



王舒, 万平, 吕国丽, 等. 高纬寒地种植京农小豆品种筛选与农艺性状初步评价[J]. 黑龙江农业科学, 2020(10):30-33.

# 高纬寒地种植京农小豆品种筛选与农艺性状初步评价

王舒<sup>1</sup>, 万平<sup>2</sup>, 吕国丽<sup>1</sup>, 蔡鑫鑫<sup>1</sup>, 谭娟<sup>1</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164300; 2. 北京农学院 植物科技学院, 农业应用新技术北京市重点实验室, 北京 102206)

**摘要:**为丰富黑河第四积温带地区红小豆品种, 引进小豆品种京农 21、京农 23 和京农 26, 以黑河当地主种农家品种为对照进行比较试验, 比较评价生育期、农艺性状和产量及构成。结果表明: 京农 23 与黑河红小豆对照品种生育期接近, 京农 21 比黑河红小豆晚 20 d, 但也能成熟, 京农 26 在当地不能成熟。

**关键词:**京农小豆; 高纬寒地; 第四积温带

小豆(*Vigna angularis*)起源于中国, 是豆科虹豆属一年生草本植物, 俗称红小豆、赤豆和红豆等<sup>[1]</sup>, 其高营养, 富含铁锌、维生素 B、叶酸、类黄酮等生物活性物质, 含有其他豆类缺乏或很少含有的三萜皂甙等成分, 因此具有解毒、利尿、补血等功效<sup>[2]</sup>, 其提取物具有良好的抗氧化性和对多种疾病的预防、治疗作用<sup>[3]</sup>, 是中国主要栽培的食用豆类之一。随着国家对农业供给侧结构性改革措施的推动, 杂粮杂豆的种植面积显著增多。其中红小豆以其种子富含淀粉、维生素 B 族、蛋白质<sup>[4]</sup>及良好的医用价值等优点, 越来越受到人们的喜爱。

黑龙江省是我国粮食种植大省, 大部分地区属于中温带, 土质比较肥沃, 适宜种植食用豆类,

是近年来国内最大的小豆产区<sup>[5]</sup>。中国的红小豆种植虽然已经有几千年的历史, 但由于大家把重点都放在大豆玉米等主要农作物上, 忽视了红小豆等其他食用豆类的种植, 投入的科研力量少也导致新筛选培育的品种少, 也忽略了红小豆品种资源的保护。

我国红小豆种质资源丰富, 在国家种质资源库保存的种质约 5 000 份<sup>[6]</sup>。农民长期种植地方品种, 品种资源薄弱、可选优良品种少, 品种纯度低, 抗逆性、抗病性等能力变差, 营养品质和商品性严重退化, 产量减少, 甚至有的品种面临濒危的处境<sup>[7]</sup>。加上生产过程中缺乏科学指导, 产品中科技含量不高, 导致红小豆在市场上的竞争力下降<sup>[8-9]</sup>。虽然小豆品种存在着诸多不足, 但是红小豆对环境的适应性很强, 在盐碱地、贫瘠地、干旱地均可生长, 因此小豆经常被用为恶劣生长环境下主要的栽培作物。由于其根系也具有固氮功能, 小豆也被用作禾谷类作物间作套种和良好的前茬作物, 是轮作过程中较好的选择, 对培肥地力

收稿日期: 2020-07-06

基金项目: 北京农学院科技成果培育计划(CGPY202009)。

第一作者: 王舒(1983-), 女, 学士, 助理研究员, 从事作物资源栽培研究。E-mail: wangshu1024hh@163.com。

通信作者: 万平(1962-), 女, 博士, 教授, 从事食用豆基因组学和分子遗传育种研究。E-mail: pingwan3@163.com。

## Transcriptome Analysis of Pumpkin Under Drought Stress

ZHAO Qian

(Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

**Abstract:** Pumpkin is one of the important economic crops in northeast China, drought is the main limiting factor for pumpkin production. In order to explore the molecular mechanism of drought tolerance and drought tolerance related genes in pumpkin, pumpkin variety Jinbei No. 1 was treated with PEG-6000 to simulate drought stress, high throughput sequencing of pumpkin leaves at different stages was carried out. The results showed that 1 254 differentially expressed genes were obtained, and 126 genes were involved in the biological process of drought tolerance through gene function annotation and enrichment analysis. It is worth noting that the five genes with the highest expression levels were involved in the glycolysis pathway. Therefore, it is speculated that glycolysis is an important pathway in the molecular mechanism of drought tolerance in pumpkin.

**Keywords:** pumpkin; Jinbei No. 1; transcriptome; drought stress; drought-tolerant genes



改善生态环境具有重要作用。同时由于生育期较短,也被视为灾后的补栽作物。黑龙江、吉林省甚至延迟至 6 月上旬也可以抢播早熟的红小豆<sup>[10]</sup>。

试验对引进的北京农学院育成的京农系列小豆品种进行跨区种植,进行区域性生产试验适应性评价,为京农系列红小豆优良品种在高纬度高寒地区的种植及推广提供参考,同时丰富高纬寒地红小豆种质资源,为育成适宜黑河当地种植的红小豆新品种提供育种材料,为黑河及北京农学院红小豆科研生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于黑龙江省农业科学院黑河分院科研与资源管理研究室试验田,地处黑龙江省黑河市爱辉区西郊(50° 15' N, 127° 27' E),海拔 168.5 m,第四积温带,属高纬寒地,土壤为草甸暗棕壤,肥沃均匀。2018 年为春整地、春起垄,采用一次性机器深施肥,5 月 12 日人工精量播种。种肥为秋壮牌磷酸二铵(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%、N 18%) 100 kg·hm<sup>-2</sup>;多肽尿素(N 46%)100 kg·hm<sup>-2</sup>;罗布泊硫酸钾(K<sub>2</sub>O 25%)40 kg·hm<sup>-2</sup>。试验用地前茬作物为黑苦荞,田间统一管理,试验期间无追肥,无灌水,受降水影响趟地一遍,苗后除草剂人工喷施及人工除草结合。

2018 年度生育期(5-9 月)月均气温、月均降水量详见表 1。

表 1 2018 年生长期月均气温和月均降水量

Table 1 Average monthly temperature and precipitation of 2018

月份 Month	月均气温 Temperature/℃	月均降水量 Monthly average precipitation/mm
5 月	14.1	24.7
6 月	17.8	192.0
7 月	21.5	157.8
8 月	19.8	94.1
9 月	12.9	89.3
平均	17.2	合计 557.9

注:数据来源于黑河气象局,距试验地 500 m。

Note: Data from Heihe Meteorological Bureau,500 meters a-way from the experimental site.

1.2 材料

京农 21 红小豆品种由北京农学院植物科技学院利用诱变京农 6 号经多代选育而成。该品种早熟,大粒,百粒重 14~18 g,粗蛋白质含量

25.38%,粗淀粉含量 52.59%,粗脂肪含量 0.41%。该品种耐病毒病,抗叶斑病和霜霉病,抗旱,早熟,高产,对土壤肥力要求不严,适应性广,豆沙品质优等特点,适宜华北、东北、内蒙古等地种植。

京农 23 红小豆经航天育种育成,该品种早熟、高产、抗逆、有限结荚习性,结荚集中、熟期一致,籽粒短圆柱形,红色有光泽,百粒重 12 g 左右,蛋白质含量 24.24%,粗淀粉含量 52.62%,豆沙品质好,耐阴,耐病毒病、中抗叶斑病、中抗霜霉病,适宜林果套种及第四和第三积温带种植。

京农 26 红小豆是北京农学院诱变本校育成品种京农 6 号,通过系谱法选择育而成。该品种高产,适应性较广,鲜红大粒,商品性好。植株直立,百粒重 16~19 g,籽粒商品外观品质好,高抗白粉病,抗病毒病和叶斑病。粗蛋白含量 23.60%、粗脂肪含量 0.70%、粗淀粉含量 47.01%。适宜华北、西北、黄淮海和长江流域种植。

黑河红小豆对照(CK)取自黑河当地第四积温带种植的红小豆农家品种,经过多年种植,已经完全适应黑河当地的气候条件。早熟,高产,籽粒红色饱满,小粒圆柱形,植株直立强壮不倒伏,抗病抗涝抗旱能力强。

1.3 方法

试验品种种植小区垄长 7 m,行距 0.65 m,共 108 垄,面积为 491.4 m<sup>2</sup>,密度 22 万株·hm<sup>-2</sup>。

生育期及农艺性状调查根据小豆种质资源描述规范和数据标准<sup>[11]</sup>。秋天成熟期对每个品种取连续种植的 30 株进行逐一考种后取平均值。数据由 Excel 2013 进行处理。

2 结果与分析

2.1 熟期适应性评价

京农 21 熟期比黑河红小豆晚 20 d 左右,京农 23 熟期与黑河红小豆相同,京农 26 在黑河第四积温带地区正常年份也不能正常成熟,无法记录生育天数。

2.2 生育期比较

京农 21 出苗比黑河红小豆晚 2 d,京农 23 出苗期与黑河红小豆出苗期相同,京农 26 比黑河红小豆晚 4 d。京农 21 的盛花期比黑河红小豆晚 7 d,京农 23 的盛花期比黑河红小豆晚 1 d,京农 26 盛花期比黑河红小豆晚 17 d。京农 21 成熟期比黑河红小豆晚 20 d,京农 23 的成熟期比黑河红

小豆晚 2 d(表 2)。2018 年截止 10 月 12 日大田收获时京农 26 每株上仍有多数的未成熟绿荚。京农 21、京农 23 两个品种完成全部生育期生长过程;京农 26 在黑河试验地不能完全成熟。

表 2 京农小豆品种生育期调查

Table 2 Investigation on the growth period of Jingnong adzuki bean varieties

品种 Varieties	出苗期/(月-日) Seedling date/ (month-day)	盛花期/(月-日) Full flowering date/ (month-day)	成熟期/(月-日) Mature date/ (month-day)	全生育期 Whole growth period date/d
京农 21	05-28	07-31	09-30	140
京农 23	05-26	07-24	09-12	121
京农 26	05-30	08-09	-	-
黑河红小豆(CK)	05-26	07-23	09-10	120

2.3 农艺性状比较

由表 3 可知,株高最高的是京农 21,其次是京农 26,再次是黑河 CK 最矮是京农 23。有效分枝始节位最高的是京农 21,其次是黑河红小豆,再次是京农 26,最低是京农 23。京农 26 结荚部位离地面最高,京农 21 与之相差无几,其次是黑河红小豆,京农 23 结荚部位离地面最近。主茎节数京农 21 和京农 26 均为 17 节,黑河红小豆有 15 节,京农 23 有 14 节。主茎分枝数京农 23 有 1 个有效分枝,京农 21、京农 26 和黑河红小豆均有 2 个有效分枝。4 个品种的荚长相比较,京农 21 荚长最长,京农 26 荚长次之,黑河红小豆第三,京农 23 荚长最短。京农 26 的荚宽大于京农 21 和京农 23,黑河红小豆荚宽最小。

表 3 京农小豆品种农艺性状

Table 3 Agronomic traits of Jingnong adzuki bean varieties

品种 Varieties	株高 Plant height/cm	分枝始节位 Branch position in the beginning/cm	结荚部位 Podding position/cm	荚长 Pod length/cm	荚宽 Pod width/cm	节数 Internode number of main stem	分枝数 Branch number of main stem
京农 21	73.5	3.9	11.8	10.3	0.7	17	2
京农 23	43.6	2.6	5.0	7.9	0.7	14	1
京农 26	65.0	3.4	11.9	10.0	0.8	17	2
黑河红小豆(CK)	49.5	3.7	6.7	9.5	0.6	15	2

2.4 产量构成因素比较

由表 4 可知,京农 21 单株粒数为 110 粒,京农 23 单株 120 粒,京农 26 单株 116 粒(包括成熟粒和未成熟粒),黑河红小豆单株粒数为 230 粒。4 个品种单株产量最高的是黑河红小豆,有 22.9 g,其次是京农 21 为 18.9 g,再次是京农 26 为 17.6 g(所有成熟荚的籽粒产量),最少的是京农 23,为 15.4 g。京农 21 百粒重为 16.7 g,京农 23 百粒重为 13.3 g,京农 26 百粒重为 15.2 g,黑河红小豆百粒重为 9.2 g。

表 4 京农小豆品种产量及其构成因素

Table 4 Yield and its components of Jingnong adzuki bean varieties

品种 Varieties	单株粒数 Seed number per plant	单株荚数 Pod number per plant	单株产量 Yield per plant/g	百粒重 100-seed weight/g	小区产量 Yield of trial plot/kg	折合产量 Yield/ (kg·hm <sup>-2</sup> )
京农 21	110	21	18.9	16.7	59.6	1213.5
京农 23	120	20	15.4	13.3	63.7	1296.7
京农 26	116	22	17.6	15.2	32.8	
黑河红小豆(CK)	230	34	22.9	9.2	85.0	1730.4



## 2.5 小区产量

2018年9月末至10月初收获时期气温高于往年,没有严重霜冻情况。京农21、京农23和黑河红小豆的小区产量为小区实收产量,京农26未能正常成熟,不予测产。按照秋收考种计算理论产量,京农21为 $1\,213.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,京农23为 $1\,296.7\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,黑河红小豆为 $1\,730.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

## 3 结论与讨论

2018年5月至9月生长季节,黑龙江省黑河地区的平均温度低于往年,平均降水量高于往年。5月末出苗期干旱,6月苗期雨天持续时间长,雨量大,苗被冲毁,除草剂喷施条件受限,杂草茂盛,进行了人工除草和补种。7月花期降水较苗期略有减少。9月末10月初无霜冻等寒冷天气出现。试验品种京农21熟期较黑河红小豆品种晚,最晚可在5月中旬播种,黑河当地10月中旬前没有严重霜冻的情况下则此品种可以正常成熟。试验品种京农23熟期与黑河红小豆品种接近,在黑河地区可以正常成熟。试验品种京农26在10月12日收获时每株有熟荚有绿荚为不能成熟品种。对照品种黑河红小豆粒小荚密,耐涝,往年的试验数据显示其播期在6月初也可自然成熟且产量高。

初步综合比较3个试验品种和对照品种的生育期、农艺性状、产量及其构成因素,京农21熟期虽然较黑河当地红小豆晚但可以适时提前播种,且农艺性状较好,植株强壮不倒伏,抗涝能力强,籽粒大且饱满,可以作为引进黑河的红小豆资源并尝试作为育种材料进行种植开发。京农23熟期最接近黑河当地品种,在农艺性状方面虽然不如京农21和京农26好,但产量高于京农21,百

粒重明显高于当地对照品种,商品性好,抗涝能力一般,在气候条件良好的年份产量能接近黑河当地红小豆品种,可以作为引进黑河的红小豆资源和育种材料进行推广播种。但由于只是一年试验的初步评估,仍需要对黑河地区种植京农21和京农23的农艺性状及产量状况继续试验评价。京农26熟期不适合黑河市爱辉区第四积温带当地种植推广,但是可作为红小豆优秀种质资源进行保存利用,京农26的农艺性状,籽粒品质性状好,可尝试引进黑河作为红小豆优良性状育种材料进行筛选育种。

## 参考文献:

- [1] 罗海婧. 不同品种红小豆对水分胁迫和复水的生理生态影响[D]. 临汾:山西师范大学,2015.
- [2] 张雪梅,张玲,李雪,等. 红小豆加工利用研究进展[J]. 南方农业,2019,13(7):53-56.
- [3] 梁丽雅,闫师杰. 红小豆的加工利用现状[J]. 食品科技,2004(3):68-69.
- [4] 张波,薛文通. 红小豆功能特性研究进展[J]. 食品科学,2012,33(9):264-266.
- [5] 崔洪秋. N、P和密度水平对红小豆光合生理和产量的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2008.
- [6] 邓小鹏,张月辰. 河北省小豆研发状况及其发展对策[J]. 中国农学通报,2005(10):413-415.
- [7] 申晓慧. 黑龙江省红小豆生产现状[J]. 中国种业,2017(4):18-19.
- [8] 徐宁,王明海,包淑英,等. 小豆种质资源、育种及遗传研究进展[J]. 植物学报,2013,48(6):676-683.
- [9] 项洪涛,冯廷江. 中国红小豆栽培和生理研究现状及展望[J]. 中国农学通报,2018,34(21):23-28.
- [10] 王新国. 东北地区红小豆栽培技术[J]. 粮食作物,2017(12):15-17.
- [11] 程须珍,王素华,王丽侠. 小豆种质资源描述规范和数据标准[G]. 北京:中国农业出版社,2006.

# Screening on Jingnong Series Varieties of Adzuki Bean and Initial Evaluation of Agronomic Traits of in Cold Region of High Latitude

WANG Shu<sup>1</sup>, WAN Ping<sup>2</sup>, LYU Guo-li<sup>1</sup>, CAI Xin-xin<sup>1</sup>, TAN Juan<sup>1</sup>

(1. Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe 164300, China; 2. College of Plant Science and Technology, Beijing University of Agriculture, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China)

**Abstract:** In order to enrich adzuki bean varieties in the fourth accumulated temperate zone of Heihe, Jingnong 21, Jingnong 23, and Jingnong 26 were introduced in the fourth accumulated temperature zone of Heihe, comparison experiments were carried out and a mainly planted native variety in Heihe was control, to evaluate and compare the growth period, agronomic traits, yield and its components. The results showed that the growth period of Jingnong 23 was similar to that of CK, and Jingnong 21 could mature 20 days later than CK, while Jingnong 26 could not mature in Heihe.

**Keywords:** Jingnong adzuki bean varieties; high latitudes and cold regions; fourth accumulated temperature zone