重点研发计划项目(20240303008NC);
国家现代农业产业技术体系项目(CARS-06-14.5-A12)

作者简介: 李继洪(1974-),男,研究员,主要从事高粱遗传育种研究。

通信作者: 杨 微,女,研究员, E-mail: 604920777@qq.com

系的一些常见问题,丰富了我国高粱遗传资源,扩大了资源利用范围,其组配的杂交种植株矮、株型好、耐密、适于机械化生产,该不育系的选育成功,提高了我国高粱早熟区的育种水平,在一定程度上助力吉林省杂粮产业机械化发展。

1 高粱雄性不育系吉 1230A 的创制

1.1 选育思路

我国高粱早熟区雄性不育系普遍存在着株高偏高、株型差、不耐密、组配杂交种过高等问题,限制了高粱产业发展。要想配制出新的强优势、高产杂交种,就必须培育出优良的亲本^[11]。通过对大量的国内外资源材料的搜集、鉴定,从中筛选出具有非洲高粱亲缘的 3197B,具有配合力高、抗病性较强的优点,缺点是熟期较长,株高偏高,拱土力弱。而具有中国高粱亲缘的矮 1B,矮秆、早熟、拱土力强,缺点是配合力差,株型不理想^[12]。具有苏联亲缘的黑 30B 株型清秀,耐密性较好,缺点是株高偏高。根据遗传特性希望通过这 3 个材料进行复合杂交、回交导入等方法选育出早熟、矮秆、耐密的新不育系,以满足高粱机械化生产的需求。

1.2 创制过程

根据上述选育思路,1991 年夏以具有非洲亲缘的 3197B 作为母本,以具有中国高粱亲缘的矮秆材料矮 1B 作为父本进行人工去雄杂交,在公主岭和海南两地连续自交,从中选择矮秆、早熟的材料;在 F_3 代又利用株型清秀、耐密性较好、植株偏高的具有苏联亲缘的黑 30B 与之杂交,从后代中选择矮秆、早熟、株型清秀、耐密性较好的材料,但一次杂交很难将这一有利性状导入,所以又进行了二次回交导入,继续与具有苏联亲缘的黑 30B 进行杂交,从后代分离群体中选择理想的单株材料再与不育系黑 30A 进行测交,选择不育性较好的材料连续进行多年多代的回交转育,1998 年从中选择出植株较矮、熟期较早、叶片较窄且上冲、株型较好、耐密性较好的材料命名为吉 1230A(该方法于 2015 年 2 月申请国家发明专利,2017 年 5 月获得授权,专利号:ZL 2015 1 0068016.0)^[13]。创制过程见图 1。

2 高粱不育系吉 1230A 的主要特点

2.1 植物学性状

吉 1230A 生育期 97 d,属早熟系,芽鞘绿色,幼苗深绿色,根系发达,分蘖力强,长势强;叶片数 12~13 片,株型好,叶片上举,叶较窄;株高 70

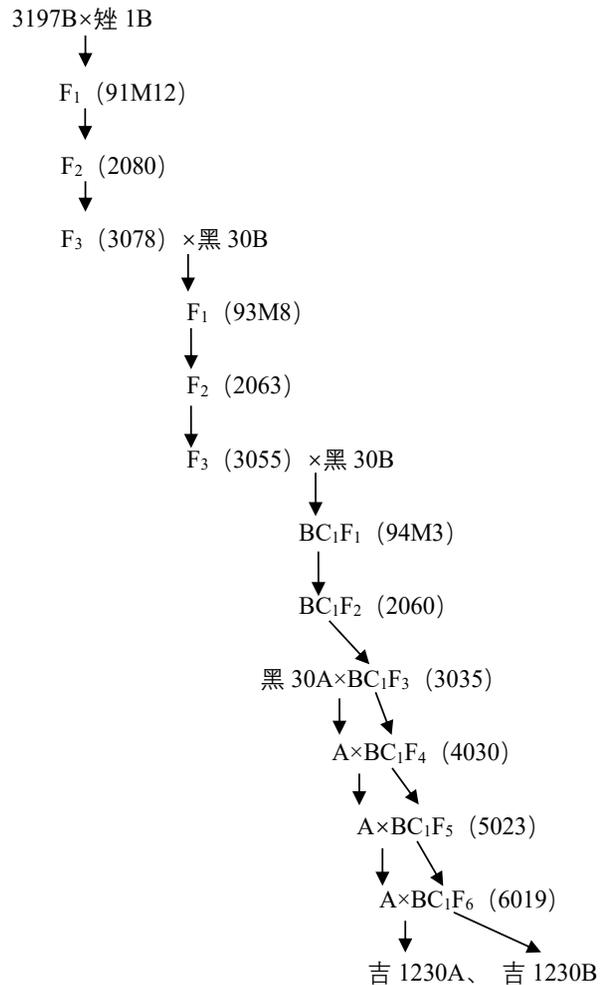


图 1 吉 1230A 的创制过程

cm,穗长 27 cm,中紧穗,棒形,穗粒重 49 g;籽粒圆形,红粒、红壳,千粒重 24.7 g。

2.2 生物学特性

吉 1230A 不育性稳定,柱头生命力强。不育率 100%,开花时,花药瘦小干瘪,雄性不育彻底。雌蕊柱头外露长、呈羽毛状、黄色,接受花粉能力强,柱头生命力在 10 d 以上,制种产量高^[14]。

2.3 配合力高

以吉 1230A 为母本组配高粱杂交种 12 个,其中通过品种审定委员会审定或国家非主要农作物品种登记的杂交种 6 个,正在登记的高粱杂交种 2 个,完成试验程序准备登记的品种 4 个。

2.4 抗逆性强

吉 1230A 经吉林省农业科学院植物保护研究所接种鉴定,抗丝黑穗病(6.2R),抗叶斑病,抗倒伏,抗旱、耐涝、耐盐碱。

2.5 品质优良

经农业农村部农产品质量监督检测中心(哈尔滨)检测,吉 1230A 粗蛋白含量 13.34%,粗淀粉

含量 71.00%，支链淀粉含量 80.3%，粗脂肪含量 3.68%，单宁含量 1.20%。

3 产量表现

吉 1230A 矮秆、耐密植，易于繁殖，种植密度可达 30 万株/hm²，一般产量可达 3 000~4 000 kg/hm²；制种田产量一般为 4 500~5 500 kg/hm²。

4 吉 1230A 的应用

由表 1 可知，吉林省农业科学院利用不育系吉 1230A 组配并通过审定或国家非主要农作物品种登记的高粱杂交种 4 个(吉杂 140、吉杂 141、吉杂 160 和吉杂 162)；吉林省金果农业科技有限公司利用其做母本登记品种 1 个(金果 535)；吉林省

表 1 吉 1230A 系列高粱杂交种审定、鉴定情况

杂交种名称	组合名称	审定编号	审定年份	审定级别	审定单位	选育单位
吉杂 140	吉 1230A×吉 R8068	蒙审粱 2015005	2015	省审	内蒙古品种审定委员会	吉林省农业科学院
吉杂 141	吉 1230A×吉 R109	GPD 高粱(2019)220135	2019	登记	中华人民共和国农业农村部	吉林省农业科学院
吉杂 160	吉 1230A×吉 R130	GPD 高粱(2019)220133	2019	登记	中华人民共和国农业农村部	吉林省农业科学院
吉杂 162	吉 1230A×吉 R131	GPD 高粱(2019)220127	2019	登记	中华人民共和国农业农村部	吉林省农业科学院
金果 535	吉 1230A×R25-3-3	GPD 高粱(2020)220081	2020	登记	中华人民共和国农业农村部	吉林省金果农业科技有限公司
怀杂 7 号	吉 1230A×绥恢 25	GPD 高粱(2020)220038	2020	登记	中华人民共和国农业农村部	吉林省军丰种业 有限公司

军丰种业有限公司利用其做母本登记品种 1 个(怀杂 7 号)。

由表 2 可知，这些杂交种的生育期一般为 104~108 d，为早熟高粱杂交种；株高较矮，变幅为 101.6~124.0 cm，适于密植，种植密度突破 30 万株/hm²；产量高，区域试验产量变幅为 5 817.8~7 152.2 kg/hm²；

粗淀粉含量 68.27%~73.93%，是优质的高粱杂交种；吉杂 140 现已成为吉林省高粱区域试验早熟组对照品种。吉 1230A 系列杂交种熟期早，株高矮，耐密植，适宜全程机械化作业，对吉林省的高粱育种和生产起到了巨大的推动作用。

表 2 1230A 系列高粱杂交种特征特性

杂交种名称	生育期/d	株高/cm	穗长/cm	千粒重/g	区试产量/kg·hm ⁻²	粗淀粉含量/%	抗丝黑穗病/%
吉杂 140	104	124.0	24.0	25.6	7152.2	71.12	中抗(19.0 MR)
吉杂 141	106	102.0	24.0	25.4	7101.0	69.32	中抗(11.4 MR)
吉杂 160	105	107.8	23.8	23.8	6723.0	73.93	中抗(10.3 MR)
吉杂 162	108	101.6	23.0	23.1	6700.5	73.7	中抗(11.9 MR)
金果 535	106	106.0	24.5	27.3	6042.8	71.58	高抗(0 HR)
怀杂 7 号	106	105.0	23.4	27.2	5817.8	68.27	抗(5.2 R)

4.1 吉杂 140

吉杂 140 是由吉林省农业科学院以自选不育系吉 1230A 为母本，恢复系吉 R8068 为父本，2009 年组配而成，2015 年通过内蒙古自治区农作物品种审定委员会审定。该品种生育期 104 d 左右，需要 ≥10 °C 活动积温 2 250 °C·d 左右，属极早熟高粱杂交种。株高 124.0 cm 左右，茎粗 1.4 cm 左右，总叶片数 15 片，穗长 24.0 cm 左右，中紧穗，棒形，穗粒重 55.7 g，籽粒椭圆形，红褐壳、红粒，着壳率低，角质中等，千粒重 25.6 g。粗蛋白含量 9.48%，粗淀粉含量 71.12%、单宁含量 1.04%，粗脂肪含量 3.19%。该杂交种适应性广，抗倒伏，抗蚜虫，抗叶斑病，中抗高粱丝黑穗病。2012 年参加内蒙古

高粱预备试验，平均产量 8 132.25 kg/hm²，比对照敖杂 1 增产 3.83%；2013 年参加高粱极早熟组区域试验，平均产量 6 172.05 kg/hm²，比对照内杂 3 增产 3.10%；2014 年参加内蒙古自治区高粱极早熟组生产试验，平均产量 7 719.15 kg/hm²，比对照增产 7.49%。适宜在内蒙古、山西、吉林中西部、黑龙江省的第二、三积温带地区春季种植^[5]。

4.2 吉杂 141

吉杂 141 是由吉林省农业科学院以自选不育系吉 1230A 为母本，自选恢复系吉 R109 为父本，2011 年组配而成，2019 年通过国家非主要农作物品种登记。该品种生育期 107 d 左右，需 ≥10 °C 活动积温 2 350 °C·d 左右，属早熟高粱杂交种。株

高 102.0 cm 左右,穗长 24.0 cm 左右,中紧穗,纺锤形,穗粒重 53.7 g,籽粒椭圆形,红褐壳、红粒,着壳率低,千粒重 25.4 g。粗淀粉含量 69.32%,支链淀粉含量 62.77%,粗脂肪含量 3.26%,单宁含量 1.3%。抗倒伏,抗蚜虫,较抗螟虫,抗叶斑病,中抗高粱丝黑穗病。2015 年区域试验平均产量为 7 224.0 kg/hm²,比对照品种绥杂 7 号增产 17.4%;2016 年区域试验平均产量为 6 978.0 kg/hm²,比对照品种绥杂 7 号增产 14.9%。二年区域试验平均产量为 7 101.0 kg/hm²,平均比对照品种增产 16.1%。适宜吉林省的中西部,黑龙江省的第一、二积温带及第三积温带的部分地区,内蒙古自治区的中东部地区种植^[16]。

4.3 吉杂 160

吉杂 160 是由吉林省农业科学院以自选不育系吉 1230A 为母本,自选恢复系吉 R130 为父本,2014 年组配而成,2019 年通过国家非主要农作物品种登记。该品种生育期 105 d 左右,需 ≥ 10 °C 活动积温 2 300 °C·d 左右,属极早熟高粱杂交种。株高 107.8 cm 左右,穗长 23.8 cm 左右,中紧穗,纺锤形,穗粒重 37.1 g,籽粒卵形,黑壳、红粒,着壳率 5.5%,千粒重 23.8 g。粗蛋白含量 10.40%,粗淀粉含量 73.93%,支链淀粉含量 82.08%,粗脂肪含量 4.04%,单宁含量 1.57%。抗旱性强,抗叶斑病,中抗高粱丝黑穗病,适于全程机械化作业。2017 年区域试验平均产量 6 820.5 kg/hm²,比对照品种绥杂 7 号增产 12.7%;2018 年区域试验平均产量为 6 624 kg/hm²,比对照品种绥杂 7 号增产 15.2%。二年区域试验平均产量为 6 723.0 kg/hm²,平均比对照品种增产 13.9%。适宜吉林省的中西部,黑龙江省的第一、二积温带及第三积温带的部分地区,内蒙古自治区的中东部地区种植。

4.4 吉杂 162

吉杂 162 是由吉林省农业科学院以自选不育系吉 1230A 为母本,自选恢复系吉 R131 为父本,于 2013 年组配而成,2019 年通过国家非主要农作物品种登记。该品种生育期 108 d 左右,需 ≥ 10 °C 活动积温 2 400 °C·d 左右,属早熟高粱杂交种。株高 101.6 cm 左右,穗长 23.0 cm 左右,中紧穗,纺锤形,穗粒重 40.0 g,籽粒卵形,黑壳、红粒,着壳率 4.5%,千粒重 23.1 g。粗蛋白含量 10.49%,粗淀粉含量 73.70%,支链淀粉含量 80.44%,粗脂肪含量 4.17%,单宁含量 1.77%。抗旱性强,抗叶斑病,抗倒伏,中抗高粱丝黑穗病,适于全程机械化作业。2017 年区域试验平均产量为 6 810 kg/hm²,比

对照品种绥杂 7 号增产 12.5%;2018 年区域试验平均产量为 6 589.5 kg/hm²,比对照品种绥杂 7 号增产 14.6%。二年区域试验平均产量为 6 700.5 kg/hm²,平均比对照品种增产 13.5%。适宜吉林省的中西部,黑龙江省的第一、二积温带及第三积温带的部分地区,内蒙古自治区的中东部地区种植^[17]。

4.5 金果 535

金果 535 是由吉林省金果农业科技有限公司以外引不育系吉 1230A 为母本,恢复系 R25-3-3 为父本组配而成,2020 年通过国家非主要农作物品种登记。该品种生育期 106 d 左右,需 ≥ 10 °C 活动积温 2 250 °C·d 左右,属极早熟高粱杂交种。株高 106.0 cm 左右,穗长 24.5 cm 左右,中散穗,纺锤形,穗粒重 52.0 g,籽粒椭圆形,深红壳、红粒,着壳率 3.5%,千粒重 27.3 g。粗淀粉含量 71.58%,支链淀粉含量 66.57%,粗脂肪含量 3.32%,单宁含量 0.88%。抗叶斑病,高抗高粱丝黑穗病。第一年区域试验平均产量为 6 108 kg/hm²,比对照品种绥杂 7 号增产 5.6%;第二年区域试验平均产量为 5 977.5 kg/hm²,比对照品种绥杂 7 号增产 6.1%。适宜吉林省的中西部,黑龙江省的第一、二积温带及第三积温带的部分地区,内蒙古自治区的中东部等地区种植。

4.6 怀杂 7 号

怀杂 7 号是由吉林省军丰种业有限公司以外引不育系吉 1230A 为母本,绥恢 25 为父本组配而成,2020 年通过国家非主要农作物品种登记。该品种生育期 106 d 左右,需 ≥ 10 °C 活动积温 2 250 °C·d 左右,属极早熟高粱杂交种。株高 105.0 cm 左右,穗长 23.4 cm 左右,中紧穗,纺锤形,穗粒重 50.0 g,籽粒椭圆形,黑壳、红粒,着壳率 4.2%,千粒重 27.2 g。粗淀粉含量 68.27%,支链淀粉含量 84.42%,粗脂肪含量 3.55%,单宁含量 1.37%。抗叶斑病,抗高粱丝黑穗病。第一年区域试验平均产量为 5 778.0 kg/hm²,比对照品种绥杂 7 号增产 5.36%;第二年区域试验平均产量为 5 857.5 kg/hm²,比对照品种绥杂 7 号增产 6.46%。适宜在吉林、黑龙江和内蒙古等地区种植。

5 应用前景

吉 1230A 是利用 3 个地理远缘材料为亲本,经人工去雄有性杂交、复合杂交、回交导入以及回交转育而成。该不育系在选育过程中,适当保持了 3 个亲本的遗传特点,优势互补,剔除了不良基因,既继承了非洲高粱亲缘的 3197B 配合力高、抗病性较强的特点,又保留了中国高粱亲缘的矮

1B矮秆、早熟、拱土力强的优点,同时也引入了苏联亲缘的黑30B株型清秀,叶窄上冲,耐密性较好的特性。

不育系吉1230A的育成克服了高粱生产中所使用的不育系熟期过晚、株高较高、株型不理想,所配杂交种株高过高、不耐密、不抗倒的难题,通过多次回交导入,从后代分离群体中选择出理想的不育系材料,此方法拓宽了遗传基础,扩大了资源利用范围,有利于杂交后代优良基因的聚合和有利性状的稳定;同时降低了株高,改变了株型,丰富了早熟区高粱不育系的类型,提高了杂种优势水平。

6 讨论

随着科技进步和社会发展,农业机械化是农业发展的必然趋势,高粱育种必须培育适合全程机械化的品种^[18],大部分植株偏高的品种并不适于机械化,因此杂交育种的方向,首先就是降低株高,中矮秆高粱品种在密植、抗倒、收获指数方面优势明显;其次就是株型,理想型的植株形态为叶片上冲,直立型,能够保证高密群体条件下中、下部叶片均匀受光,从而改变群体内部的生态环境^[19]。育种家们对于中矮秆高粱如何增产的研究较多,通过扩大植株群体,协调群体产量结构,从而达到提高产量的目的^[20]。由高粱雄性不育系吉1230A选育出的高粱杂交种,具有植株不高(株高在120 cm以下),叶窄上冲,株型紧凑,耐密性好,抗倒伏等优点,适于机械化生产^[21-22]。

我国春播早熟区,播种期间气温低,对高粱亲本及其杂交种的耐寒性要求较高,以应对出苗问题^[23-25],吉1230A保留了中国高粱亲缘矮1B耐低温、拱土能力强的特点,播种后出苗顺利,出苗质量得到保证。

吉1230A系列高粱杂交种,属早熟品种,生育期短(110 d左右),播期选择灵活,在一定程度上降低了种植户的种植风险,特别是遇到灾害后,增加了种植选择,降低了经济损失。另外,吉1230A植株矮,抗病性强,可作为矮源加以利用,丰富了种质资源。

参考文献:

[1] 杨焕春,常向彩,孙向东.高粱营养品质及在食品和饲料方面开发应用研究进展[J].黑龙江农业科学,2024(12):96-102.
[2] 陈乐,纪晓玲,李媛,等.不同饲用高粱品种在榆林风沙草滩区的生产性能及营养品质综合评价[J].饲料研究,2024,

47(18):136-141.

- [3] 时伟,郑红梅,柴丽娟,等.酒用高粱的营养成分及其酿造性能研究进展[J].食品与发酵工业,2022,48(21):307-317.
[4] 刘晨阳,张蕙杰,辛翔飞.中国高粱产业发展特征及趋势分析[J].中国农业科技导报,2020,22(10):1-9.
[5] 邹剑秋.加强高粱应用技术研究,助力高粱产业发展[J].山西农业大学学报(自然科学版),2020,40(3):1.
[6] 卢庆善.高粱学[M].北京:中国农业出版社,1999:171-189.
[7] 王晓东,李俊志,窦爽,等.高粱抗旱性研究进展[J].山东农业科学,2024,56(1):164-173.
[8] 苏杭,翟建荣,邓苛莉,等.2,4-表油菜素内酯对甜高粱和青贮玉米幼苗耐涝性的影响[J].草地学报,2022,30(11):3140-3147.
[9] 黄瑞冬,高悦,周宇飞,等.矮秆高粱辽杂35光合特性与产量构成因素[J].中国农业科学,2017,50(5):822-829.
[10] 高士杰,李继洪,陈冰嫻.培育适宜机械化生产的粒用高粱杂交种应重视的几个问题[J].农业与技术,2015,35(2):12,28.
[11] 杨微,高悦,李继洪,等.高粱雄性不育系吉2055A的创制与应用[J].东北农业科学,2023,48(2):23-26.
[12] 高士杰,陈冰嫻,李继洪,等.中国高粱春播早熟区雄性不育系存在的问题探讨[J].吉林农业科学,2012,37(5):9-11.
[13] 李继洪,陈冰嫻,高明超,等.一种利用回交导入法选育高粱不育系吉1230A的方法:中国,ZL 2015 1 0068016.0.[P].2017-05-31,中华人民共和国国家知识产权局.
[14] 李捷,杨微,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.
[15] 李继洪,高明超,侯佳明,等.矮秆·极早熟高粱杂交种吉杂140的选育与栽培研究[J].园艺与种苗,2017(7):62-64.
[16] 谢利,侯佳明,高悦,等.早熟矮秆高粱杂交种吉杂141的选育经过及栽培制种技术[J].现代农业科技,2020(2):29.
[17] 杨微,张秀侠,赵德,等.矮秆·早熟、耐密植的吉杂162选育及机械化栽培技术[J].植物学研究,2022,11(6):669-673.
[18] 李顺国,刘猛,刘斐,等.中国高粱产业和种业发展现状与未来展望[J].中国农业科学,2021,54(3):471-482.
[19] 高士杰,陈冰嫻,李继洪.对粒用高粱育种的思考[J].现代农业科技,2013(10):31-32.
[20] 朱凯,张飞,柯福来,等.种植密度对适宜机械化栽培高粱品种产量及生理特性的影响[J].作物杂志,2018(1):83-87.
[21] 何文安,贾恩吉,邓邵华,等.中矮秆高粱杂交种杂种优势及其产量构成因素分析[J].吉林农业大学学报,2001(4):11-14.
[22] 杨微,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.
[23] 高士杰,郭中校,刘晓辉,等.春播早熟区高粱的育种方向[J].杂粮作物,2004(6):322-323.
[24] 于大伟,成慧娟,王立新,等.气象因子对高粱生长和产量的影响[J].北方农业学报,2024,52(2):115-125.
[25] 唐玉劫,辛贵民,陈冰嫻,等.糯高粱杂交种吉糯杂3号的选育及轻简化栽培技术[J].东北农业科学,2024,49(5):14-18.

(责任编辑:范杰英)