

大豆硼素营养的调查研究

董玉琴 孙运岭

(吉林省农业科学院大豆研究所*)

A STUDY ON THE EFFECT OF BORONE ON THE SOYBEAN

Dong Yuqin Shun Yunling

(Soybean Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences)

据研究⁽¹⁾形成 50kg 大豆籽实需要硼 3.97g, 高于禾本科作物 2—3 倍, 硼素在农田的生物循环中, 每年每亩亏损 0.77—1.75 g。另也有报告⁽²⁾硼对大豆是低反应作物。1984—1986 年调查⁽³⁾吉林省在农田中不同类型土壤中均存在缺硼的土壤, 因而研究大豆施硼实际应用的可能性成为本项工作的目的。通过田间调查试验, 室内分析等方法, 对大豆硼素营养的现状、施硼的效果、施硼技术、施硼对大豆株体营养状况的影响等进行调查研究。

一、吉林省硼素营养的现状

1984年于大豆开花初期, 在吉林省东部的敦化、蛟河, 中部的榆树、公主岭, 西部的长岭采集充分发育成熟的顶端三出复叶叶片, 进行硼的含量分析, 调查采样田块大豆产量水平为亩产 113.5—193.5 kg, 从表 1 结果看出蛟河县洮水、敦化市大桥、长岭县流水三个点的含量属于低量级⁽⁴⁾在 11—20PPM, 敦化市太平岭、公主岭院内试验田、榆树县弓棚子三个点含量属于充足级在 26—36 PPM, 平均 31 PPM, 当增施化肥后叶片中硼的含量, 除院内试验田没增加外, 其它点均有不同程度的增加, 增加幅度为 2—20PPM, 平均增加 14PPM。在蛟河县洮水乡调查五块亩产 193.5—251.0kg 的高产田大豆叶片硼含量为 18—28PPM, 平均 21PPM 硼素营养状况亦属较低水平。

此外, 发现土壤有效硼含量与叶片硼含量有关, 从表 1 结果看出: 除院内一点外, 蛟河县洮水、敦化市大桥、长岭县流水三点土壤均属缺硼⁽⁵⁾低于 0.50PPM, 叶片中硼的含量属低量级, 在 11—20PPM, 敦化市太平岭、榆树县弓棚子两点土壤含有有效硼属中量级 0.56—0.92PPM, 叶片中硼含量在 26—32PPM 为充足级, 相应的含量也高。

二、大豆施硼的效果

1. 硼肥对大豆的增产作用

1984—1985年在中部黑土、东部白浆土及冲积土、西部淡黑钙土上进行田间试验,

* 本项工作有敦化、永吉、榆树、前郭、长岭等县农业技术点站及有关乡站同志参加工作。

本文于 1987 年 7 月 23 日收到。This paper was received in July 23, 1987,

表 1 大豆开花初期成熟叶片硼素含量及土壤有效硼含量* 单位: PPM

Table 1 The B content of the mature leaves in soybeans initial blooming stage and the content of available B in the soil unit: ppm

调查地址 Investigation	类 型 Types	未施化肥 No chemical fertilizer	施 化 肥 Apply chemical fertilizer	土壤基本肥力有效硼 B in soil Available
蛟河县池水乡 Jiaohe County Chisai Village		20	26	0.48
敦化市大桥乡 Dunhua City Daqiao Village		11	29	0.06
敦化市太平岭乡 Dunhua City Taipingling Village		26	28	0.92
院内试验田 Gongzuling experimental plot		32	30	0.16
榆树县弓棚乡 Yushu County Gongpeng Village		36	—	0.56
长岭县流水乡 Changling County Liushui Village		18	38	0.48

* 植株分析方法为硝酸过氯酸消化, 原子吸收分光光度计测定
Plant analysis methods: Diquestion with nitricand and supeichloric acid; measaring with spectro-
photometer.
土壤有效硼分析方法为沸水浸提甲亚胺比法
Methods for analysis of availability of soil Bisoaked and leached with boiling water; measuved by
methylenamine colvrimetric method.

小区面积为 28.8m² (8m×3.6m), 三次重复。1986 年 进行多点大面积对比示范试验, 每 亩地用 250—500g 硼砂与 30—50 倍细土混匀, 播种时做底肥施用, 以不施硼为对照, 产量结果如表 2, 三年四种土壤类型 70 个试验结果中有 7 个点减产占 10%, 余 90% 的点增产, 幅度为 2.0—64.4%, 平均增产 14.7%, 每亩增收大豆 19.4kg, 其中, 以白浆土增产最多, 平均增产 18.3%, 每亩增收大豆 21.5kg, 淡黑钙土其次, 平均增产 17.4%, 每亩平均增收大豆 20kg; 黑土第三, 平均增产 11.0%, 每亩增收大豆 17kg; 冲积土第四, 增产 7.6%, 每亩增收大豆 13.5kg。

2. 大豆施硼增产构成因素

构成增产的有效因素在于缺硼土壤施硼后, 生育期间有促进营养生产的作用, 表现在株高、茎粗、叶长、叶宽都比不施硼的占优势, 同时, 根瘤数目增加, 营养生长的优势能延续至生育后期, 成熟期考种结果仍可看出株高、茎粗、节数都占优势。由于营养生长良好和硼对生殖器官的特殊作用, 促进花荚形成, 施硼单株产量增加 10.0—84.9% (表 3) 平均增加 26.2%。其中, 一方面是荚数增加 11.8—72.1%, 平均增加 22.0%, 同时, 百粒重也略有增加, 增加幅度为 1.0—8.8%, 平均增加 4.1%, 每百粒增重 0.77g, 此外, 发现施硼植株至成熟仍为活体, 落叶晚 3 天左右, 这对大豆的生育是有利的, 鼓粒期籽粒成熟的晚, 但到收获期能正常成熟。

3. 施硼对大豆硼素营养状况的影响

表2 大豆施硼对产量的影响
Table 2 Effect of B application on soybean yield
单位：亩·公斤
unit: mu·kg

项 目 土 壤 Soil types	年份 Years	点数*1 Sites	未施产量 Yield of unapply B fertilizer	增 产 量 Increased yield		增 产 % Increased %	
				幅 度 Range	平 均 Mean	幅 度 Range	平 均 Mean
白 浆 土 Lessive	1984	+ 1	115.0	57	57	49.6	49.6
	1985	+ 2	126.5	13—50	31.5	10.0—40.8	25.4
	1986	+21	147.0	8—63	20.5	4.0—53.3	16.1
	1986	- 3	227.5	-4—-72.5	-37.0	-2.1—-28.5	-19.2
	平均*2	+24	144.0	8—63	21.5	4.0—53.3	18.3
淡黑钙土 Black calcium soil	1984	+ 3	123.0	6.5—12.5	9.5	5.1—16.7	9.3
	1985	+ 3	90.0	4.5—21.5	12.0	6.9—36.1	16.6
	1986	+ 9	142.0	12.0—71.5	26.0	6.8—64.4	20.3
	1986	- 1	168.5	-2.5	-2.5	-1.5	-1.5
	平均	+15	128.0	4.5—71.5	20.0	5.1—64.4	17.4
黑 土 Black soil	1984	+ 2	112.5	11.5—44.0	28.0	10.1—39.6	24.9
	1985	+ 3	141.5	3.5—19.0	18.0	2.5—11.1	6.7
	1985	- 1	89.5	-15.5	-15.5	-18.4	-18.4
	1986	+ 8	159.5	4.0—46.5	17.5	2.1—24.9	9.2
	平均	+13	170.0	3.5—46.5	17.0	2.0—39.6	11.0
冲 积 土 Alluvial soil	1984	- 2	206.0	-6.5—-15.0	-11.0	-2.9—-8.4	-5.7
	1985	+ 4	168.5	6.5—30.1	15.5	4.5—17.4	8.7
	1986	+ 7	176.0	1.5—22.5	12.0	2.6—13.0	6.9
	平均	+11	169.0	1.5—31.0	13.5	2.6—17.4	7.6

*1 十为增产点数，一为减产点数 “+” is sites of yield increase “-” is site of yield reduction,
*2 为三年增产点数的平均 *2 is the mean value of increased sites for three years,

表 3 施硼增产性状构成因素
Table 3 Effects of B application on the increase of yield factors of soybean

项 目 Items 地 址 Areas	年度 Years	处理 Treat- ment	单 株 荚 数 No. of pods per plant			单 株 粒 重 No. of seeds per plant			百 粒 重 Weight of 100 seeds		
			个/株 No./ plant	增加 Incre- ment	%	克/株 g/plant	增加 Incre- ment	%	克 g	增加 Incre- ment	%
敦化市大桥 Dunhua city Daqiao	1985	施硼	38.2	16.0	72.1	17.2	7.9	84.9	18.5	1.5	8.8
		未施	22.2			9.3			17.1		
敦化市15点平均 Dunhua city mean of 15 points	1986	施硼	24.5	5.1	26.2	9.4	2.5	36.2	19.6	0.8	4.3
		未施	19.4			6.9			18.8		
榆树县环城 Yushu county Huancheng	1985	施硼	30.9	6.6	27.2	11.0	1.0	10.1	18.7	0.3	1.6
		未施	24.3			10.1			18.4		
榆树县12点平均 Yushu county mean of 12 points	1986	施硼	36.8	4.0	12.2	17.9	2.4	15.6	21.1	0.9	4.5
		未施	32.8			15.5			20.2		
永吉县乌拉街 Yongji county Wulazi	1985	施硼	79.0	21.0	33.2	33.8	11.1	48.9	19.6	0.9	4.3
		未施	58.0			22.7			18.7		
永吉县8点平均 Yongji county mean of 8 points	1986	施硼	35.1	3.7	11.8	15.8	2.1	15.3	21.2	0.2	1.0
		未施	31.4			13.7			21.6		

表4 施硼对大豆植株各部位硼钙含量的影响
Table 4 Effect of B application on the B content in
different soybean plant parts
单位: PPM
unit: PPM

处 理 Treatment		施 硼 Apply B		未 施 No B	
项 目 Items		Ca	B	Ca	B
采样部位 Sampling position	1—3 片	2370	22	2198	18
	叶顶 Leaf tip	2437	34	2417	30
	7—9 片	2279	34	1927	45
叶柄顶 Petiole tip	1—3 片	2324	9	2027	24
	4—6 片	2291	10	2271	14
	7—9 片	1985	17	2041	16
茎 Stem		678	12	661	19
荚皮 Pod shell		665	34	664	37
籽实 Seeds		356	32	251	31
根 Roots		430	20	326	17

1985年在含有效硼0.26PPM缺硼的土壤上,于播种时用0.5%硼砂溶液拌种,生育至鼓粒期(8月17日)采集施硼与未施硼两种处理的植株烘干、粉碎,进行不同部位含量的分析,分析方法为硝酸、过氯酸消化,原子吸收分光光度计测定,结果如表4。

(1) 硼的分布:茎、叶柄、根部硼的含量较低,在9—24PPM,荚皮、子实、中、下侧叶片含量相近,在30—45PPM,中上层叶片对施硼的反应效应明显,施硼处理比未施的含量分别增加22.2%和13.3%,使功能叶片硼含量从低量级的18PPM提高到充足级的22PPM,改善了大豆营养体重要部位的硼素营养状况。

(2) Ca/B的比值:据报导^[6]叶部钙和硼的含量比值可作为作物是否缺硼指标,Ca/B高表示缺硼,大豆的适宜Ca/B为500/1。本试验分析结果(表4)不同部位的Ca/B为42.8—122.1/1。叶片由上而下比值递减,钙的含量下降,硼的含量上升,施硼后顶端1—6层叶片,Ca/B比值减小,7—9层叶片施硼后Ca/B比值增大,但与报导的大豆Ca/B为500/1,相差较大,除发现本试验分析结果钙含量偏低外,其它原因有待探讨。

三、施硼的有效条件及施用技术

1. 土壤有效硼含量与增产效果

1984—1986年66个田块试验调查结果(表5)土壤有效硼含量0.50PPM以下的田块施硼增产效果稳定,增产在5.1%以上,含0.51PPM以上增产效果不稳定(4.1—30.9),总的看不显著,0.71PPM以上的田块增产不显著,且出现减产,在敦化市太平岭含有效硼0.92PPM的田块上,施硼曾发生硼害症状。

将三年土壤有效硼含量与增产率的调查结果进行回归分析,得出函数方程式为:

$$1984\text{年 } y(\text{增产}\%) = 11.44 - 5.74x \text{ (土壤有效硼含量)} \quad n = 9$$

$$1985\text{年 } y(\text{增产}\%) = 22.40 - 29.39x^{**} \text{ (土壤有效硼含量)} \quad n = 12$$

$$1986\text{年 } y(\text{增产}\%) = 26.65 - 31.84x \text{ (土壤有效硼含量)} \quad n = 21$$

利用显著性测定达显著水准的1985年函数方程计算结果:当土壤含有效硼0.50PPM时,施硼增产7.706%,含量0.60PPM时施硼增产4.8%,已不显著。

2. 硼的施用方法与效果

1984年在11个点上进行田间比较试验,①用500g硼砂与30—50倍细土混合做底肥,②用0.2%硼砂溶液于苗期,初花期喷洒于叶面,两种方法均以不施硼为对照,设三次重复,小区面积28.8m²,结果见表6,土壤含有效硼0.76PPM以上的地块,两种方法均无效,甚至减产,土壤有效硼含量0.06—0.62PPM,用硼做底肥增产效果高于叶面喷施效果的有5个点,平均增产22.0%。比叶面喷施的多增产8.3%,叶面喷施效果高于做底肥效果的有五个点,平均增产18.3%,比做底肥的多增产4.9%。

1985年在敦化市大桥乡含有效硼0.42PPM的土壤上,试验不同施用方法的效果。试验设四个处理:①每亩用500g硼砂与30—50倍细土混合做底肥;②用0.2%硼砂溶液于开花前喷施于叶面,每亩用10—15kg溶液;③0.5kg种子拌1g硼砂;④不施硼砂做对照。三次重复,结果如表7,三种方法均有显著的增产效果,增产15.8—27.0%,每亩增收22—37.5kg大豆。

表 5 土壤有效硼含量与施硼效果
Table 5 Content of available boron in the soil and effect of boron application

单位: PPM

年 度 Years		1984	1985	1986	平均 Mean
土壤有效硼 Available					
0—0.10	点 数 Points	2	2	1	5
	平均增产 Mean increase yield	29.7	24.7	16.2	25.0
0.11—0.20	点 数 Points	1	2	11	14
	平均增产 Mean increase yield	6.0	22.5	11.6	11.2
0.21—0.30	点 数 Points	—	2	9	11
	平均增产 Mean increase yield	—	6.7	21.4	19.7
0.31—0.40	点 数 Points	1	2	12	15
	平均增产 Mean increase yield	13.7	11.0	15.0	14.6
0.41—0.50	点 数 Points	1	1	8	10
	平均增产 Mean increase yield	5.1	10.0	12.9	11.8
0.51—0.60	点 数 Points	1	1	3	5
	平均增产 Mean increase yield	10.1	6.7	2.5	4.9
0.61—0.70	点 数 points	1	—	1	2
	平均增产 Mean increase yield	39.6	—	22.2	30.9
0.71以上	点 数 Points	2	2	—	4
	平均增产 Mean increase yield	+0.8—10.4	+4.1—18.4	—	+4.1—18.4

3. 叶面喷施不同浓度硼砂溶液的效果

1985年在敦化市大桥乡极缺硼(痕迹含量)的土壤上,进行田间试验,设0.1%、0.2%、0.3%三种硼砂浓度,以清水为对照,于大豆开花前期,每亩喷15kg溶液,结果如表8:以0.2—0.3%的浓度增产效果为好,分别比对照增产40.2%和43.8%,比0.1%浓度的多增产7.8—11.4%,每亩多收大豆10—14.5kg。

表 6 硼砂不同施用方法的效果

单位: kg 亩 PPM

Table 6 Comparison of effect on different methods of borax application

Unit: kg. mu.PPM

项 目 Items 地址 Areas	未施产量 Yield of no B fertilizer	种 肥 Seed manure		叶面喷 Leaf ared		土壤含有效硼 Available B in the soil
		增产 Increase yield	%	增产 Increase yield	%	
敦化县沙河站 Dunhua county Sahezhan	205	20.5	10.0	4.5	2.2	0.20
敦化县太平岭 Dunhua county Taipingling	178	1.5	0.8	4.0	2.2	0.10
敦化县大桥 Dunhua county Daqiao	115	57.0	49.3	41.0	35.6	0.03
永吉县五里河 Yongji county Wulihe	169.5	-16.0	-10.4	-23.5	-16.1	0.76
永吉县乌拉街官通 Yongji county Wulazi Guantong	233.5	-6.5	-2.9	-2.0	-0.9	—
永吉县乌拉街韩屯 Yongi county Walazi Hantun	178.5	-15.0	-8.4	20.5	-11.5	—
榆树县环城 Yushu county Huancheng	111	41	39.6	23.0	20.7	0.62
榆树县弓棚子 Yushu county Gongpengzhi	113.5	11.5	10.1	18.0	15.9	0.56
前郭县深井子 Qianguo county Shemjingzhi	166.5	10	6.0	7.5	4.5	0.20
前郭县查干花 Qianguo county Chaganhua	75.0	12.5	16.7	15.5	20.7	0.38
长岭县流水 Changling county Liushui	127.0	6.5	5.1	3.5	2.8	0.48

表 7 硼砂不同施用方法对产量的影响

单位: kg 亩 g

Table 7 Effect of application borax methods on yield of soybean unit mu.Kg.g

项目 Item 处理 Treatment	产 量 Yield			单株粒重Seed weight plant			百粒重 100 seeds weight		
	产量 Yield	增产 Increment of yield	%	克/株 g/plant	增加 Incre- ment	%	克 g	增 产 Increment of yield	%
底肥 500g Fertilizer 500g	163.5	24.5	17.9	19.1	10.8	130.0	18.5	1.5	8.8
0.2% 溶液叶面喷施 0.2% foliage spray	161.0	22.0	16.2	16.1	7.8	94.0	18.2	1.2	7.1
每 kg 种用 2 g 拌种 2g/kg seed	176.5	37.5	27.1	20.1	11.8	142.2	18.5	1.5	8.8
不施 No application	139.0	—	—	8.3	—	—	17.0	—	—

表 8 不同浓度的硼砂溶液对产量的影响 单位: kg 亩 g
Table 8 Effect of different borax concentration on the yield unit mu. kg. g

项目 Item 处理 Treatment	产 量 Yield			单株粒重 Seeds weight/plant			百粒重 100 seeds weight		
	产量 Yield	增 产 Increment of yield	%	克/株 g/plant	增 加 Increment	%	克 g	增 加 Increment	%
0.1%	169.5	41.5	16.20	14.6	6.6	82.5	18.5	1.4	8.2
0.2%	179.5	51.5	20.1	19.9	11.9	148.8	19.0	1.9	11.1
0.3%	184.0	56.0	21.9	20.1	12.1	151.3	19.5	2.4	14.0
水 Water	128.0	—	—	8.0	—	—	17.1	—	—

四、结 语

经三年试验调查结果表明：我省东部缺硼白浆土种植的大豆功能叶片含 硼量 低 于 20PPM，呈缺乏状态，施硼平均增产 18.3%，每亩增收大豆 21.5kg，西部 缺 硼 的 淡 黑钙土种植的大豆功能叶片含硼量也为缺硼状态，施硼平均增产 17.4%，每亩 平 均 增 产大豆 20kg，中部黑土地区大豆功能叶片含硼 30—36 PPM，虽属充足级，但 偏 低，大部份试验地块施硼亦增产，平均增产11.0%，每亩增收大豆13.5kg。硼的肥效与土壤 有效硼含量有关，其函数方程式为 y （增产%）= 22.403 - 29.386x**（土壤有效硼 含 量），在缺硼土壤上每亩用 250—500g 硼砂做底肥（硼砂与种子间要建立隔离土层），每 kg 种 子 用 2g 硼砂拌种，叶面喷施 0.2—0.3%，浓度的硼砂溶液都有效；土壤有 效 硼 含 量 0.92PPM 的地块施硼曾发生硼中毒症。在缺硼土壤上施硼改善了植株的硼素营养 状 况，促使生命力增强；直至成熟期植株仍为活体，从而使大豆生长、发育良好，提高 产 量。

吉林省土壤有效硼平均含量东部为0.43PPM，中部为0.49PPM，西部为0.52PPM， 因 此，施硼是提高大豆产量有希望的切实可行的，经济有效的增产措施。

参 考 文 献

[1] J. J 莫尔维德特等 1984，农业中的微量营养元素（美）中国农业科学院土肥所编译，农业出版社。
[2] 孟庆秋 张树仁，1983，农业中的微量营养元素含量评价及其相关分析，吉林省农牧厅编吉林省土壤普 查成果应用资料汇编、吉林省农业科学院。
[3] B. E 考德威尔 1982，大豆的改良、生产和利用 吉林省农业科学院等译
[4] 刘铮等 1982，我国缺乏微量元素的土壤分布化工部化肥司、《无机盐工业》编辑部编微量元素肥料 专集，中国科学院土壤所。