

土壤生产力和土壤养分含量对肥效的影响

李庆荣 李淑华 赵铁男 袁增玉

(黑龙江省农科院土肥所 原子能所 化验室)

从经济利用化肥的观点出发,往往希望了解土壤的生产力水平和土壤养分含量水平对施肥增产效果的影响。习惯地认为生产力低的土壤和养分含量低的土壤,施肥增产效果高,因而要增加施肥量;反之,生产力高和养分含量高的土壤认为施肥的增产效果低,因而要减少施肥量。但是,农作物产量的高低和施肥效果的大小又往往受各地的气候条件、栽培条件以及作物品种等影响,所以难于看清上述的土壤关系。我们为了剔除气候和栽培以及作物品种不同造成的干扰,查清土壤与肥效的关系,于1981~1982年将三种类型的五种土壤,在所内进行了框试验,检验土壤生产力水平和养分含量水平对氮磷肥效的影响。并应用¹⁵N了解了不同

土壤对氮肥利用的情况,兹将试验结果汇总如下:

一、试验材料及方法

1. 供试土壤(如表1)

表1 框栽试验的供试土壤

代号	采土地点	地势	土壤名称	土壤质地	耕土层厚(厘米)	正常年玉米产量水平(斤/亩)
本院土	哈尔滨市南郊本院土肥所试验地	平地	黑土	粘壤土	20	800
河东土	兰西县河东长乡东方红村	平地	黑土	粘壤土	18	600
红光土	兰西县红光乡长山村	平地	黑钙土	粘壤土	16	400
团结土	兰西县团结乡平山一队	平地	盐化草甸土	粘壤土	14	400
太阳升土	兰西县太阳升乡林柴五队	平地	盐化草甸土	粘壤土	14	300

表2 1981~1982年哈尔滨市气象情况

项目	时间	年度	5月	6月	7月	8月	9月	五个月计	前四个月计
降水量 毫米	1981	上旬	31.1	2.4	77.9	150.7	0.1	—	492.0
		中旬	5.4	9.0	6.4	43.5	46.6	—	
		下旬	1.6	62.4	77.2	24.4	0.0	—	
		月计	38.1	73.8	161.5	218.6	46.7	538.7	
	1982	上旬	8.0	3.8	3.6	90.1	11.5	—	363.8
		中旬	7.4	4.9	45.4	63.1	45.3	—	
		下旬	6.1	12.7	76.1	42.6	0.0	—	
		月计	21.5	21.4	125.1	195.8	56.8	420.6	
气温 ℃	1981	上旬	11.4	20.0	21.0	19.0	14.8	—	
		中旬	13.2	21.4	25.1	20.5	14.1	—	
		下旬	17.4	18.5	25.6	18.4	13.2	—	
		月计	14.1	20.0	24.0	19.3	14.0	18.3	
	1982	上旬	13.1	21.0	27.3	26.6	14.3	—	
		中旬	13.1	23.0	20.9	23.5	14.5	—	
		下旬	18.2	21.8	23.5	19.2	12.0	—	
		月计	14.9	21.9	23.9	23.0	13.6	19.5	

2. 供试作物

玉米, 品种龙单3号。

3. 试验处理

(1) 不施肥

(2) N_9P_9 (每框施用尿素 8.15 克、三料磷肥 8.15 克, 乘以每亩 2400 株, 折核每亩施纯 N_9 斤, P_2O_5 9 斤)。

(3) $N_{18}P_9$ (每框尿素 16.3 克、三料 8.15 克)。

(4) N_9P_{18} (每框尿素 8.15 克、三料 16.3 克)。

(5) $N_{18}P_{18}$ (每框尿素 16.3 克, 三料 16.3 克)。

(6) 马粪框 2 斤 (折核每亩 2400 斤, $N=1.103\%$, $P_2O_5 0.74\%$, 折核每亩纯 N_{26} 斤, 表 3)。

P_2O_5 18 斤, 每株 $N_{5.34}$ 克, $P_2O_5 3.75$ 克)。

4. 框的规格

框面积为 50 厘米 \times 50 厘米 = 0.25 平方米。每框种植玉米 2 株, 重复三次。

框深 40 厘米, 分两层填入供试土壤, 表层仿照各种供试土壤的耕土层厚度装入耕层土, 其下部垫以各供试土壤的底土。

肥料施在 10 厘米的深度, 播种前一次施入。

5. 1981 年和 1982 年作物生育期间的降水和气温情况 (如表 2)

二、试验结果

土壤性质及养分含量的测定结果 (如

表 3 土壤农化分析

土 壤	项 目	黑土层厚度 厘米	有 机 质 含 量 %	全氮 %	碱 解 氮 毫克/100克	全 磷 %	速 效 磷 毫克/100克	pH
本 院 土		20	2.43	0.151	12.01	0.092	5.07	7.2
河 东 土		18	2.99	0.168	15.08	0.102	4.24	7.0
红 光 土		16	2.66	0.173	15.01	0.098	3.11	7.5
团 结 土		14	2.89	0.222	16.49	0.116	2.84	8.2
太 阳 升 土		14	2.84	0.181	13.61	0.108	2.31	8.2

注: 速效磷采用 $0.5MNaHCO_3$ 浸提

玉米的子实产量 (如表 4), 施肥增产量 (如表 5)。

表 4 玉米子实产量

土 壤	项 目	年 度	试 验 处 理 克/株						试 验 处 理 斤/亩					
			A	B	C	D	E	F	a	b	c	d	e	f
			ck	9-9	18-9	9-18	18-18	马粪	ck	9-9	18-9	9-18	18-18	马粪
本 院 土		1981	155	174	214	182	202	161	744	835	1027	874	970	773
		1982	79	93	106	98	108	84	379	446	509	470	518	403
		平均	117	134	160	140	155	122	562	641	768	672	744	588
河 东 土		1981	150	166	195	133	164	163	720	797	936	638	787	782
		1982	75	100	100	93	96	81	360	480	480	446	461	389
		平均	113	133	148	113	130	122	540	639	708	542	624	586
红 光 土		1981	130	162	150	176	174	156	624	778	720	845	835	749
		1982	73	92	84	94	105	97	350	442	403	451	504	466
		平均	102	127	117	135	140	126	489	610	562	648	669	608
团 结 土		1981	129	144	133	133	124	131	619	691	638	638	595	629
		1982	85	103	103	106	105	101	408	494	494	509	504	485
		平均	107	124	118	120	115	116	514	593	566	574	550	557
太 阳 升 土		1981	112	120	126	115	152	147	538	576	605	552	730	706
		1982	53	101	93	97	96	93	524	485	446	466	461	446
		平均	83	111	110	110	124	120	396	531	526	509	591	576

表 5

每斤营养成分增产玉米斤数

土 壤	每株施肥克 每亩施肥斤 斤肥增产量	3.75	5.625	5.625	7.50	每百斤马粪 增产 (斤)	化肥增产平 均 斤/斤
		9—9	18—9	9—18	18—18		
本 院 土	1981	5.1	10.5	4.8	6.3	1.2	
	1982	3.7	4.8	3.4	3.9	1.0	
	平均	4.4	7.7	4.1	5.1	1.1	5.3
河 东 土	1981	4.3	8.0	—0.6	1.9	2.6	
	1982	6.7	4.4	3.2	2.8	1.2	
	平均	5.5	6.2	1.6	2.4	1.9	3.9
团 结 土	1981	4.0	0.7	0.7	—0.1	0.4	
	1982	4.8	3.2	5.6	2.7	3.2	
	平均	4.4	2.0	3.2	1.4	1.8	2.8
太 阳 升 土	1981	2.1	2.5	0.5	1.3	7.0	
	1982	12.8	7.1	7.8	5.7	8.0	
	平均	7.5	4.8	4.2	3.5	7.5	5.0
总 平 均		5.7	4.7	3.8	3.5	3.5	4.4

玉米不同生育时期对 ^{15}N 的吸收情况(如表 6), 氮肥的利用率(如表 7)。

表 6

应用 ^{15}N 测定玉米各期肥料氮的吸收利用率

土 壤	项 目	苗 期		拔 节 期		抽 穗 期		成 熟 期	
		肥 料	土 壤	肥 料	土 壤	肥 料	土 壤	肥 料	土 壤
		N	N	N	N	N	N	N	N
本 院 土		70	30	47	53	24	76	19	81
河 东 土		73	27	52	48	16	84	22	78
红 光 土		70	30	56	44	32	68	22	78
团 结 土		66	34	38	62	29	71	27	73
太 阳 升 土		70	30	42	58	19	81	22	78

表 7

玉 米 对 氮 肥 的 利 用 率

生育期土类			不同土层 ¹⁵ N残留量%			氮肥利用率%
			0—20	20—40	0—40	
			厘米	厘米	厘米	
苗期	红	光	49.15	43.10	92.25—	5.55±0.028
	东	方红	65.50	24.86	90.36±4.54	5.07±0.108
	本	院土	26.32	15.22	41.54±14.96	6.25±0.023
	太	阳升	55.76	13.18	68.93±3.39	1.61±0.170
	团	结	71.17	18.37	89.54±2.83	1.07±—

续

生育期土类		不同土层 ¹⁵ N残留量%			氮肥利用率%
		0—20	20—40	0—40	
		厘米	厘米	厘米	
拔节期	红 光	27.13	15.45	45.57 ± 2.36	15.86 ± 0.252
	东 方 红	18.72	6.28	25.00 ± 2.06	25.40 ± 0.361
	本 院 土	19.60	13.98	33.58 ± 3.08	32.79 ± 0.479
	太 阳 升	18.56	8.55	27.11 ± 0.88	9.67 ± 0.048
	团 结	13.99	8.32	22.31 ± 1.17	8.87 ± 0.061
抽穗期	红 光	15.43	4.00	19.43 ± 2.17	45.43 ± 0.563
	东 方 红	16.20	2.32	18.52 ± 3.73	14.49 ± 0.141
	本 院 土	11.12	4.59	15.71 ± 1.80	48.56 ± 0.721
	太 阳 升	17.59	3.85	21.43 ± 4.34	22.55 ± 0.319
	团 结	9.34	6.24	15.58 ± 2.17	35.72 ± 0.439
成熟期	红 光	17.19	5.99	23.18 ± 0.58	48.43 ± 0.54
	东 方 红	15.83	4.53	20.35 ± 2.03	46.04 ± 0.40
	本 院 土	11.61	4.58	16.18 ± 1.02	55.59 ± 0.08
	太 阳 升	20.52	5.16	25.67 ± 1.26	48.20 ± 0.11
	团 结	18.56	4.88	23.44 ± 0.31	59.81 ± 1.61

三、试验结果分析及讨论

(一) 表 4 五个供试土壤的无肥区玉米产量代表各土壤的原有生产力水平, 其顺位和表 1 的正常年估计产量顺位相同, 即本院土 > 河东土 > 红光土 > 团结土 > 太阳升土。用上述产量水平的顺位再同表 3 的土壤性质和养分含量水平对应起来, 可以直接看出: ① 土壤 pH 的近中性是保证玉米高产的必要条件之一, 团结土和太阳升土由于土壤 pH 偏高, 是抑制产量的一个因素。② 土壤速效磷含量水平的顺位和玉米产量水平的顺位完全一致, 说明土壤速效磷含量是构成产量水平的一个主要因素。③ 土壤有机质含量、全氮、全磷、碱解氮的含量水平虽然不能和产量水平直接看出相关关系, 但如果把耕土层厚度这一因素计算进去之后, 就可使有机质、全氮、全磷含量(百分率乘以耕层土重量)和产量顺位一致起来了。用团结土做的一个辅助试验也证明了表土的生产力与表土的厚度有明显的关系。辅助试验的处理及产量(如表 8)。

上表说明计算土壤养分物质的含量水平时, 不仅要看其含量的百分率, 而且要把它

表 8 团结土耕层不同厚度对玉米产量的影响

耕土层 度 厚 cm	心 土 层 厚 度 cm	产 量	
		克/株	亩 产 斤
0	40	96	461
14	26	129	619
40	0	360	1727

的耕土层厚度考虑进去。

(二) 1981年是哈尔滨的丰收年, 1982年是哈尔滨的特大干旱年, 如表 2 所示, 1982年 5~8 月降水量 363.8 毫米, 比 1981 年的 492.0 毫米少 1/3, 而玉米的产量也减少 1/3。说明气候条件对玉米产量的影响程度, 并不亚于土壤肥力的影响程度。如果把各地不同的气候因素和土壤因素混杂在一起, 势必干扰土壤肥力对产量作用的规律性。

(三) 通过表 5 看出每斤肥料的有效成份在不同土壤上的增产效果, 一般可增产玉米 4~8 斤。顺位是本院土 7.7 斤 > 红光土 6.8 斤 > 河东土 6.2 斤 > 太阳升土 4.8 斤 > 团结土 4.4 斤/斤。肥料用量过高时, 斤肥增

产幅度就有所缩减。但缩减的幅度各种土壤表现不同,黑土和黑钙土上缩减的少,而盐化草甸土上缩减的多。所以笼统地认为生产力低的土壤和养分含量低的土壤,施肥增产效果高,因而要增加施肥量;反之,生产力高和养分含量高的土壤认为施肥的增产效果低,因而要减少施肥量的观点是不对的。对于省内玉米亩产600~800斤的黑土和400斤左右的黑钙土,是施肥增产潜力很大的土壤,每亩有效成分用量可以达到20斤以上,折合标准化肥100斤以上,可比现在全省平均亩施30斤标准肥的水平提高1~2倍。对于存在生育障碍因素的盐化草甸土尽管玉米产量低,但当前的施肥量也不宜太大。

(四) 通过表5和表3对应又可看出,土壤的氮磷含量比值对施肥的最佳氮磷比之间,存在一定的依存关系(如表9)。

表9 不同土壤的氮磷含量比

项目 土壤	全N/全P ₂ O ₅	碱解N/速 效P ₂ O ₅	全N/速 效P ₂ O ₅	最佳施肥 NP比
本院土	1.64	2.37	0.030	2:1
河东土	1.65	3.56	0.040	2:1
红光土	1.77	4.84	0.056	1:1
团结土	1.91	5.81	0.078	1:1
太阳升土	1.68	5.89	0.078	1:1

如表9看出:土壤本身的氮磷比值越小,施肥的氮磷比值就应当适当加大。用碱解氮/欧尔森磷比值4作为分界线,与施肥最佳氮磷比的2:1与1:1分界恰好一致。

(五) 表6通过¹⁵N示踪研究表明玉米在苗期从肥料中吸收的氮占66~73%,从土壤中吸收的占27~34%。随着生育进展从肥

料中的吸收量相对减少(绝对量还是增加),而从土壤中的吸收量相对增加,到拔节期几乎各半,在抽穗期肥料氮降至1/3左右,到成熟期肥料氮仅占1/4以下,而土壤氮却占3/4以上。可见肥料氮和土壤氮两者对玉米生育和产量都很重要。肥料氮尤其对玉米的前期生育显得更为重要。

通过表7和表3对应来看,肥料氮的利用率随玉米生育期的前进,逐步增加,最后到成熟期达到46~60%。但是土壤含氮量的高低,对肥料氮的利用率并无明显的影响。不能证明生产力高的土壤和氮素含量高的土壤,会降低肥料氮的利用率。这一点和一般的习惯概念有所不同,对今后指导生产力中等以上的土壤如何确定氮肥的用量有重要的实践意义。

结 语

1. 通过两年的实验证明,高产土壤和低产土壤,施用氮磷化肥和有机肥都是必要的,对玉米都有明显的增产效果。因此,在该试验范围内不存在高产土壤施肥效果小,因而应当少施肥;低产土壤施肥效果大,因而应当多施肥的规律性。尤其对于氮素化肥来说,土壤氮素含量的高低对于氮肥利用率的高低没有直接影响。

2. 土壤中的氮磷养分含量的比值,特别是速效性氮磷养分含量的比值,可以作为确定合理搭配氮磷肥的参考。供试土壤碱解氮含量与欧尔森磷含量比值,小于4时,玉米施肥的氮磷比宜为2:1;大于4时,宜为1:1。