

# 硼处理下大豆根系性状与产量关系的研究

张志强, 严红, 王帆

(大连大学环境与化学工程学院, 大连 116622)

**摘要** 缺硼可导致大豆不结实, 根系是缺硼最敏感的部位。本试验采用盆栽方法, 对生产中普遍使用并对硼敏感的大豆品种(*Glycine max* (L.) Merrill) 北 9395 的根系性状与产量关系进行研究。结果表明:  $B_+$  处理的主根长、主根粗、主根干重、侧根数、侧根总长度、侧根干重、须根干重、根干重、根体积和根系总吸收面积均有所增加, 其中主根粗、侧根数、总侧根长与  $B_0$  对比差异达到 0.01 显著水平; 硼在一定程度上能增加单株粒数和单株粒重; 根系性状及其与产量之间存在一定程度的相关性, 主根生长的好坏可以作为评价其它根系性状的重要指标; 主根干重和根干重与产量之间的相关系数在 0.05 水平上均达到显著, 可以作为判断大豆产量的重要指标。

**关键词** 大豆; 硼; 根系性状; 产量

中图分类号 S 142 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2007)01-0111-04

## RELATIONSHIP BETWEEN ROOTS CHARACTER AND YIELD OF SOYBEAN UNDER THE CONDITION OF BORON

ZHANG Zhi-qiang, YAN Hong, WANG Fan

(College of Environment and Chemical Engineering, Dalian University, Dalian 116622)

**Abstract** The boron deficiency would result in no seed of soybean, and root was the sensitive part to boron. This paper using pot experiment, studied the relationship between roots character and the yield of soybean north 9395 (*Glycine max* (L.) Merrill) under the condition of boron, which was cropped prevalently and sensitive to boron. The results showed: length of taproot, diameter of taproot, dry weight of taproot, number of lateral root, total length of lateral root, dry weight of lateral root, dry weight of fibre, dry weight of root, root volume and total absorbable areas of root with boron supplied were all increased in certain degrees, among which diameter of taproot, number of lateral root and total length of lateral root had significant difference at  $\alpha=0.01$  level to  $B_0$ ; the supplied B could increase the number of seed and the weight of grain per plant to certain extent; the character of roots and relationship between the characteristics of roots and yield had certain correlations, the growing circs of taproot was a important index to judge other root characteristic; dry weight of taproot and dry weight of root had significant difference at  $\alpha=0.05$  level to yield, which considered the main index to judge the soybean yield.

**Key words** Soybean; Boron; Root characteristic; Yield

收稿日期: 2006-07-17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40171057)

作者简介: 张志强(1981-), 男, 硕士研究生, 研究方向为土壤圈物质循环与区域环境。

通讯作者: 严红教授, 博士。

1999年黑龙江省北部讷河、嫩江、依安、富裕等市县部分大豆地块发生了历史上罕见的严重花荚脱落甚至不结实的现象。仅讷河绝产和几乎绝产面积就高达4273.3hm<sup>2</sup>,直接经济损失达3500多万元。专家及当地农业技术人员现场考察发现,植株呈现缺硼的典型症状。

根系是缺硼最敏感的部位,因为缺硼抑制细胞的伸长和分裂,从而导致根系的伸长生长受阻<sup>[1]</sup>。根作为植物的三大营养器官之一,在植物的生长发育过程中起着重要的作用<sup>[2]</sup>。根系在土壤中的形态、数量、分布及其生长发育规律对作物的生长、土壤水分的利用以及化学物质在土壤中的迁移极为重要。20世纪30年代美国著名植物生态学家Weaver指出<sup>[3]</sup>,要科学地理解作物生产,就必须全面地

认识作物的根系。本文研究了硼对大豆根系性状和产量的影响,探讨大豆根系性状与产量之间的关系。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验品种选用生产中普遍使用并对硼敏感的大豆品种(*Glycine max* (L) Merrill)北9395<sup>[4]</sup>,试验用土取自黑龙江省讷河市永丰乡万盛村,土壤类型为草甸黑土。其理化性状见表1。试验作物的有效生长期为110~120d。

### 1.2 试验设计

硼处理为2个水平,分别为0和1kg/hm<sup>2</sup>,记为

表1 供试土壤农化性状  
Table 1 The properties of soil

有机质	全氮	碱解氮	全磷	有效磷	全钾	有效硼	田间持水量	
Organic matter	Total N	Available N	Total P	Available P	Total K	Available B	Water holding	pH
g · kg <sup>-1</sup>	g · kg <sup>-1</sup>	mg · kg <sup>-1</sup>	g · kg <sup>-1</sup>	mg · kg <sup>-1</sup>	g · kg <sup>-1</sup>	mg · kg <sup>-1</sup>	capacity %	
38.53	1.38	228.9	0.61	14.39	25.8	0.31	39.33	6.81

B<sub>0</sub>和B<sub>+</sub>。于2005年5月30日在大连大学试验田播种。本试验采用盆栽方法,盆内径30cm、高25cm。每盆装土10kg,下层石英砂4kg。播种前每盆施尿素0.4g,磷酸氢二铵0.93g,硫酸钾0.27g。相当于施尿素45kg/hm<sup>2</sup>,磷酸氢二铵102.5kg/hm<sup>2</sup>,硫酸钾30kg/hm<sup>2</sup>。每盆播种6粒,出苗后每盆定苗3株。

### 1.3 取样时间和测定项目

于大豆结荚初期(播种后50d)取样测量根系性状,每个处理3次重复。用流水慢慢冲洗根系,确保根系的完整,在子叶痕处将植株剪断,对根系性状进行测定。收获后测量产量因子。

根系性状测定项目:根干重,主根干重,侧根干重,须根干重,主根粗,主根长度,侧根数,侧根总长

度,根体积,根系总吸收面积。根干重的测定用烘干法,主根长、主根粗的测定采用直接测定法,侧根总长度的测定采用经验公式法<sup>[5]</sup>:侧根总长度=(最长侧根长度+最短侧根长度)/2×侧根条数×0.618(经验公式)。根体积的测定用排水法,根系总吸收面积的测定采用甲烯蓝吸附比色法。

## 2 结果与分析

### 2.1 硼对大豆根系特性的影响

从表2可以看出,B<sub>+</sub>处理的主根长、主根粗、主根干重、侧根数、侧根总长度、侧根干重、须根干重、根干重、根体积和根系总吸收面积均有所增加。其中主根长、主根粗、主根重分别增加了10.26%、

表2 硼对大豆根系性状的影响

Table 2 Effect of boron on root character of soybean

处理	主根长	主根粗	主根干重	侧根数	总侧根长	侧根干重	须根干重	根干重	总吸收面积	根体积
Treatment	Length of tap root	Diameter of tap root	Dry weight of tap root	Number of lateral root	Total length of lateral root	Dry weight of lateral root	Dry weight of fibre	Root dry weight	Total absorbable areas	Root volume
	cm/plant	cm/plant	g/plant	piece/plant	m/plant	g/plant	g/plant	g/plant	m <sup>2</sup> /plant	mL/plant
B <sub>0</sub>	24.66	0.46	0.35	61.44	7.66	0.33	1.32	1.97	21.71	21.00
	aA±5.11	bB±0.06	aA±0.05	bB±11.53	bB±1.22	aA±0.08	aA±0.40	aA±0.51	aA±2.48	aA±6.08
B <sub>+</sub>	27.19	0.54	0.38	88.33	9.39	0.37	1.40	2.15	22.29	21.56
	aA±3.89	aA±0.06	aA±0.12	aA±8.86	aA±1.26	aA±0.14	aA±0.26	aA±0.34	aA±3.19	aA±9.50

17.39%和8.57%;侧根数、总侧根长、侧根干重分别增加了43.77%、22.58%、12.12%;须根干重增加了6.06%;根干重增加了9.14%。B<sub>+</sub>处理的主根粗、侧根数、总侧根长与B<sub>0</sub>处理有显著差异,差异显著水平达到0.01。

李春俭等<sup>[6]</sup>研究发现缺硼首先抑制速生豌豆、黄瓜、菜豆和蚕豆的根生长;朱建华<sup>[7]</sup>的试验也表明缺硼使棉花根系生长受阻,同时根重、根体积、根系吸收面积降低。施硼有利于干物质积累,但施用硼肥的效果以土壤湿润时较好,根干重、地上部干重均显著增加。娄运生<sup>[8]</sup>的研究表明缺硼使油菜根长、根体积减小,根系生长速率显著下降;施硼根长、根体积增大,根系生长速率显著增加。这些都与本试验结论相一致。

## 2.2 硼对大豆产量因子的影响

从表3可以看出,不同处理间的产量因子存在一定的差异。施硼虽然没增加单株荚数,但单株粒数和单株粒重略有增加。单株粒数增加了5.4%,单株粒重增加了0.9%。这与曲霞、王帆<sup>[9,10]</sup>的施硼能提高大豆产量的研究结果基本一致。

表4 大豆根系性状及其与产量之间的相关关系

Table 4 Correlation between root characteristic and yield of soybean

相关系数 Correlation coefficient	主根长 Length of taproot	主根粗 Diameter of taproot	主根干重 Dry weight of taproot	最长侧根 Longest lateral root	侧根数 Number of lateral root	总侧根长 Total length of lateral root	侧根干重 Dry weight of lateral root	须根干重 Dry weight of fibre	根干重 Root dry weight	产量 Yield
主根长 Length of taproot	1.000									
主根粗 Diameter of taproot	-0.129	1.000								
主根干重 Dry weight of taproot	0.350	0.640**	1.000							
最长侧根 Longest lateral root	0.246	0.444*	0.621**	1.000						
侧根数 Number of lateral root	0.620**	0.231	0.429*	0.313	1.000					
总侧根长 Total length of lateral root	0.509**	0.403*	0.602**	0.760**	0.839**	1.000				
侧根干重 Dry weight of lateral root	0.370	0.241	0.633**	0.672**	0.296	0.573**	1.000			
须根干重 Dry weight of fibre	-0.125	0.686**	0.481*	0.349	0.232	0.328	0.137	1.000		
根干重 Root dry weight	0.026	0.660**	0.761**	0.541**	0.267	0.451*	0.436*	0.793**	1.000	
产量 Yield	0.070	0.354	0.571**	0.288	-0.022	0.118	0.364	0.324	0.397*	1.000

Df=24  $r_{0.05}=0.388, r_{0.01}=0.496$

表3 硼对大豆产量因子的影响

Table 3 Effect of boron on yield factors of soybean

处理 Treatment	荚数/株 Pool No./plant	粒数/株 Grain/plant	产量g/株 Yield/plant
B <sub>0</sub>	9.67 aA±2.31	21.92 aA±4.23	4.49 aA±1.02
B <sub>+</sub>	9.00 aA±1.56	23.10 aA±2.56	4.53 aA±0.72

## 2.3 根系性状及其与产量之间的相关关系

从表4可以看出:主根长与侧根数、总侧根长极显著相关,相关系数在0.01水平上达到显著;主根粗与主根干重、须根干重、根干重在0.01水平上显著相关,与最长侧根、总侧根长在0.05水平上显著相关;主根干重与侧根数、须根干重在0.05水平上显著相关,与最长侧根、总侧根长、侧根干重、根干重、产量均在0.01水平上显著相关;最长侧根与总侧根长、侧根干重,根干重在0.01水平上显著相关;侧根数与总侧根长在0.01水平上显著相关;总侧根长与侧根干重在0.01水平上显著相关,与根干重在0.05水平上显著相关;侧根干重与根干重在0.05水平上显著相关;须根干重与根干重在0.01水平上显著相关;根干重与产量在0.05水平上显著相关。

从分析结果可以看出,大豆生长期间根系性状之间及其与产量之间存在一定程度的相关性。主根干重与其它指标均显著相关,所以主根生长的好坏可以作为评价其它根系性状的重要依据。主根干重和根干重与产量之间的相关系数分别在 0.05 水平和 0.01 水平上达到显著,可以作为判断大豆产量的主要指标。

### 3 结论

3.1 B<sub>+</sub> 处理的主根长、主根粗、主根干重、侧根数、侧根总长度、侧根干重、须根干重、根干重、根体积和根系总吸收面积均有所增加。

3.2 硼在一定程度上能增加单株粒数和单株粒重。

3.3 根系性状间存在显著的相关关系。而且各根系性状与产量之间也存在着相关关系,相关系数以根干物重和主根干重最高。主根干重与其它指标均显著相关,所以主根生长的好坏可以作为评价其它根系性状的重要依据。主根干重和根干重与产量之间的相关系数在 0.05 水平上达到显著,可以作为判断大豆产量的主要指标。

### 参 考 文 献

[1] 宋世文,曹享云,耿明建,等. 对缺硼反映不同的油菜品种根系

生长特性研究[J]. 植物营养与肥料科学报,2000,6(2):202—206.

[2] 廖其兴. 根系研究法评述[J]. 世界农业,1995,(7):23—24.

[3] Weaver J. E. Root development of field crops[M]. New York: McGraw Hill Book Company. 1926:1—291.

[4] 严红,张兴文,张喜林,等. 不同基因型大豆对硼敏感性的差异[J]. 大连大学学报,2004,25(6):38—42.

[5] Ren D L, Lu G H. Study on the relationship between tolerance to drought and growth of root of soybean in seedling stage[C]. Academic Conference Dissertation of Broadening and Improvement of Soybean Germplasm, 1992: 1—4.

[6] 李春俭,唐玉林,张福锁. 缺硼对不同植物根茎生长及体内钾离子浓度的影响[J]. 中国农业大学学报,1996,1(1): 17—21.

[7] 朱建华,耿明建,曹享云. 硼对棉花不同品种根系吸收活力、根系分泌物和伤流液组分的影响[J]. 棉花学报,2001,13(3): 142—145.

[8] 娄运生,杨玉爱,张桃林,等. 水分状况及硼素营养对油菜苗期根系生长及硼营养效率的影响[J]. 植物营养与肥料科学报,2001,7(2):71—77.

[9] 曲霞,孙彦坤,严红,等. 水分与硼对大豆农艺性状和产量的影响[J]. 大连大学学报,2005,26(4):51—54.

[10] 王帆,严红,曲霞. 水分、光照与硼互作对大豆生长发育及产量的影响[J]. 大连大学学报,2006,27(2):16—20.

[11] 鄂玉江. 玉米根系的生长规律及其与产量关系的研究. 玉米根系生长和吸收能力与地上部分的关系[J]. 作物学报,1988,14(2):149—154.