

# 不同土类上施用微量元素与大豆生长、发育、产量及品质的关系\*

朱 淇 梁之婉 陳恩鳳

(中国科学院林业土壤研究所)

对于土壤微量元素的研究以及微量元素肥料的施用,国外从上世纪末即已开始,但为数极少。本世纪初,逐渐增多,至近二三十年,则较为广泛,并已在理论与实际应用方面取得许多研究成果。对于大豆,以 B、Mn、Zn、Cu 等研究较多,Mo 最少。

我国大豆素以多产与优质著称,东北为我国生产大豆基地。为了大豆增产,除其他农业措施外,必须合理施肥,其中微量元素肥料的应用亦很值得研究。根据 1954 年在黑土上用 B、Mn、Mo、Zn、Cu 对大豆进行的喷射试验,初步证明这些微量元素对大豆的生长、产量与品质均有一定的作用,其中以 Mo 与 Zn 为最显著<sup>[1]</sup>。因此,从 1955 年起继续在黑土及其他土类上用这些微量元素对大豆进行了一系列试验(包括肥料形态、施用方法与用量等)。这些试验证明,上述微量元素(特别是 Mo)施于不同土类中,除个别试验外,对大豆生长与产量及在大多数情况下对发育与品质均有不同程度的良好作用。

## 一、材料和方法

试验所用密氏盆除 1957 年 Mo 拌土与拌种试验为 20×25 厘米外,余均为 20×20 厘米。每盆施 N[(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] 0.1 克, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>[Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>] 与 K<sub>2</sub>O(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 各 1 克(1958 年无 N、K)。1955 年重复 20 次,1956 年 18 次,每盆均两株;1957 年喷射试验重复 15 次,余为 8 次,每盆均 3 株;1958 年重复 5 次,每盆 4 株。喷射分苗、花、荚三期,各期溶液用量每盆分别为 15、25、30 毫升。田间试验小区面积为 45—50 平方米,重复 3—4 次,除曙光农场的为顺序排列外,余均为对照成对排列,每公顷施基肥 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 分别为 10、60、30 公斤。大面积试验的面积一般为 500 平方米,重复与施肥不一。田间试验中苗、花、荚三期喷射溶液量每公顷分别为 300、400、500 升,以叶面溅满水珠不致下滴为准。拌种溶液用量为种子重的 1/4,风干后播种,播前种子用升汞水消毒,并接种根瘤菌。盆钵试验所用品种为中满中熟种小金黄 1 号,田间试验所用品种随地区而异。各年所用微量元素浓度及用量见各表“处理”栏内。供试土壤的性质如表 1 所示。

## 二、试验结果

### (一) 盆钵试验

在 1954 年初步试验的基础上,1955 年复用 B、Mn、Mo、Zn、Cu 5 种微量元素对大

\* 参加工作的还有程飞剑、王家勋、王美纯、陈万发、孟繁荣等同志。部分田间试验与有关单位协作或委托进行,部分样品的分析亦得到本所微生物室与本室他组同志的协助,特此致谢。

表 1 各年供試土壤的主要性質

時間	采土或試驗地点	土 类	試驗方法	全N (%)	速效N (毫克/100克土)	全 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	速效P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (毫克/100克土)	腐殖质 (%)	pH	質 地
1955	吉林榆樹 12 区民权村	黑土	盆鉢	0.140		0.09		2.87	6.1	重壤土
1956	吉林榆樹县良种繁殖場	”	”						6.5	重粘土
1957	同上(瘠地)	”	田間	0.142		0.08	2.33	2.12	6.2	重粘壤土
”	同上(肥地)	”	”	0.157		0.10	6.45	3.08	6.5	重粘土
”	黑龙江宝泉岭农場四分場	白浆土	盆鉢	0.210		0.15		6.45	5.8	重粘壤土
”	同上	”	盆鉢与田間	0.293	12.0	0.16	2.05	4.92	5.3	重粘壤土
”	黑龙江九三农場	黑土	盆鉢	0.268	13.4	0.16	2.00	6.09	5.8	中粘壤土
”	黑龙江友谊农場	草甸黑土	”	0.350	8.2	0.14	2.25	5.66	6.1	輕粘土
”	沈阳农学院	棕壤	”	0.080	6.8	0.12	2.90	1.63	5.5	輕粘壤土
”	”	冲积土	”		10.7	0.20	28.74		5.8	中粘壤土
1958	黑龙江宝泉岭农場四分場	白浆土	田間	0.210		0.16	12.00		5.0	重粘壤土
”	吉林榆樹县良种繁殖場	黑土	”		11.3	0.08	12.00		6.1	重粘壤土

表 2 微量元素施于黑土中对大豆生长、发育、产量及品質的影响

处 理	***	***	莢熟期 (日/月)	籽实产量		千粒重 (克)	籽实含氮量 (%)	籽实含油量 (%)
	茎叶干重 (克)	根瘤干重 (克)		克/盆	%			
NPK	15.9	1.18	9/IX	41.3	100	102.0	5.99	23.0
NPK + 鉬酸 1.5 毫克/公斤土	17.6	1.19	7/”	46.5	113	110.5	6.16	22.8
NPK + 鉬酸 3 毫克/公斤土	17.8	1.43	7/”	45.1	109	106.1	6.19	23.0
NPK + 硫酸錳 6 毫克/公斤土*	17.3	1.31	8/”	—	—	—	5.82	23.2
NPK + 硫酸錳 12 毫克/公斤土	17.0	1.39	9/”	42.9	104	104.3	6.00	23.5
NPK + 硼酸 3 毫克/公斤土	17.5	1.39	”	44.2	107	107.5	5.98	23.4
NPK + 硼酸 6 毫克/公斤土*	16.7	1.28	”	—	—	—	5.72	23.6
NPK + 硫酸鋅 6 毫克/公斤土	17.6	1.26	”	44.5	108	105.5	6.15	23.0
NPK + 硫酸鋅 12 毫克/公斤土	16.5	1.25	”	44.7	108	109.2	6.09	23.3
NPK + 硫酸銅 6 毫克/公斤土	17.3	1.44	”	44.3	107	106.4	5.87	24.8
NPK + 硫酸銅 12 毫克/公斤土	17.7	1.35	7/IX	43.3	105	105.0	6.21	22.5
NPK + 混施低量**	18.1	1.23	5/”	44.5	108	104.0	6.11	22.7
NPK + 混施高量**	17.8	1.25	5/”	44.9	109	107.2	6.19	23.4

\* 因烘莢时不慎,部分燒焦,未能称重。

\*\* 低量为各微量元素单施低量的 1/2,高量为各微量元素单施的低量。

\*\*\* 盛花期取样 10 株(5 盆)的平均数。

豆进行盆鉢試驗(表 2)。这一試驗再次証明,这些微量元素对大豆生长、发育、产量与品質均有一定的作用,并与 1954 年所得結果大致相符。就生长来看,由于施微量元素处理几乎一致地都增加株高、分枝数、总节数、叶数与叶寬,因而茎叶干重亦随之增加。在产量結構上,由于施微量元素处理的莢数、三粒莢与千粒重有所增加,因而产量亦随之增加;其中仍以 Mo 增产最高,其次为混施与 Zn,再次为 Cu、B 与 Mn。施微量元素处理一般对籽实的含 N 量和油脂含量的影响不明显。施 Mo、混施、Cu 高与 Mn 低四个处理,还提前成熟 1—4 天。施 Mo 与混施各处理,除个别外,均提高根瘤干重与植株的含 N 量(表 3)。可見它們在促进大豆发育与 N 素代謝方面有一定的作用。

表 3 施 Mo 及 5 种微量元素混合施用与大豆植株含 N 量的关系

处 理	植 株 含 N 量 (%)	
	地 上 部	地 下 部
NPK	2.77	2.67
NPK + 钼酸 1.3 毫克/公斤土	3.27	2.86
NPK + 钼酸 3 毫克/公斤土	3.15	3.07
NPK + 混施低量*	2.92	2.65
NPK + 混施高量*	2.95	2.88

\* 见表 2 注\*\*。

为了找出在黑土上对大豆喷射微量元素的最适浓度, 1956 年用上述 5 种微量元素的 5 种浓度对大豆进行了盆钵试验, Mo 的结果如图 1 所示, 以 0.07% 的钼酸铵为最好; 硫酸锌在与 Mo 相同的 5 种浓度中, 增产均在 7% 左右; 硼酸、硫酸锰与硫酸铜处理, 由于起始浓度过高, 所得结果只能说明增产高峰的最适浓度应分别在 0.02、0.01 与 0.001% 以下。因此, Zn、B、Mn、Cu 的最适喷射浓度还需要再行确定。不过从这一试验中仍可大致看出, 各微量元素对生长在黑土中的大豆的最适浓度是各不相同的。试验中浓度较适当的各微量元素处理亦使大豆生长与产量结构各指标有一定提高; 施 Mo 处理还均提前了结荚期(如对照每株结荚 5 个时, 施 Mo 各处理每株已结荚 14—33 个)。

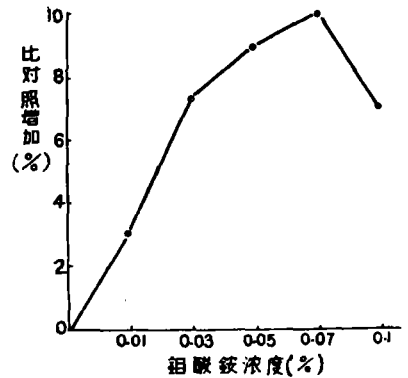


图 1 钼酸铵浓度对大豆增产的影响

吉林与黑龙江的白浆土上所种大豆的面积亦不少, 故 1957 年除了在黑土上进行田间试验外, 同时用上述 5 种微量元素在这一土中进行了盆钵试验, 其中 Mo 用 3 种不同施用方法进行, 这些试验结果分别列于表 4 及表 5。

表 4 微量元素施于白浆土中与大豆生长、产量结构及品质的关系

施用方法	处 理	株高 (厘米)	茎干重 (克/盆)	叶干重 (克/盆)	根干重 (克/盆)	根瘤干重 (克/盆)	总节数 /株	叶绿素含量 (%)	荚数 /盆	三粒荚 /盆	千粒重 (克)	籽实产量		籽实含 N 量 (%)	籽实含油量 (%)
												克/盆	%		
拌种	NPK	56.0	33.9	33.3	18.0	5.7	48.0	2.32	163	116	118	39.3	100	4.55	24.1
	NPK + 钼酸铵 0.04%	70.6	39.1	37.8	19.5	5.4	57.0	2.75	208	154	127	56.8	144	5.33	22.2
	NPK + 钼酸铵 0.2%	65.3	37.0	36.7	17.4	6.5	52.0	2.84	198	156	128	58.6	149	4.99	22.5
拌土	NPK	65.5	31.5	32.8	16.9	4.7	45.2	2.12	163	112	127	42.0	100	5.27	23.4
	NPK + 钼酸铵 2 毫克/公斤土	69.9	39.8	37.4	17.9	5.6	51.7	2.64	200	141	131	59.1	141	5.35	21.6
	NPK + 钼酸铵 6 毫克/公斤土	69.5	40.0	38.1	18.5	6.3	54.2	2.81	202	142	130	59.6	142	5.28	22.2
喷射叶面	NPK	53.0	29.7	33.2	23.2	5.4	55.0	2.15	171	113	125	46.5	100	4.44	24.6
	NPK + 钼酸铵 0.07%	58.7	33.8	38.3	19.4	6.2	62.5	2.51	212	165	128	61.6	132	5.06	23.0
	NPK + 硼酸 0.05%	53.4	29.5	33.7	24.4	6.2	57.6	2.09	183	125	131	51.5	111	4.85	23.9
	NPK + 硫酸锌 0.01%	55.0	26.4	30.2	21.9	6.1	58.5	2.15	165	121	130	47.0	101	4.34	25.4
	NPK + 硫酸铜 0.01%	52.2	28.4	32.1	21.0	6.1	55.4	2.10	169	119	129	46.1	99	4.32	24.8
	NPK + 硫酸锰 0.01%	56.2	29.3	32.5	25.3	6.5	56.8	2.23	171	127	124	45.8	98	4.61	24.8

表 5 微量元素施于白浆土中对大豆营养器官含 N 量及茎叶含 P 量的影响

施用方法	处 理	含 N 量 % (盛 花 期)							叶含 P 量 (%)
		根瘤	根	茎	叶				
					全 N	蛋白 N	非蛋白 N	蛋白 N/非蛋白 N	
拌种	NPK	4.22	1.53	0.68	2.71	2.47	0.26	9.43	0.53
	NPK + 鉬酸鉍 0.04%	4.17	1.50	0.97	3.77	3.55	0.37	9.52	0.54
	NPK + 鉬酸鉍 0.2%	4.45	1.56	1.07	3.89	3.46	0.34	10.06	0.61
拌土	NPK	4.17	1.43	0.61	2.40	2.18	0.24	9.05	0.49
	NPK + 鉬酸鉍 2 毫克/公斤土	4.47	1.59	0.89	3.69	3.36	0.36	9.23	0.58
	NPK + 鉬酸鉍 6 毫克/公斤土	4.27	1.65	0.93	3.74	3.47	0.35	9.89	0.56
噴射叶面	NPK	3.69	1.42	0.61	2.85	2.54	0.34	7.49	0.55
	NPK + 鉬酸鉍 0.07%	4.27	1.68	1.15	3.93	3.55	0.42	8.37	0.56
	NPK + 硼酸 0.05%	3.76	1.48	0.81	2.79	2.68	0.29	9.18	
	NPK + 硫酸鋅 0.01%	3.75	1.47	0.77	2.89	2.57	0.32	8.01	
	NPK + 硫酸銅 0.01%	3.76	1.47	0.77	2.81	2.52	0.29	8.63	
	NPK + 硫酸錳 0.01%	3.68	1.50	0.72	2.90	2.59	0.32	8.22	

这一試驗表明,各微量元素在白浆土上对大豆的效益与在黑土上的不同, Zn、Cu 与 Mn 在所施的这种浓度下均屬无效,而 B 可增产 11%, Mo 的效益更大,不論施用方法如何,籽实增产均在 32% 以上,与此有关的生长与产量結構各指标多数都甚为显著。在表征生长的各个指标中,施 Mo 的除浓度为 0.2% 的处理外均增加了株高,并由于总节数增加較多,故叶数亦随之增多(因小金黄品种每节必生一个三小叶的复叶),同时叶綠素的含量也大有提高,因而各器官的干重亦相应大有增加(图 2 及 3)。这些增加,不但为固定 N 素、吸收营养物质及进行光合作用等創造良好条件,也为同时或往后的生殖生长創造良好条件,所以在产量結構上,Mo 不論以何种方法施用,均提高荚数 21—28%,三粒荚(小金黄品种三粒与二粒荚占絕大多数) 25—46%,千粒重 2—8%,因而产量也随着增加 32—49%。



图 2 噴射鉬酸鉍对大豆生长的影响



图 3 鉬酸鉍处理种子对大豆生长的影响

Mo 在 N 素代謝中的积极作用,已为人們所熟知,特别是它对固氮与硝酸还原,近年已有較深入的研究,并已积累相当多的資料<sup>[2-5]</sup>,根据本試驗及前述各試驗,施 Mo 一般提高

根瘤干重及各組織含N量的数据,也可証明这一事实。此外,部分施 Mo 处理还提高大豆叶中的蛋白N与非蛋白N的比率,据此,并結合其他研究者所得的資料<sup>[9-12]</sup>, Mo 可能还对蛋白质的合成有一定的作用。

部分施 Mo 处理的大豆叶中磷素含量也有所增加,这說明 Mo 与 P 之間可能存在着相互的关系。如所周知, P 在植物体内各种代謝中的作用是最大的,因而它对大豆的生长、发育、产量及品质的提高也可能在 Mo 的影响下起很大的作用。

为了找出对增产与应用較理想的 Mo 肥形态, 1958 年用东北較主要的 5 种土类各以鉬酸铵与鉬酸钠(鉬酸在 1954—1955 年的試驗中,已証明其有效,但較难溶解,实际应用不便,故未一并試驗)对大豆进行噴射及在白浆土上用上述鉬盐进行拌种的試驗,其結果如表 6 所示。

表 6 不同土类上不同鉬盐对大豆发育、产量及品质的影响\*

土 类	采土地点	施用方法	处 理	开花始期 (日/月)	籽实产量		籽实含N量 (%)	籽实含油量 (%)
					克/盆	%		
白 浆 土	黑龙江宝泉岭农场	拌 种	对 照		16.3	100	5.19	20.0
			鉬酸铵 0.05%		18.7	115	5.70	18.0
			鉬酸钠 0.05%		20.7	127	5.52	18.8
			鉬酸钠 0.01%		18.9	116	5.50	18.4
		噴 射	对 照	1/IX	14.5	100	5.18	19.5
			鉬酸铵 0.05%	30/VIII	19.9	137	5.28	17.6
			鉬酸钠 0.02%	29/VIII	15.7	108	5.58	19.0
			鉬酸钠 0.06%	29/VIII	17.9	123	5.63	17.0
棕 壤	沈阳农学院	噴 射	对 照	31/VIII	21.9	100	5.94	19.0
			鉬酸铵 0.05%	30/VIII	24.1	110	6.01	19.0
			鉬酸钠 0.02%	31/VIII	24.2	110	6.01	18.4
			鉬酸钠 0.06%	31/VIII	25.4	116	5.85	19.2
冲 积 土	沈阳农学院	噴 射	对 照	1/IX	25.1	100	5.77	18.7
			鉬酸铵 0.05%	1/IX	27.2	108	5.94	18.1
			鉬酸钠 0.02%	31/VIII	27.1	108	5.98	18.9
			鉬酸钠 0.06%	30/VIII	27.2	108	5.91	19.3
黑 土	黑龙江九三农场	噴 射	对 照	1/IX	23.6	100	5.77	18.5
			鉬酸铵 0.05%	31/VIII	24.5	104	5.69	19.5
			鉬酸钠 0.02%	29/VIII	24.4	103	5.60	19.4
			鉬酸钠 0.06%	1/IX	24.4	103	5.54	19.0
草 甸 黑 土	黑龙江友谊农场	噴 射	对 照	1/IX	26.2	100	5.58	19.3
			鉬酸铵 0.05%	30/VIII	24.9	95	5.68	—
			鉬酸钠 0.02%	30/VIII	26.2	100	5.50	18.4
			鉬酸钠 0.06%	29/VIII	26.7	102	5.66	19.9

\* 由于播种晚,生长期短,故产量低。

从表 6 所列产量中可以看出,鉬盐用于噴射,各土类表现不一,如在白浆土中,铵盐优于钠盐,在棕壤中则相反,在其余土类中几乎相等;但在同一白浆土中鉬盐拌种的效果与噴射不同,钠盐的低量較显著地优于铵盐,高量則相同。所以总起来看,铵盐与钠盐的效

益,基本上无大差别(鈉盐似乎较优)。由于鈉盐生产流程较铵盐简单,成本较低,现既效益相同,则以钼酸钠作 Mo 肥较为适当。

在这一试验中,5种土类对 Mo 的反应显然不一,仍以白浆土最好,其次为棕壤,再次为冲积土,黑土反而不显著,草甸黑土甚至无效。

施 Mo 各处理,除个别的外,一般提前开花1—3天,可见 Mo 在促进大豆发育方面确有一定的作用。此外,施 Mo 于白浆土中,一般均增加籽实的含N量,而减低其含油量,在黑土中则恰恰相反;其余土类氮与油脂含量增减不一,但一般增的少,减的多。

## (二) 田间试验

共进行了两年,1957年在种大豆最多的吉林榆树县良种繁殖场不同肥力的黑土上进行,1958年除继续在此进行试验外,还在吉林与黑龙江的白浆土及其它土类上进行小区的及大面积的田间试验。这些试验结果分别列于表7及表8。

表7 微量元素对大豆的田间试验结果

时间	试验地点	土类	施用方法	肥料施用量	籽实产量(公担/公顷)		
					试验区	对照区	以对照为100
1957	吉林省榆树县良种繁殖场	黑土 (肥地)	喷施	PK + 钼酸铵 0.07%	19.0	17.7	107
				PK + 硫酸锌 0.03%	18.5	17.6	105
				PK + 硫酸锰 0.01%	18.7	18.1	103
				PK + 硫酸铜 0.005%	18.5	17.9	103
				PK + 硼酸 0.05%	18.5	18.2	102
		黑土 (瘠地)	叶面	PK + 钼酸铵 0.01%	13.7	10.6	129
				PK + 钼酸铵 0.07%	14.7	10.7	137
				PK + 硫酸锌 0.03%	11.4	10.8	106
				PK + 硫酸锰 0.01%	12.0	11.0	109
				PK + 硫酸铜 0.005%	12.2	11.6	105
				PK + 硼酸 0.05%	11.7	11.2	105
		1958	黑龙江九三农场*	黑土	沟施	P(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 40公斤/公顷) 钼酸铵 0.01%	16.2
喷施叶面	P + 钼酸铵 0.01%				18.8	17.2	109
	P + 钼酸铵 0.07%				19.9	16.8	119
	NPK + 钼酸铵 0.05%				19.0	16.5	115
黑龙江宝泉岭农场第四分场	白浆土		叶面	NK + 钼酸铵 0.01%	16.1	16.3	99
				NK + P + 钼酸铵 0.01%	12.0	11.5	104
				NK + P + 钼酸铵 0.07%	15.0	13.0	115
			拌种	NK + P + 钼酸铵 0.07%	15.4	13.2	117
				NK + P + 钼酸铵 0.2%	15.4	13.1	118
黑龙江曙光农场**	白浆土		沟施	PK + 有机肥 2万公斤/公顷	22.7	20.5	111
		喷施叶面	PK + 钼酸铵 0.02%	23.0	20.5	112	
			PK + 钼酸铵 0.07%	22.4	20.5	109	

\* 委托国营农场九三地区试验站进行。

\*\* 委托黑龙江省合江农业科学研究所进行。

从这些试验数据中首先可清楚地看出,同为黑土且时间、地点也均相同,仅肥力不同的地上所进行的试验,对 Mo 肥的反应差异甚大,如肥地施 Mo,仅增产7%,而瘠地增产达

表 8 鉬肥对大豆的大面积喷射試驗結果(1958 年)

土 类	試 驗 地 点	处 理	籽 实 产 量	
			公担/公頃	%
白 浆 土	黑龙江宝泉岭农場第四分場	对照	11.7	100
		鉬酸鉍 0.05%	14.4	122
		鉬酸钠 0.06%	12.9	110
	黑龙江宝泉岭农場第一分場	对照	18.0	100
		鉬酸鉍 0.05%	23.2	129
	吉林东丰县良种繁殖場*	对照	14.9	100
		鉬酸鉍 0.05% (噴 1 次)	16.2	109
		鉬酸鉍 0.05% (噴 2 次)	16.2	109
		鉬酸鉍 0.05% (噴 3 次)	16.9	114
黑 土	吉林榆樹人民公社長发大队 10 小队*	对照	17.2	100
		鉬酸鉍 0.05%	36.9	136
冲 积 土	黑龙江宝泉岭农場第三分場	对照	18.3	100
		鉬酸鉍 0.05%	22.8	124

\* 协作或委托进行。

29—37%。其他微量元素亦有此类似規律。据了解,肥地是繁殖良种基地,年施有机肥及其他杂肥很多,因此,土壤中的微量元素含量可能不很缺乏,再施則肥效較小;而瘠地为一一般耕地,施肥很少,可能缺乏微量元素,因而反应良好。从 1958 年在此农場做的試驗中,还可看出另一值得注意的現象,当单施 P 时,效益不显,单施 Mo,可增产 9.3%,而在施 P 的基础上施 Mo,其效益又比单施 Mo 和单施 P 两者的效益之和高出約半倍到 1 倍。这种类似現象在白浆土的田間試驗中亦可看到:当以 NK 为底肥时,施 Mo 仅比对照增产 4.3%,而当以 NPK 为底肥时,比对照增产达 15.8%,比施 Mo + NK 处理的增产率几乎多 4 倍,这說明 P 与 Mo 之間存在着相互促进的有益关系。在这两土类中, P 肥已成为 Mo 肥生效的相关因子。

白浆土上的小区与大面积田間試驗說明,施 Mo 的效果比較显著,一般在 9—20% 之間。在这些試驗中,有的效果接近有机肥料,有的即使噴 Mo 肥一次亦有較好肥效,有的不論用于噴射叶面或拌种均有显著而相等的效益。Mo 在黑土上的效益比在白浆土上更不稳定,有的增产达 37%,有的仅百分之几,甚至无效。导致不稳定的原因很多,上述土壤性質与底肥不同当然也是原因之一。总之,Mo 不論施于黑土或白浆土,一般均有較显著的作用,根据表 7 与表 8 的小区与大面积田間試驗資料,平均增产在 16% 以上。此外,噴 Mo 于冲积土上的大豆,亦获得較显著的增产效益。

### 三、結 語

从 1955—1958 年用 5 种微量元素对大豆进行了多次的盆鉢和田間試驗,所得結果可归納为下列数点:

1. B、Mn、Mo、Zn、Cu 施于黑土中,对大豆的增产效果以 Mo 最好,在小区与大面积田間試驗中,增产 20% 以上的 3 个,10—20% 的 2 个,10% 以下的 2 个,无效的 1 个。

其他微量元素增产均在 9% 以下或无明显的增产效应。就白浆土的盆钵试验来看, Mo 不论用于喷射、拌种或拌土, 增产均在 32% 以上; B 可达 11%; Mn、Zn、Cu 则均属无效。田间的小区与大面积试验中, 施 Mo 增产 20% 以上的 2 个, 9—20% 的 9 个, 4.3% 的 1 个。Mo 施于棕壤与冲积土中, 亦有较显著的效益。

2. 微量元素施于黑土中, 一般均增加了大豆的叶宽、叶数、总节数与分枝数, 因而也随着增加各器官的干重, 并由于营养生长的促进, 生殖生长也有所改善, 因而一般均增加总荚数、三粒荚与千粒重, 从而最后获得增产。白浆土中施 Mo 与 B, 亦有类似现象。在黑土上 Mo 比其他微量元素更显著。

3. Mo 提高了籽实的饱满度, 大多数也相应地增加了含氮量, 但对油脂含量的影响多数不明显。

4. 施 Mo 一般可使大豆提前开花(1—3 天)、成熟(1—3 天, 根据部分田间试验结果), 这在无霜期短的东北地区具有重要意义。

5. 施 Mo 可提高根瘤的干重、各器官的含氮量、叶中蛋白 N 与非蛋白 N 的比率。

6. 施 Mo 可促进大豆对 P 的吸收, 提高 P 肥的效益, 而 P 的施用与否又决定着 Mo 肥效益的高低, 因此, Mo 与 P 之间存在着互有裨益的协助作用。

7. Mo 对不同肥力黑土上大豆的增产效果是瘠土高于肥土, 相差可达五倍左右。可见 Mo 对提高低产地大豆的单位面积产量具有重大意义。

8. 用于喷射的 Mo 盐的浓度, 黑土中以 0.07% 为最好, 白浆土中以 0.05% 左右较适宜; 拌种用种子重 1/4 的 0.2% Mo 盐溶液亦可得到较显著的效益。

9. 用钼酸铵与钼酸钠两种形态的 Mo 肥在 5 种主要土类中对大豆进行喷射与拌种试验证明, 这两种 Mo 盐几乎有相等的效益(钼盐稍优于铵盐), 而制造钼酸钠的流程较制造钼酸铵简单, 且成本较低, 因此, 试制农用钼肥时, 以钼酸钠较为适合。

## 参 考 文 献

- [1] 朱 淇: 1956. 微量元素对大豆产量和品质的影响初步试验。植物学报 5(4):439—444.
- [2] Федоров, М. В.: 1952. Биологическая фиксация азота атмосферы. Сельхозгиз. стр. 201—217, 453—470.
- [3] Bortels, H.: 1937. [The effect of molybdenum and Vanadium. Compounds on Leguminosae.] Arch. Mikrobiol., 8:13—26 [C. A. 31:6395].
- [4] Dmitrilv, K. A. (Дмитриев, К. А.): 1938. Effect of molybdenum on red Clover Crops. Chemisation Socialistic Agr., 7, No. 10:80—81. [C. A. 34:2996]
- [5] Hewiff, E. J.: 1958. The role of mineral elements in the activity of plant enzyme systems. "Handbuch der Pflanzenphysiologie" heraus gegeben Von W. Ruhland, p. 427—481.
- [6] Nicholas, D. J. D., A. Nason: 1954. Mechanism of action of nitrate reductase from Neurospora. J. Biol. Chem., 211:183—197.
- [7] Nicholas, D. J. D., A. Nason: 1955. Role of molybdenum as a Constituent of nitrate reductase from soybean leaves. Plant phsiol., 30:135—138.
- [8] Nichalal, D. J. D., and H. M. Stevens: 1956. The role of molybdenum in oxidation reduction processes in Neurospora and Azotobacter. A. Symposium on Inorganic Nitrogen Metabolism ed. by W. D. McElroy and B. Glass, Baltimore, 1955, p. 178—83.



## EFFECT OF MINOR ELEMENTS ON THE GROWTH AND YIELD OF SOYBEAN IN SOME IMPORTANT SOIL TYPES OF NORTHEASTERN CHINA

CHU CHI, LIANG CHIH-WAN AND CHEN EN-FENG

*(Institute of Forestry and Pedology, Academia Sinica)*

### (SUMMARY)

Pot culture and field experiments on the effect of B, Mn, Mo, Zn and Cu to the growth and yield of soybean were conducted on some important soil types of Northeastern China in 1955—1958.

Following conclusions may be drawn from the obtained results:

1. Increase in yield of soybean found in all soil types with an average of 16% (grain). The response is most prominent in Bai-Chiang soil (an acid light colored soil, with rather intensively leached subsoil), less in chernozems and still lower in brown soil and alluvial soil. Responses in yield of soybean to B, Mn, Zn and Cu are usually below 9%, or sometimes insignificant.

2. Mo stimulates the growth of both vegetative and generative organs. The number of pods per plant, number of grains per pod, the average weight of unit grain and the content of nitrogen in grain are also increased in plots received Mo.

3. The date of ripening of soybean found 1—3 days earlier in plots received Mo in comparison with the control.

4. The effect of ammonium molybdate and sodium molybdate, as a Mo-fertilizer, is about the same. Appropriate rate for dressing in pot culture ranges 1.3—3 Mg. of molybdate salt per kilogram of soil, 0.05—0.07% for spray and 0.2% for seed treatment.