

石灰性土壤钙硼钼配合施用对菜豆生长的影响

李春花 杨清 褚天铎 刘新保

(中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京 100081)

EFFECT OF Ca, B AND Mo COMBINED USE ON BEAN GROWTH IN CALCAREOUS SOIL

Li Chunhua Yang Qing Chu Tianduo Liu Xinbao
(Soils & Fertilizers Institute, CAAS, Beijing 100081)

钙、硼、钼是十字花科作物需要量大且敏感的三种元素,国内外对该三种元素在土壤中的有效性及临界值指标进行了大量研究。硼和钼的研究取得了较一致的结论,而钙的有效临界指标在不同作物不同土壤气候条件下的差异很大。一般认为,北方石灰性土壤交换态钙和钙饱和度较高而且含有碳酸钙结核,因而不存在钙供应不足的问题,历史上该地区亦少有单独施用钙肥的习惯。但近年的一些研究结果表明,在含钙量高的土壤上,作物有时也会发生缺钙症状,如大白菜“干烧心”症,苹果苦豆病,芹菜褐腐病等^[1]。刘宜生(1983年)认为大白菜干烧心病是由于土壤水溶性钙含量低所致,在莲座期和结球初期集中大量追施氮肥发病率显著提高^[2]。近十几年来高纯度氮磷钾化肥用量及比例越来越高,在城郊蔬菜产区更是如此。氮磷钾肥用量的增加提高了作物生长速率及产量,对氮磷钾以外的元素的供给也提出了更高的要求。Anderson(1956年)研究发现氮磷肥可增加作物对硼钼的吸收^[3],Kowalenko(1981年)和皮美美(1987年)的研究表明植物含氮水平提高需要相应地增加硼来加以平衡,施用氮肥显著降低植株中硼的缺乏,元素之间的平衡和相互作用影响着肥效的高低。因此1991年起我们在氮磷钾及有机肥正常管理水平下对菜豆钙硼钼配合施用的增产作用及施用技术进行了田间试验,并通过盆栽试验研究了钙硼钼配合基施对菜豆吸收运转这些元素的影响。

一、材料与方 法

(一)试验地点及材料 田间试验在北京通县和济南郊区两地进行,土壤类型均属潮土;盆栽试验土壤为取自北京昌平的褐土。供试土壤的理化性质见表1。供试作物为菜豆,品种依试验地点不同,北京通县1993年为绿龙,1994年为双季;济南2年均均为济南白粒;盆栽供试品种为供给者。

(二)试验方案 田间试验共进行2年。试验分为喷施与基施两种方法,均设对照、施BMo、施CaBMo3个处理,3次重复。其中喷施浓度:B为1g/L硼砂,Mo为0.5g/L钼酸铵,Ca为6g/L醋酸钙;基施用量硼为7.5kg/hm²硼砂、钼为1.875kg/hm²钼酸铵,钙为150kg/hm²醋酸钙。试验小区面积济南为9m²,通县为20m²,每年4月底5月初播种,7月中旬拉秧,累计采收产量为小区产量。喷施在花前期至结荚初期进行,喷2~3次,基施则随NPK和有机肥一起于播种前施入土壤,NPK及有机肥用量和种类均按当地习惯。

表 1 供试土壤理化性质
Table 1 Properties of tested soils

实验地点 Site	pH	有机质 OM (%)	全氮 Tot.N (%)	速P Avai.P (mg/kg)	速K Avai.K (mg/kg)	代换钙 Q(1/2)Ca ⁺ (cmol/kg)	有效硼 Avai.B (mg/kg)	有效钼 Avai.Mo (mg/kg)
北京通县(1993年)	8.1	1.97	0.09	5.7	91.3	95.9	0.68	0.18
北京通县(1994年)	8.3	2.33	0.38	38.2	63.6	78.38	0.73	0.18
济南郊区	8.0	2.79	0.16	12.6	57.4	91.75	0.42	0.20
本所农场	7.7	1.76	0.11	10.2	53.5	43.23	0.56	0.18

盆栽试验在温室进行,采用基施方法,设CK、BMo、Ca和CaBMo4个处理。钙硼钼肥种类及用量均同田间试验,播种前随氮磷钾肥一起在盆中混匀,每盆装土3公斤,加入0.5g尿素,0.5g磷酸二氢钾,在菜豆生长20天时追施0.5g尿素,每盆保留三棵植株。在结荚一周后收获,测定植株茎叶荚内的钙硼钼含量,茎叶荚干物重,计算植株各部位的吸收量和地上部总吸收量,以及各部位的分配率,(各部位吸收量除以总吸收量),同时测定各处理土壤有效态钙、硼、钼含量。

(三)分析方法 土壤代换态钙以1mol/L醋酸铵浸提,有效硼以沸水浸提,钼以草酸-草酸铵浸提,等离子发射光谱分析;其它项目按常规方法测定。植株CaBMo干灰化法消化,等离子发射光谱测定。

二、结果与讨论

(一)施用钙硼钼对菜豆生长的影响

田间CaBMo配合喷施试验结果表明,BMo配合喷施比对照增产2.67t/hm²,达显著水平,CaBMo配合喷施增产4.25t/hm²,达极显著水平;CaBMo处理与BMo处理相比,增产1.58t/hm²,虽未达显著水平,但显示出了钙与硼钼配合有良好的促进效应(表2)。

表 2 CaBMo配合喷施田间试验产量结果(t/hm²)
Table 2 Result of CaBMo combined foliar application (feild trails)

处理 Treat.	1993		1994		平均	增产量
	通县	济南	通县	济南		
CK	19.55	19.57	14.00	17.70	17.70	-
BMo	21.16	22.46	17.38	20.48	20.37	2.67 *
CaBMo	21.43	24.68	20.88	20.81	21.95	4.25 **

LSD_{0.05} = 2.42 LSD_{0.01} = 3.48

土壤中的代换态Ca、有效态B、Mo含量是目前施肥与否的主要依据。然而从田间喷施试验结果看,在现有NPK有机肥施用水平下,即使有效态Ca、有效B、Mo并不缺乏,在生长关键时期适当配合施用Ca、B、Mo对菜豆依然有明显的增产作用。说明在高产条件下,只提高大量元素的营养水平,在作物生长的某一时期可能存在中、微量元素营养供应相对不足的问题。

CaBMo配合基施试验结果看出,CaBMo配合基施结果因试验地点而异(表3)。济南的试验BMo基施增产不显著,CaBMo配合增产达显著水平,CaBMo配合比BMo配合增产2.22公斤,差异极显著;通县的试验,基施BMo增产极显著,CaBMo配合反而不及BMo配合的效果。这可能是1994年气温高且降雨量大,土壤中水分过多,一方面影响根系的正常生理代谢,减少了对养分的吸收,另一方面,土壤中有效态BMo含量增加,此时加入醋酸钙有可能导致形成难溶的偏硼酸钙和钼酸钙^[1],降低了硼钼肥的肥效。

表 3 CaBMo配合基施田间小区试验产量结果(kg/plot, 1994)
Table 3 Result of CaBMo combined root application in plot trails

处理 Treat.	济 南		通 县	
	小区产量 Plot yield	增产量 Increase	小区产量 Plot yield	增产量 Increase
CK	15.93	-	14.40	-
BMo	16.90	0.97	18.75	4.35
CaBMo	19.12	3.19	15.6	1.20

LSD_{0.05} = 2.79 LSD_{0.01} = 4.22 LSD_{0.05} = 2.66 LSD_{0.01} = 4.04

盆栽试验结果(表4)表明,与对照相比,施Ca的结荚数、果荚产量和生物产量虽有所增加,但不显著,施BMo处理虽然结荚数显著增加,但由于果荚小,以致产量没有显著增加,CaBMo处理在结荚数和生物产量分别达到极显著和显著水平。CaBMo与BMo和Ca两个处理相比,结荚数增加量等于BMo和Ca两个处理增加量之和,果荚产量和生物产量的增加量均大于BMo和Ca二处理增加量之和,显示出Ca和BMo配合有明显叠加效应,这与济南的田间试验结果是一致的。

表 4 CaBMo配合基施盆栽试验结果
Table 4 Result of CaBMo combined application as basal (pot trail)

处理 Treat.	CK	BMo	Ca	CaBMo	LSD _{0.05}	LSD _{0.01}
结荚数 Pod Number(NO./plant)	1.33	1.67	1.58	1.75	0.67	0.95
果荚产量 Pod yield(g/pot)	19.62	20.75	20.88	24.88	5.85	8.22
生物产量 Bio.yield(g/pot)	34.5	42.0	37.4	48.6	10.64	14.0

(二)菜豆对CaBMo的吸收与分配

1. Ca的吸收与分配 植物吸收的Ca70%分配在叶片中,15%分配在茎中,15%分配在果荚中。单独施钙肥,尽管植株总吸钙量没有增加,但是茎中Ca总量明显高于对照,也高于其它处理,表明施用钙肥后Ca在茎中积累。BMo或CaBMo配施可以促进植株对Ca的吸收,并且增加了向果荚的分配比例。

2. Mo的吸收与分配 菜豆植株吸收的Mo50%左右分配在茎,其次为果荚中,向叶片中分配的比例较小。施用钼肥明显增加植株对Mo的吸收。CaBMo配合施用与BMo配合相比,Ca可以明显提高茎、叶及果荚对Mo的吸收量,表明Ca对Mo的促进作用。施用钼肥虽可以增加茎对Mo的吸收量,但并未提高Mo在茎中的分配比例(表5)。

表 5 菜豆中钙的吸收与分配

Table 5 Absorption and distribution of Ca

处理 Treat.	吸Ca总量 Ca absor. (mg/pot)	茎 Stem			叶 Leaf			荚 Pod		
		含量	吸收	分配	含量	吸收	分配	含量	吸收	分配
		Cont. (%)	Absor. (g/pot)	Distr. (%)	Cont. (%)	Absor. (g/pot)	Distr. (%)	Cont. (%)	Absor. (g/pot)	Distr. (%)
CK	374.4	1.57	56.8	15.2	6.59	272.2	72.7	0.69	45.4	12.1
BMo	384.8	1.53	57.3	14.9	6.31	270.1	70.2	0.83	57.4	14.9
Ca	357.1	1.68	60.3	16.9	6.24	254.6	71.3	0.61	42.2	11.8
CaBMo	397.8	1.58	59.9	15.1	6.34	274.5	69.0	0.76	63.3	15.9

3. B的吸收与分配 植株吸收的B分配在叶及果荚中各占40%左右,分配在茎中不到20%,增施硼肥(包括BMo及CaBMo)明显增加叶及果荚对B的吸收,对茎无影响(表6)。

表 6 菜豆中Mo、B的吸收与分配

Table 6 Absorption and distribution of Mo and B

处理 Treat.	吸Mo总量 Mo absor. (mg/pot)	茎 Stem			叶 Leaf			荚 Pod		
		含量	吸收	分配	含量	吸收	分配	含量	吸收	分配
		Cont. (μ g/g)	Absor. (μ g/pot)	Distr. (%)	Cont. (μ g/g)	Absor. (μ g/pot)	Distr. (%)	Cont. (μ g/g)	Absor. (μ g/pot)	Distr. (%)
CK	33.0	5.36	19.4	58.9	1.38	5.2	17.4	1.20	7.8	23.7
BMo	103.5	13.43	50.4	48.7	6.19	26.5	25.6	3.85	26.6	25.7
Ca	37.5	5.46	19.5	58.2	1.39	5.7	17.0	1.19	8.3	24.8
CaBMo	122.7	14.66	55.7	45.4	7.52	32.6	26.6	4.15	34.4	28.0
CK	253.9	11.60	42.00	16.5	28.46	117.5	46.3	14.44	94.4	37.2
BMo	282.7	11.84	44.40	15.7	29.93	128.1	45.3	15.92	110.2	39.0
Ca	246.8	12.77	45.70	18.5	24.20	98.7	40.0	43.70	102.3	41.4
CaBMo	307.7	12.10	46.00	14.9	29.29	126.8	41.2	16.27	134.9	43.8

一般来讲,B的供应充足,植物能吸收更多的矿物质特别是金属离子。Reeve和Shive测定植物CaB含量的比率发现Ca的供应增加时植物需要更多的硼^[8]。Ca与B有相似的吸收机理,二者均随质流进入木质部向上运输,而且老叶内吸收的Ca、B难于被新生组织再利用。Harbrooks指出硼向上转移受到干物质积累速度的控制,Mo是植物体内硝酸还原酶的活化因子,提高Mo的供给有利于作物吸收更多的N素。许多研究表明N与Ca、B有正相关作用。因此,Mo与Ca、B的关系是间接的,是由于生长的加快导致Ca、B吸收的增加,而Ca、B的增加又反过来增加了Mo的需求量。本试验结果表明,在高产条件下,单独增加某一种元素的供给所起的增产效果是有限的,而均衡的供应多种元素才可有效地促进作物的生长,提高作物的产量。

参 考 文 献

- 1 北京农业大学主编,1990:农业化学总论。农业出版社,174~176。
- 2 刘宜生,1983:大白菜干烧心病的病因与防治。北京农业科学,4:30~32。
- 3 Anderson A J, 1956: Mo as a fertilizer. Adv. in Agr. 164~204.
- 4 皮美美等,1987:棉花硼氮营养关系的研究。华中农业大学学报,6(1):42~50。