

陇中半干旱区小豆新品系引种鉴定试验

张海杰, 张鹤潇, 师丽丽, 侯云鹏
(定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000)

摘要: 为了鉴定筛选出适宜陇中半干旱区种植的高产抗病小豆新品系。以京农6号为对照品种, 对引自中国农业科学院作物科学研究所的7个小豆新品系的生育时期、农艺性状、籽粒产量、抗逆性和抗病性等进行试验观察。结果表明, 参试品系生长习性均为直立型, 生育期122~129 d; 均为中晚熟品系; 田间抗旱性、抗倒伏性强, 高抗白粉病, 中抗病毒病和叶斑病。其中ZKS小豆7株高85 cm、主茎分枝数4.6个、主茎节数14.2个、单株荚数61.7个、荚长17.7 cm、荚粒数9.8个、百粒重19.5 g, 折合平均产量3 533.33 kg/hm², 较对照品种京农6号增产6.53%, 田间抗旱性、抗倒伏性强, 高抗白粉病、病毒病、叶斑病、适应性好。ZKS小豆4株高80 cm、主茎分枝数4.4个、主茎节数13.8个、单株荚数58.8个、荚长16.9 cm、荚粒数9.3个、百粒重18.3 g, 折合平均产量3 400.00 kg/hm², 较对照品种京农6号增产2.51%, 抗旱性、抗倒伏性强, 高抗白粉病、叶斑病, 中抗病毒病, 适应性较好。ZKS小豆7和ZKS小豆4可以在陇中半干旱地区进一步推广种植。

关键词: 小豆新品系; 农艺性状; 籽粒产量; 抗逆性; 抗病性

中图分类号: S521

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2023)04-0319-04

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2023.04.006

Experiment on the Introduction and Identification of New Adzuki Bean Lines in the Central Semi-arid Area of Gansu

ZHANG Haijie, ZHANG Hexiao, SHI Lili, HOU Yunpeng
(Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi Gansu743000, China)

Abstract: In order to identify and evaluate new high-yield and disease-resistant adzuki bean lines suitable for planting in semi-arid regions of central Gansu, 7 new adzuki bean lines introduced by the Institute of Crops, Chinese Academy of Agricultural Sciences were used as experimental materials with the variety Jingnong 6 as the control. The growth period, agronomic characters, grain yield, stress resistance and disease resistance of the new adzuki bean lines were studied. The results showed that all the tested lines were upright in their growth habit, with a growth period of 122 to 129 days, all the tested materials were mid to late maturing lines with strong drought resistance and lodging resistance in the field, high resistance to powdery mildew, moderate resistance to viral disease and leaf spot disease. Plant height, branch number of main stem, node number of main stem, pod number per plant, pod length, grain number per pod, and 100-seed weight in ZKS adzuki bean 7 were 85 cm, 4.6, 14.2, 61.7, 17.7 cm, 9.8, and 19.5 g, respectively, average yield was 3 533.33 kg/ha which was 6.53% higher compared with that of the control Jingnong 6, strong drought resistance and lodging resistance in the field, high resistance to powdery mildew, virus disease, leaf spot disease, and good adaptability were also detected in this variety. Plant height, branch number of main stem, node number of main stem, pod number per plant, pod length, grain number per pod, and 100-seed weight in ZKS adzuki bean 4 were 80 cm, 4.4, 13.8, 58.8, 16.9 cm, 9.3, and 18.3 g, respectively, average yield was 3 400.00 kg/ha which was 2.51% higher compared with that of the control Jingnong 6, strong drought resistance and lodging resistance, high resistance to powdery mildew and leaf spot disease, moderate resistance to viral diseases, and good adaptability were detected in this variety as well. To sum up, ZKS adzuki bean 7 and ZKS adzuki bean 4 could be further promoted in the central semi-arid regions of Gansu.

Key words: New line of adzuki bean; Agronomic character; Grain yield; Stress resistance; Disease resistance

小豆 [*Vigna angularis* (Willd) Ohwi&Ohashi)] 于中国, 具有2 000多年的悠久栽培史, 是我国重要属豆科蝶形花亚科菜豆族豇豆属栽培作物, 起源 要的六大食用豆之一^[1]。小豆蛋白质含量高、脂

收稿日期: 2023-02-15

基金项目: 国家食用豆产业技术体系-定西综合试验站(CARS-08-Z21)。

作者简介: 张海杰(1978—), 女, 甘肃陇西人, 农艺师, 主要从事作物新品种选育及示范推广工作。Email: 592793840@qq.com。

通信作者: 侯云鹏(1990—), 男, 甘肃渭源人, 助理研究员, 主要从事作物新品种选育及示范推广工作。Email: 1351904022@qq.com。

肪含量低, 营养丰富多样, 具有多种矿物质和抗氧化活性物质^[2], 对治疗高血压和糖尿病具有一定的作用^[3-4], 是公认的医食同源作物。据统计, 小豆在我国每年的种植面积和收获产量都居世界第一位^[5], 种植区域主要集中分布在东北、华北、西北和江淮地区^[6], 是我国重要的出口创汇农产品^[7], 产品畅销欧美、东南亚、韩国和日本等。小豆播种期灵活、耐瘠薄、适应性广、种植管理简便、具有较强的生物固氮作用, 能够改良土壤理化性质, 修复生态系统^[8], 是生态环境恶劣、经济不发达地区农民重要的经济来源^[9], 具有良好的生态效益和经济效益。目前, 有关小豆新品种引种评价的研究报道, 主要在辽宁、河北、广西、陕西、新疆等省区^[10-12]。甘肃陇中地区气候干燥、年降水量少、水资源时空分布差异较大、水资源高效集约利用率低^[13]、光热资源丰富、绝大多数土地属于旱地, 非常适宜小豆的种植。因此, 在陇中干旱地区开展小豆引种鉴定试验, 筛选出适宜该区推广种植的新品种, 对促进当地食用豆产业健康发展具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试小豆新品系有 ZKS 小豆 1、ZKS 小豆 2、ZKS 小豆 3、ZKS 小豆 4、ZKS 小豆 5、ZKS 小豆 6、ZKS 小豆 7 和对照品种京农 6 号(CK), 均由中国农业科学院作物科学研究所提供。

1.2 试验区概况

试验在定西市农业科学研究院科技创新基地(35° 32' N、104° 37' E)进行。试验区年平均气温 6.4~9.6 °C, 海拔 1 920 m, 年平均日照 2 200~2 500 h, 年降水量 300~500 mm。试验地土壤类型为黄绵土, 耕层土壤有机质含量 21.36 g/kg、速效氮含量 51.57 mg/kg、速效磷含量 44.72 mg/kg、速效钾含量 82.46 mg/kg, pH 碱性。

1.3 试验设计

试验完全随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 6 m²。起垄覆膜, 垄长 3 m, 垄宽 2 m, 垄高 10 cm, 小区种植 4 行, 行距为 50 cm, 株距 15 cm。试验于 2021 年 4 月 20 日播种, 播种前施尿素 300 kg/hm²、磷酸二铵 375 kg/hm²、硫酸钾 225 kg/hm²。出苗后间苗定苗, 记载每小区不同品系的各个生

育时期、主要性状、抗旱性、抗倒伏性和抗病性等^[14-16], 抗旱性、抗倒伏性和抗病性分级标准依据小豆种质资源描述规范和数据标准严格执行^[17]。收获前每小区除去两边 50 cm 处随机选取 10 株, 测定不同品系主茎分枝数、主茎节数、单株荚数、荚粒数、荚长、百粒重、株高等考种指标, 其他管理同大田。成熟后小区单收计产。

1.4 数据处理

试验数据处理和分析采用 Excel 和 Spass20.0 软件。

2 结果与分析

2.1 生育期

由表 1 可知, 参试品系的出苗期为 5 月 2—5 日, 其中 ZKS 小豆 1、ZKS 小豆 3 与对照品种京农 6 号相同, 其余品系较对照品种京农 6 号晚 1~3 d, ZKS 小豆 7 出苗最晚。开花期为 7 月 7—14 日, 各参试品系开花时间相差较大, 花期持续时间较长。8 月下旬进入成熟期, ZKS 小豆 4 成熟最早, 为 8 月 19 日; ZKS 小豆 6 进入成熟期最迟, 为 8 月 26 日; 各参试品系成熟期相差 7 d。除 ZKS 小豆 4 较对照品种京农 6 号早熟 1 d、ZKS 小豆 4 与对照品种京农 6 号相同外, 其余品系较对照品种京农 6 号均表现晚熟。参试品系生育期为 122~129 d, 与夏播区比生育期较长, 均为中晚熟品系。

表 1 参试小豆品种(系)的主要生育期

品种(系)	播种期 /(日/月)	出苗期 /(日/月)	开花期 /(日/月)	成熟期 /(日/月)	生育期 /d
ZKS小豆1	20/4	2/5	9/7	23/8	126
ZKS小豆2	20/4	3/5	8/7	20/8	123
ZKS小豆3	20/4	2/5	11/7	21/8	124
ZKS小豆4	20/4	4/5	8/7	19/8	122
ZKS小豆5	20/4	3/5	7/7	22/8	125
ZKS小豆6	20/4	3/5	14/7	26/8	129
ZKS小豆7	20/4	5/5	12/7	24/8	127
京农6号(CK)	20/4	2/5	10/7	20/8	123

2.2 主要性状

由表 2 可知, 参试品种(系)的生长习性均为直立型, 植株紧凑、整齐度较好, 群体整体动态表现较好。参试品种(系)株高为 73~85 cm, 其中品系 ZKS 小豆 7、ZKS 小豆 4、ZKS 小豆 2、ZKS 小豆 6 较高, 分别为 85、80、77、76 cm; ZKS 小豆 3 最低, 为 73 cm。以上品系与对照品种京农 6 号差异显著($P<0.05$), ZKS 小豆 1、ZKS 小豆 5 与对照品种京农 6 号差异不显著($P>0.05$)。参试

表 2 参试小豆品种(系)的主要性状

品种(系)	生长习性	株高/cm	主茎分枝数/个	主茎节数/个	单株荚数/个	荚粒数/个	荚长/cm	百粒重/g
ZKS小豆1	直立	74±0.333 3 d	4.2±0.088 2 b	12.9±0.088 2 c	52.0±0.793 7 d	8.4±0.088 2 d	15.6±0.360 6 c	16.5±0.202 8 d
ZKS小豆2	直立	77±0.333 3 c	3.5±0.120 2 c	12.7±0.120 2 c	50.5±0.592 6 d	8.1±0.033 3 e	14.5±0.296 3 d	15.5±0.202 8 e
ZKS小豆3	直立	73±0.333 3 e	3.1±0.066 7 d	11.3±0.264 6 e	43.1±0.712 6 f	7.5±0.057 7 f	13.6±0.057 7 de	11.9±0.264 6 g
ZKS小豆4	直立	80±0.333 3 b	4.4±0.057 7 b	13.8±0.088 2 b	58.8±0.929 2 b	9.3±0.066 7 b	16.9±0.338 3 ab	18.3±0.202 8 b
ZKS小豆5	直立	75±0.333 3 d	4.3±0.066 7 b	13.5±0.088 2 b	56.5±0.513 2 c	8.7±0.088 2 c	15.8±0.318 0 c	17.6±0.176 4 c
ZKS小豆6	直立	76±0.333 3 c	3.5±0.057 7 c	11.8±0.208 2 d	47.6±0.656 6 e	7.6±0.100 0 f	13.3±0.272 9 e	13.0±0.305 5 f
ZKS小豆7	直立	85±0.333 3 a	4.6±0.088 2 a	14.2±0.176 4 a	61.7±0.529 2 a	9.8±0.088 2 a	17.7±0.529 2 a	19.5±0.176 4 a
京农6号(CK)	直立	75±0.333 3 d	4.3±0.333 3 b	13.7±0.333 3 b	56.9±0.924 4 bc	8.5±0.088 2 cd	16.5±0.173 2 bc	17.9±0.176 4 bc

品种(系)主茎分枝数和主茎节数分别为 3.1~4.6 个、11.3~14.2 个, 其中 ZKS 小豆 7 主茎分枝数和主茎节数最多, 分别为 4.6、14.2 个; 其次是 ZKS 小豆 4, 分别为 4.4、13.8 个; ZKS 小豆 7 与对照品种京农 6 号差异显著($P<0.05$), ZKS 小豆 4 与对照品种京农 6 号差异不显著($P>0.05$)。参试品种(系)单株荚数为 43.1~61.7 个, 其中 ZKS 小豆 7 单株荚数最多, 为 61.7 个; ZKS 小豆 4 第 2 位, 为 58.8 个; ZKS 小豆 3 最少, 为 43.1 个。参试品种(系)植株荚长为 13.3~17.7 cm, 荚粒数为 7.5~9.8 个, 荚长越长荚粒数越多。其中 ZKS 小豆 7 荚长 17.7 cm、荚粒数 9.8 个, 在参试品种(系)中表现最好; 其次是 ZKS 小豆 4, 荚长 16.9 cm、荚粒数 9.3 个。参试品系百粒重为 11.9~19.5 g, 其中 ZKS 小豆 7、ZKS 小豆 4 籽粒饱满较大, 百粒重分别为 19.5、18.3 g。

2.3 产量

由表 3 可知, 参试品种(系)小豆籽粒折合平均产量为 2 733.33~3 533.33 kg/hm², 较对照品种京农 6 号增产 -17.59~6.53%, 其中 ZKS 小豆 7 最高, 为 3 533.33 kg/hm², 较对照品种京农 6 号增产 6.53%; 其次是 ZKS 小豆 4, 为 3 400.00 kg/hm², 较对照品种京农 6 号增产 2.51%; 其余品系均较对照品种京农 6 号减产。

表 3 参试小豆品种(系)的籽粒产量

品种(系)	小区平均产量/(kg/6 m ²)	折合平均产量/(kg/hm ²)	增产率/%	位次
ZKS小豆1	1.88	3 133.33±0.660 7 e	-5.33	5
ZKS小豆2	1.87	3 116.67±0.788 1 e	-6.03	6
ZKS小豆3	1.64	2 733.33±0.864 1 g	-17.59	8
ZKS小豆4	2.04	3 400.00±0.913 8 b	2.51	2
ZKS小豆5	1.96	3 266.67±0.661 2 d	-1.51	4
ZKS小豆6	1.77	2 950.00±0.811 0 f	-11.06	7
ZKS小豆7	2.12	3 533.33±1.389 1 a	6.53	1
京农6号(CK)	1.99	3 316.67±0.601 4 c		3

2.4 抗逆性和抗病性

由表 4 可知, 参试小豆品种(系)在整个生育期内田间抗旱性均为 1 级, 说明参试小豆品系抗旱性强。参试小豆品种(系)的抗倒伏性也均为 1 级, 在生育期内没有发现倒伏现象。在病害发病流行期间进行小豆品系主要常见病害田间调查可知, 白粉病均为 2 级, 说明参试小豆品种(系)高抗白粉病; 病毒病表现为 2~3 级, 除了 ZKS 小豆 7 为 2 级, 其余参试小豆品种(系)均为 3 级, 说明 ZKS 小豆 7 高抗病毒病, 其余参试小豆品种(系)中抗病毒病; 叶斑病田间表现也为 2~3 级, 其中 ZKS 小豆 7、ZKS 小豆 4、对照品种京农 6 号均为 2 级, 其余品系均为 3 级, 说明 ZKS 小豆 7、ZKS 小豆 4、对照品种京农 6 号高抗叶斑病, 其余品系中抗叶斑病。参试小豆品系的抗逆性和抗病性在陇中半干旱地区综合表现良好, 适应性好, 可以进一步推广应用。

表 4 参试小豆品种(系)的抗逆性和抗病性

品种(系)	抗旱性 ^①	抗倒伏性 ^②	抗病性 ^③		
			白粉病	病毒病	叶斑病
ZKS小豆1	1	1	2	3	3
ZKS小豆2	1	1	2	3	3
ZKS小豆3	1	1	2	3	3
ZKS小豆4	1	1	2	3	2
ZKS小豆5	1	1	2	3	3
ZKS小豆6	1	1	2	3	3
ZKS小豆7	1	1	2	2	2
京农6号(CK)	1	1	2	3	2

①抗旱性 1 级为植株叶片无受害症状。②抗倒伏性 1 级为株型直立, 无蔓生倒伏性状。③白粉病 2 级为高抗, 叶片上出现少数褪绿斑点, 附着白色粉状物。病毒病 2 级为高抗, 植株叶片少数出现花叶症状; 3 级为中抗, 花叶、斑驳等症状较为严重。叶斑病 2 级为高抗, 叶片少数出现针状斑点; 3 级为中抗, 斑点沿叶脉形成角斑, 部分叶片脱落。

3 讨论与结论

引种是一种简单易行且迅速有效的育种方法, 可在短时间内获得适宜当地种植的新品种^[18]。但

小豆属光温敏感性较强的作物,在不同生态区域间引种的效果存在明显差异^[19]。王丽侠等^[20]分析了166份小豆核心种质的农艺性状在不同生态环境下的变异情况,不同种质对不同环境的敏感度也存在差异。单皓等^[21]研究认为,随着干旱程度的增加,抗氧化酶活性升高,可溶性蛋白质含量下降,可溶性糖和脯氨酸含量增加;复水以后有所恢复但不能达到正常水平,从而得出结论抗旱性强的小豆品种,干旱-复水处理后的恢复能力也强。

在陇中半干旱区引种试验表明,参试小豆新品系都能够顺利完成整个生育时期,生育期为122~129 d,均为中晚熟品系,各品系之间无显著差异。参试新品系籽粒折合平均产量为2 733.33~3 533.33 kg/hm²,较对照品种京农6号增产-17.59%~6.53%。ZKS小豆7平均产量最高,为3 533.33 kg/hm²,较对照品种京农6号增产6.53%,抗旱性、抗倒伏性强,高抗白粉病、病毒病、叶斑病、适应性好,综合性状第1位;ZKS小豆4平均产量为3 400.00 kg/hm²,较对照品种京农6号增产2.51%,抗旱性、抗倒伏性强,高抗白粉病、叶斑病,中抗病毒病,适应性较好,综合性状第2位;其余品系抗逆性、抗病性表现较好,但是籽粒产量较对照品种京农6号均减产。从主茎分枝数、主茎节数、单株荚数、荚长、荚粒数、百粒重、产量综合评价认为,ZKS小豆7和ZKS小豆4在所有参试品系中农艺性状表现较好,可在陇中半干旱地区示范推广。本试验未对参试小豆新品系的蛋白质、氨基酸等营养成分含量进行测定分析,有待于今后研究完善,以便更精准的鉴定评价品种(系)的栽培价值。同时可以结合陇中地区优势马铃薯产业进行马铃薯套种复种小豆试验研究,以期获得更高的经济效益,为陇中干旱地区小豆新品种提质增效提供可靠的技术支持。

参考文献:

- [1] 王述民,谭富娟,胡家蓬.小豆种质资源同工酶遗传多样性分析与评价[J].中国农业科学,2002,35(11):1311-1318.
- [2] 肖君泽,李益锋,邓建平.小豆的经济价值及开发利用途径[J].作物研究,2005,19(1):62-63.
- [3] MUKAIY, SATOS. Polyphenol-containing azuki bean (*Vigna angularis*) extract attenuates blood pressure elevation and modulates nitric oxide synthase and caveolin-1 expressions in rats with hypertension[J]. NutrMetab-Cardiovasc Dis, 2009, 19: 491-497.
- [4] ITOH T, KOBAYASHIM, HORINF, et al. Hypoglycemic effect of hot-water extract of adzuki (*Vigna angularis*) in-spontaneously diabetic KK-A(y)mice [J]. Nutrition, 2009, 25: 134-141.
- [5] 濮绍京,金文林,赵波,等.我国北方小豆地方品种资源研究[J].北京农学院学报,2003,10(4):245-248.
- [6] 田静.小豆生产技术[M].北京:北京教育出版社,2016.
- [7] 程须珍,王述民.中国食用豆类品种志[M].北京:中国农业科学技术出版社,2009.
- [8] 赵秋,王洪皓.辽宁省食用豆产业现状与发展策略[J].辽宁农业科学,2016(2):70-71.
- [9] 王丽侠,程须珍,王素华.小豆种质资源研究与利用概述[J].植物遗传资源学报,2013,14(3):440-447.
- [10] 何伟锋,叶福民,乔辉,等.辽宁省小豆种质资源表型鉴定及多样性分析[J].河北农业大学学报,2022,45(1):20-29.
- [11] 高运青,李姝彤,郑丽珍,等.小豆种质资源鉴定与评价[J].耕作与栽培,2021,41(3):45-48.
- [12] 颜军,杨旭红,王雨,等.我国小豆品种选育与新品种保护进展[J].种子,2021,40(4):51-58.
- [13] 刘成林.甘肃省黄河流域水资源节约集约利用现状及对策[J].甘肃农业科技,2022,53(4):20-23.
- [14] 亚秀秀,周桂梅,陈健,等.小豆病害研究进展[J].植物保护,2019,45(3):36-40;48.
- [15] 喻少帆,金文林,张清润,等.小豆种质资源抗白粉病鉴定[J].北京农业科学,1997(3):41-42;45.
- [16] 王晓鸣,金达生,列顿R.小豆病虫害鉴别与防治[M].北京:中国农业科学技术出版社,2000.
- [17] 程须珍,王素华,王丽侠,等.小豆种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [18] 牟致远,赖仲铭.作物育种学[M].北京:中国农业科技出版社,2009.
- [19] 宋瑞军,王彩萍,侯小峰,等.播期密度互作对红小豆产量及农艺性状的影响[J].甘肃农业科技,2022,53(2):32-37.
- [20] 王丽侠,程须珍,王素华,等.我国小豆应用核心种质的生态适应性及评价利用[J].植物遗传资源学报,2013,14(5):794-799.
- [21] 单皓,罗海婧,张松,等.不同抗旱性小豆根系对干旱-复水的生理生态响应[J].干旱地区农业研究,2023,41(1):94-100.