

大豆品种(系)钾响应度的基因型差异

李春红,孙海鹰,孙晶,杨兴,高维山,曹敏建

(沈阳农业大学 农学院,辽宁 沈阳 110866)

摘 要:针对我国土壤钾素资源短缺,大豆种质资源丰富特点,以东北三省72份大豆品种(系)为试材,采用田间试验的方法,设低钾和对照2个处理,通过3 a的试验,以产量、钾响应度为指标评价大豆对低钾胁迫的基因型差异。结果表明:不同大豆品种(系)的产量、钾响应度的差异十分明显,根据低钾条件下大豆的产量和钾响应度,将供试品种(系)划分为高产低响应型、高产高响应型、低产低响应型和低产高响应型。其中T40、铁豆36和铁丰33为高产低响应型;辽豆17、石二和铁丰31为高产高响应型;这些品种(系)可以为低钾土壤的大豆生产和钾高效大豆品种的选育提供参考。

关键词:大豆;低钾胁迫;钾响应度;产量

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2011)03-0413-06

Genotypic Difference of Potassium Responsiveness of Soybean Varieties (lines)

LI Chun-hong, SUN Hai-ying, SUN Jing, YANG Xing, GAO Wei-shan, CAO Min-jian

(Agronomy College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, Liaoning, China)

Abstract: In view of the potassium deficiency and abundant soybean germplasm resources in China, 72 soybean varieties (lines) from northeast China were as test materials. Field experiment was conducted with low potassium stress and adequate potassium supply. Genotype difference in low potassium stress was evaluated by yield and K responsiveness from 2006 to 2008. The results showed that difference of yield and K responsiveness among soybean varieties (lines) were obvious. According to the yield in low potassium stress and K responsiveness, soybean varieties (lines) were divided into four types: (1) high yield and low K responsiveness type; (2) high yield and high K responsiveness type, (3) low yield and low K responsiveness type, (4) low yield and high K responsiveness type. T40, Tiedou 36 and Tiefeng 33 were high yield and low K responsiveness type. Liaodou 17, Shi 2 and Tiefeng 31 were high yield and high K responsiveness type. These soybean varieties (lines) can provide the reference for soybean production in potassium deficient soil and breeding of potassium high efficiency soybeans.

Key words: Soybean; Low-potassium stress; K responsiveness; Yield

近年来,我国耕地中土壤速效钾缺乏日趋严重^[1-2],然而我国钾矿资源短缺,70%的钾肥依赖于进口^[3],这不仅消耗大量的外汇,也限制了农业生产的发展。不同植物或同类植物的不同品种(系)间的钾效率存在基因型差异^[4-5],利用和选育钾高效的植物基因型,提高作物钾素营养效率,是缓解我国钾资源短缺的一条有效途径。国外在作物钾效率基因型差异方面的研究起步较早,涉及的作物有大麦^[6]、小麦^[7]、菜豆^[8]、番茄^[9]等。国内从20世纪80年代起在水稻^[10-12]、小麦^[13-16]、玉米^[17-19]、棉花^[20-21]和烟草^[22]等作物上开展了很多研究。该试验在课题组多年大豆耐低钾研究的基

础上^[23-24],以东北三省新老大豆品种(系)72份为试材,通过3 a的田间试验,以产量和钾响应度为指标,探讨其对低钾胁迫的基因型差异,以为低钾土壤的大豆生产和钾高效大豆新品种的选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

东北三省新老大豆品种(系),2006和2007年选用72份(表1),2008年在前2 a试验的基础上选用30份(表1中编号标注“*”者)。

收稿日期:2011-03-23

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划(2006BAD02A15)资助项目;沈阳农业大学青年教师基金(2005056)资助项目。

第一作者简介:李春红(1974-),女,在读博士,讲师,从事作物营养与遗传育种研究。E-mail:lichunhong0210@sohu.com。

通讯作者:曹敏建(1953-),男,教授,博士生导师,主要从事作物抗逆生理研究。E-mail:caominjian@163.com。

表 1 供试大豆品种(系)名称及编号

Table 1 Name and number of soybean varieties (lines) in experiment

编号 Number	品种(系) Var. (lines)	编号 Number	品种(系) Var. (lines)	编号 Number	品种(系) Var. (lines)	编号 Number	品种(系) Var. (lines)
1 *	GD3264	19	石二	37	铁 94037 -6	55 *	铁 95068 -5
2 *	GD2331	20	铁丰 29	38	GD2837	56	95130A -10
3 *	GD1617	21	GD2336	39 *	辽豆 20	57	九农 22
4	94112 -2	22	九农 20	40	辽豆 13	58	辽豆 21
5	GD2346	23	开育 11	41 *	辽豆 15	59 *	94011
6 *	95099 -1	24 *	铁丰 33	42	新 3 号	60	辽豆 16
7 *	辽豆 17	25 *	92082 -3 -41	43 *	铁丰 31	61	GD717
8	铁丰 30	26	GD1575	44	GD578	62 *	九交 8604
9 *	沈农 6	27	沈农 8	45 *	丹豆 11	63	铁 9822 -3
10	青皮豆	28 *	东豆一号	46 *	GD2910	64	94158 -4
11	92025	29	94101 -2	47	铁丰 32	65	铁 96079
12	KD306	30	铁豆 37	48	铁丰 27	66 *	8157
13	95154 -6	31	GD2270	49	辽豆 19	67	铁 96027
14	8521 -6 -3 -1	32 *	GD8521	50 *	铁 96109	68 *	94116 -32
15 *	T40	33	新 8	51	90182 -3 -34	69 *	9294 -18 -1
16 *	铁豆 36	34 *	94001	52 *	94133 -6	70 *	东豆 33
17	铁 95159 -1	35	铁丰 35	53	富黑一号	71 *	94 -2(晚)
18	铁 97121 -2	36	辽豆 14	54 *	94154 -4	72 *	铁 97068

1.2 供试土壤

试验在辽宁省辽中县大黑岗子乡进行,供试土壤为碳酸盐草甸土,为典型的缺钾土壤,其基本理化性质见表 2。

表 2 供试土壤基本理化指标

Table 2 Basic physicochemical indexes of test soil

年份 Year	有机质 Organic matter /g · kg ⁻¹	pH	碱解氮 Alkaline hydrolyze N /mg · kg ⁻¹	速效磷 Available P /mg · kg ⁻¹	有效钾 Available K /mg · kg ⁻¹
2006	13.4	4.95	101.2	44.3	58.2
2007	8.6	6.91	78.6	33.2	48.3
2008	9.1	7.13	80.5	41.9	51.3

1.3 试验方法

2006 年试验设低钾和对照 2 个处理,试验区分为 4 个区组,第 I、Ⅲ区组为低钾处理区,第Ⅱ、Ⅳ区组为对照区。72 份材料随机排列,第 I 区组的材料排列顺序与第Ⅱ区组相同,第Ⅲ区组的材料排列顺序与第Ⅳ区组相同,以作对照。单行种植,行长 3 m,行距 0.6 m,株距 0.1 m。试验地施基肥磷酸二铵 150 kg · hm⁻²,未施有机肥。低钾处理区不施钾肥,对照区 1 次施入硫酸钾 150 kg · hm⁻²作种肥。

2007 和 2008 年试验采用二因素随机区组设计,肥力设低钾和对照 2 个处理,播种时低钾处理不施钾肥,对照区施硫酸钾 150 kg · hm⁻²。每个小区种

植 1 行,行长 3 m,行距 0.6 m,株距为 0.2 m,每穴留苗 2 株,3 次重复。试验地施基肥磷酸二铵 150 kg · hm⁻²,未施有机肥。

1.4 测定项目与方法

每个小区收获代表性植株 10 株,置于沙网袋中充分干燥,测定产量。

1.5 钾响应度的表示方法

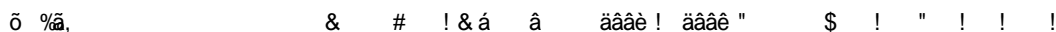
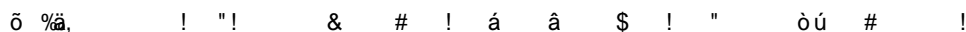
养分效率包括农学养分效率和养分响应度 2 个方面,农学养分效率指在某一特定养分供应量下植物产量或生物量的高低,表示为产量或生物量/养分供应量,文中用低钾处理的产量来表示,某一品种(系)高于所有大豆品种(系)低钾平均产量的为高产型,反之为低产型;养分响应度指随养分浓度提高或下降,植物产量增加潜力或减少幅度的大小,用(对照下的产量 - 低钾的产量)/施钾量的比值来表示,某一品种(系)的这一比值高于所有大豆品种(系)钾响应度平均值的为高响应型,反之为低响应型^[16,25]。

2 结果与分析

2.1 大豆品种(系)产量的差异

将 2006~2008 年不同大豆品种(系)在低钾条件下的产量绘成图 1。从中可见,同一个大豆品种(系) 2006 和 2007 年的产量之差,小于 2.0 kg · 100 m⁻²的品种(系)编号为 25~41,共计 17

ë äââ ß q éééééçççêT èäO g h äý ââ
 Â âêâ ä " # ' Wq Ä %- T è : - ê äââêT
 äââê\$ q 6 . n y & q äâ%og h äý â* äâéâéèè
 T éäO æ%og h äý äâââê\$ T äââê\$ q 6 . •
 - â âéèèèèèèèèâT éäO è%og h äý äâââê\$
 T äââê\$ q 6 . • - ð½# äââê\$ ' Wq ^ m âè
 %og h äý â* äâç%og h äý âq 6 . 9 K ä q 6
 . • - â¹ ääO g h 9 K ä q 6 . n y 9 & ê

[illegible]

2.3 钾效率类型的确定

根据 2 a 的试验结果,选择低钾条件下大豆的产量和钾响应度相对稳定的大豆品种(系),可将供试品种(系)划分为 4 种类型,即高产低响应型、高产高响应型、低产低响应型和低产高响应型,结果见表 3。从中可见,高产低响应型为 T40、铁豆 36 和铁丰 33,这 3 个品种(系)在低钾条件下的产量很高,经过进一步的鉴定综合性状好的品种,可以投入低钾土壤的大豆生产,但是其钾响应度低,因而不是高钾肥投入的生产系统。高产高响应型为辽豆 17、

石二和铁丰 31,这 3 个品种低钾产量较高,施钾后又有一定的增产潜力,是钾营养性状改良的理想目标。低产低响应型为青皮豆、GD2837 和富黑一号,这 3 个品种(系)不仅在低钾条件下的产量很低而且钾响应度也小,在对照条件下产量也低,在实际生产中没有应用价值。低产高响应型为 GD1575、94101-2 和 94154-4,在低钾条件下的产量很低,但是钾响应度很高,经过进一步的试验鉴定综合性状好的品系,可以在钾水平较高的土壤上种植。

表 3 不同钾效率类型的大豆品种(系)产量和钾响应度

Table 3 Yields and K responsiveness of soybean varieties (lines) with different potassium efficiency

类型 Types	编号 Number	品种(系) Varieties (lines)	低钾产量 Yields in low-potassium/kg · 100 m ⁻²			钾响应度 K responsiveness/kg · kg ⁻¹		
			2006	2007	2008	2006	2007	2008
高产低响应型 High efficiency and low responsiveness	15	T40	51.27	47.85	49.23	0.73	4.10	4.73
	16	铁豆 36	36.80	33.49	39.53	1.82	1.58	4.49
	24	铁丰 33	36.23	34.00	38.18	0.98	1.85	1.89
高产高响应型 High efficiency and high responsiveness	7	辽豆 17	49.58	43.02	45.72	10.96	7.76	8.51
	19	石二	37.48	34.48	—	11.65	14.65	—
	43	铁丰 31	31.40	34.03	38.36	7.97	8.67	8.23
低产低响应型 Low efficiency and low responsiveness	10	青皮豆	24.86	19.09	—	1.76	2.81	—
	38	GD2837	21.17	22.69	—	5.00	1.93	—
	53	富黑一号	16.37	21.20	—	-0.19	1.19	—
低产高响应型 Low efficiency and high responsiveness	26	GD1575	16.32	14.64	—	7.50	8.35	—
	29	94101-2	26.71	25.48	—	10.53	10.92	—
	54	94154-4	22.39	27.28	—	8.17	9.10	—

3 结论与讨论

低钾条件下,大豆品种(系)产量变化范围变小,平均产量降低,能够获得较高产量的大豆品种(系)很少。不同大豆品种(系)的钾响应度差异十分明显,多数大豆品种(系)的钾响应程度为中等,对钾响应度很小或很大的品种(系)很少。根据低钾条件下大豆的产量和钾响应度,供试大豆品种(系)可以划分为 4 种类型,高产低响应型有 T40、铁豆 36 和铁丰 33;高产高响应型有辽豆 17、石二和铁丰 31;低产低响应型有青皮豆、GD2837 和富黑一号;低产高响应型有 GD1575、94101-2 和 94154-4。

在低钾胁迫下不同品种(系)钾响应度的遗传差异是筛选钾高效品种的基础,筛选出来的钾高效品种(系),如果农艺性状好,可以应用于低钾土壤大豆生产。如果其农艺性状不理想,也可以作为种质

资源,通过杂交或其它育种方法,将钾高效基因转移到农艺性状好但钾效率低的品种中去。在 2006 和 2007 年的试验中,有些大豆品种(系)的低钾产量(图 1)和钾响应度(图 3)相差很大,说明环境因素对大豆品种(系)的低钾产量和钾响应度有一定的影响,因此进行多年多点的综合鉴定是必要的。

参考文献

[1] 鲁如坤. 我国土壤氮磷钾的基本状况[J]. 土壤学报, 1989, 26(3): 280-286. (Lu R K. General status of nutrients (N, P, K) in soil of China[J]. Journal of Soil, 1989, 26(3): 280-286.)

[2] 谢建昌, 周健民. 我国土壤钾素研究和钾肥使用的进展[J]. 土壤, 1999, 31(5): 244-254. (Xie J C, Zhou J M. Progress in study on soil potassium and application of potassium fertilizers in China[J]. Soils, 1999, 31(5): 244-254.)

[3] 孙爱文, 张卫峰, 杜芬, 等. 中国钾资源及钾肥发展战略[J]. 现代化工, 2009, 29(9): 10-16. (Sun A W, Zhang W F, Du F et al. China's development strategy on potash resources and fertilizer

- [J]. Modern Chemical Industry, 2009,29(9):10-16.)
- [4] 严小龙,张福锁. 植物营养遗传学[M]. 北京:中国农业出版社,1997,51. (Yan X L, Zhang S F. Genetics of plant nutrition [M]. Beijing:China Agriculture Press, 1997,51.)
- [5] Pettersson S, Jensen P. Variation among species and varieties in uptake and utilization of potassium[J]. Plant and Soil, 1983,72: 231-237.
- [6] Glass A D M, Perley J E. Varietal differences in potassium uptake by barley[J]. Plant Physiology, 1980,65:160-164.
- [7] Woodend J, Glass A D M. Genotype-environment interaction and correlation between vegetative and grain production measures of potassium use-efficiency in wheat (*T. aestivum* L.) grown under potassium stress[J]. Plant Soil, 1993,151:39-441.
- [8] Shea P E, Gerloff G C, Gabelman W H. Differing efficiency of potassium utilization in strains of snap beans[J]. Plant and Soil, 1968,28:337-346.
- [9] Makmur A, Gerloff G C, Gabelman W H. Physiology and inheritance of efficiency in potassium utilization in tomatoes grown under potassium stress[J]. American Society for Horticultural Science, 1978,103(4):545-549.
- [10] 李共福. 耐低钾水稻品种筛选利用的研究 I 水稻不同品种在低钾条件下的产量差异及耐低钾品种对钾的吸收利用特点[J]. 湖南农业科学, 1985(3):15-17. (Li G F. Screening and utilizing of rice varieties tolerance to low potassium I. Yield differences of rice varieties in low potassium treatment and characteristics of potassium absorption and utilization of rice varieties tolerance to low potassium [J]. Hunan Agriculture Science, 1985(3):15-17.)
- [11] 林咸永,孙羲. 不同水稻基因型对钾反应的差异及其根系生理基础[J]. 土壤通报, 1992,23(4):159-161. (Lin X Y, Sun X. Differences of different rice varieties to potassium response and physiological basis of its root [J]. Chinese Journal of Soil Science, 1992,23(4):159-161.)
- [12] 刘国栋,刘更另. 籼稻耐低钾基因型的筛选[J]. 作物学报, 2002,28(2):161-166. (Liu G D, Liu G L. Screening hybrid combinations of indica rice for K-efficient genotypes[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2002,28(2):161-166.)
- [13] 杨振明,李秋梅,王波,等. 耐低钾冬小麦基因型筛选方法的研究[J]. 土壤学报, 1998,35(3):376-383. (Yang Z M, Li Q M, Wang B, et al. Study on method for screening winter wheat genotypes tolerant to low potassium level[J]. Acta Pedologica Sinica, 1998, 35(3): 376-383.)
- [14] 赵学强,介晓磊,谭金芳,等. 钾高效小麦基因型的筛选指标和筛选环境研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2006,12(2):277-281. (Zhao X Q, Jie X L, Tan J F, et al. Studies in screening indices and screening environments for efficient potassium wheat genotypes[J]. Plant Nutrition Fertilizer Science, 2006, 12(2): 277-281.)
- [15] 邹春琴,李振声,李继云. 钾利用效率不同的小麦品种各生育期钾营养特点[J]. 中国农业科学, 2002,35(3):340-344. (Zou C Q, Li Z S, Li J Y. Characteristics of potassium nutrition of six wheat cultivars at different growth stages[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2002,35(3):340-344.)
- [16] 韩燕来,刘新红,王宜伦,等. 不同小麦品种钾素营养特性的差异[J]. 麦类作物学报, 2006,26(1):99-103. (Han Y L, Liu X H, Wang Y L, et al. Potassium nutrition characteristics of different wheat varieties[J]. Journal of Triticeae Crops, 2006,26(1): 99-103.)
- [17] 闫洪奎,曹敏建,胡兴波,等. 玉米耐低钾胁迫鉴定指标的筛选[J]. 玉米科学, 2003,11(3):70-73. (Yan H K, Cao M J, Hu X B, et al. Selection of the appraisal guideline of bearing low-K in maize[J]. Journal of Maize Science, 2003, 11(3): 70-73.)
- [18] 孙海鹰,李春红,孙晶,等. 低钾耐性玉米自交系的筛选与评价[J]. 杂粮作物, 2010,30(3):167-170. (Sun H Y, Li C H, Sun J, et al. Screening and evaluation of maize inbred lines tolerance to low-potassium[J]. Rain Fed Crops, 2010,30(3):167-170.)
- [19] 刘俊凤,鞠会艳,边鸣镝,等. 玉米苗期耐低钾基因型筛选方法研究[J]. 玉米科学, 2010,18(5):90-95. (Liu J F, Ju H Y, Bian M D, et al. Research on screening methods of low-K tolerance genotypes in maize seedling stage[J]. Journal of Maize Science, 2010,18(5):90-95.)
- [20] 姜存仓,高祥照,王运华,等. 不同钾效率棉花基因型对低钾胁迫的反应[J]. 棉花学报, 2006,18(2):109-114. (Jiang C C, Gao Z X, Wang Y H, et al. Response of different potassium efficiency cotton genotypes to potassium deficiency[J]. Cotton Science, 2006,18(2):109-114.)
- [21] 田晓莉,王刚卫,朱睿,等. 棉花耐低钾基因型筛选条件和指标的研究[J]. 作物学报, 2008,34(8):1435-1443. (Tian X L, Wang G W, Zhu R. Conditions and indicators for screening cotton (*Gossypium hirsutum*) genotypes tolerant to low-potassium[J]. Acta Agronomica Sinica, 2008, 34(8): 1435-1443.)
- [22] 苏贤坤,张晓海,汪自强. 烤烟钾素营养特性的基因型差异研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005,11(4):536-540. (Su X K, Zhang X H, Wang Z Q. The genotypic difference of potassium nutrition of flue-cured tobacco[J]. Plant Nutrition Fertilizer Science, 2005,11(4):536-540.)
- [23] 唐劲驰,曹敏建,刘限. 大豆品种(系)耐低钾性的筛选与评价[J]. 大豆科学, 2003,22(1):18-21. (Tang J C, Cao M J, Liu X. Resistance mechanism and screening of soybean genotype resistance to low potassium[J]. Soybean Science, 2003, 22(1): 18-21.)
- [24] 李植,王伟,周春喜,等. 不同钾营养型大豆主要形态、生理及产量指标的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2007,38(4):483-487. (Li Z, Wang W, Zhou X C, et al. Morphological and physiological characters, and yield different potassium efficient soybean varieties[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2007, 38(4):483-487.)
- [25] Fageria N K, Baligar V C. Upland rice genotype evaluation for phosphorus use efficiency[J]. Plant Nutrition, 1997,20:499-509.