

# 论黄淮海平原夏大豆的因土施肥\*

宋淑贤 李兴华

(河南省农科院农业区划研究所)

黄淮海平原夏大豆每年的播种面积达五千万亩左右,因此夏大豆产量的高低对我国大豆总产量影响很大。夏大豆生长季节正是平原地区的高温多雨季节,7、8、9三个月的常年平均降雨量达400—500毫米基本上可以满足大豆一生的需水要求,加上光照充足,为大豆生长提供了良好的水热和光照条件。但在解放初期大豆平均亩产只80—90斤,近年来也只提高到130—160斤,长期被认为是低产作物。为了提高夏大豆的产量,我们从1977年开始在黄潮土上连续进行了五年施肥试验。从大豆需肥的小区对比试验为主,坑栽为辅的试验方法开始,进而在不同肥力的土壤上进行小区对比试验和大田丰产试验,并定期测定土壤和植株样品,最后把试验结果放在农业生产科研基点上进行验证。终于在不同肥力土壤条件下获得一套大豆因土施肥的方法,创肥地和高肥地上亩产大豆450—520斤的高产纪录。

## 一、试验方法和结果

1. 1977年夏大豆的高产施肥试验是在青沙黄潮

土的肥地上进行的。土壤有机质含量为0.72%,全氮量0.05%,速效氮20—40ppm,速效磷20ppm,速效钾75ppm;小麦多年平均单产600斤左右。历年硫酸铵施用量达120—150斤,过磷酸钙达100—150斤。耕作制度为小麦—玉米一年两熟制。1977年第一次种大豆。大豆品种是郑州135,具有抗病早熟的特点。用条播,行间苗,行距一尺,株距4寸,小区面积3.1米×30米,随机排列,三次重复。试验设8个处理:(1)单施氮肥;每亩施硫酸铵40斤;(2)单施磷肥;每亩施过磷酸钙50斤(三级品速效磷含量14%);(3)氮磷配合;处理1+处理2;(4)氮磷菌配合;处理3+根瘤菌种1管;(5)氮磷菌配合加10斤硫酸钾;(6)氮磷菌配合加20斤硫酸钾;(7)氮磷菌配合加30斤硫酸钾;(8)对照。

除根瘤菌拌种外,其他肥料都做底肥一次施下。结果表明(表1),处理1、2、3、4、5都比对照减产,特别是氮磷菌配合的处理4比对照少收53斤大豆,只有氮磷钾三种营养元素配合施用的处理6、7才显出增产效果,尤以处理6产量最高,亩产达371斤。

2. 1978年在小麦历年亩产700斤以上、土质为两

表1 大豆高产施肥试验的增产效果

(1977年)

处 理	株 数 (万/亩)	株 高 (厘米)	茎 粗 (毫米)	分枝数 (个/株)	有效分 株 数 (个/株)	荚 数 (个/株)	空荚数 (个/株)	粒 数 (粒/株)	粒 重 (克/株)	百粒重 (克)	产 量 (斤/亩)
1. 氮肥40斤	1.32	84.5	6.6	7.5	7.5	69.6	7.9	122.7	14.1	11.6	307
2. 磷肥50斤	1.35	88.9	6.5	6.3	6.0	63.4	7.5	111.1	12.5	10.6	304
3. 氮磷肥(处理1+2)	1.52	86.9	6.4	7.6	6.9	61.8	7.5	110.6	12.5	11.1	284
4. 氮磷菌肥(处理3+菌肥)	1.36	87.8	6.9	6.8	6.3	66.2	10.1	129.5	14.4	11.4	266
5. 氮磷菌肥+10斤钾肥	1.41	80.8	7.5	6.8	6.5	68.9	8.0	136.7	15.4	11.5	294
6. 氮磷菌肥+20斤钾肥	1.42	87.2	7.5	7.8	7.7	83.1	8.4	145.2	17.7	11.8	371
7. 氮磷菌肥+30斤钾肥	1.37	90.6	6.7	6.6	6.4	69.3	6.3	129.5	15.9	11.9	339
对 照	1.41	88.1	6.1	5.5	5.3	60.5	5.6	113.9	13.3	11.6	319

注:氮肥为硫酸铵;磷肥为过磷酸钙;钾肥为硫酸钾。下同。

\*参加试验的尚有蒋守业、王爱文、张香芳等同志。

合土的高肥地上验证1977年获得的试验结果。试验地土壤有机质含量为1.35%，全氮量0.07%，碱解氮78 ppm，速效磷20ppm，速效钾60ppm。大豆品种为“商丘7608”，种植方法与肥地相同。试验结果只有施钾肥的处理4比对照增产(表2)。

3. 在1979和1980年为了进一步证实肥地和高肥地施磷肥减产的原因，连续做大豆施磷钾化肥试验，同时根据前两年大豆植株体内可溶性氮磷钾含量的测定结果，用大豆一生中植株体内(除苗期外)可溶性氮磷钾的含量比例(以磷为基数)，做大豆对氮磷钾三要素的需肥比例，即大豆植株体内 $\text{NO}_3\text{—N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=0.5\text{—}7:1:2.7\text{—}5$ ，再测定土壤中速效性氮磷钾的含量，计算其比例，根据大豆的需肥比例，补充其不足的养分，以调整土壤养分的供肥比例，结果增产效果显著(表3)。表3中处理3不仅比对照增产，比单施钾肥(在肥地上)也增产，而单施磷肥的处理1减产，因为试验地的速效磷的含量已高达20ppm以上，结果四年单施磷肥都比对照减产，据观察凡是单施磷肥

的大豆比其他处理早熟3天左右，百粒重比对照降低，因而减产。在其他基点的肥地和高肥地上种大豆单施磷肥增产效果也不显著。但在小麦单产在500斤以下的中肥地和薄地上施磷肥增产效果显著，特别是在长期不施磷肥的薄地上种大豆施磷效果显著(表4)。在薄地不仅施磷肥增产效果显著，施氮素化肥也增产(表5)，施有机肥料则增产效果显著(表6)。

相反在肥地和高肥地施有机肥料增产只不过1.2—2.2%，有许多点还有减产现象。

## 二、讨 论

1. 肥地和高肥地 根据五年多点施肥试验结果表明：在小麦历年平均亩产500斤以上的肥地和高肥地，施磷肥和氮肥及有机肥料对大豆都不增产，有的反而减产，只有施钾肥和按大豆需肥比例供肥才有增产效果。特别是长期大量施用氮磷化肥的高肥地，只有施用钾肥才能调节土壤氮磷钾的养分平衡，保证对大豆养分的供应，促使大豆增产。尤其在黄淮海平原，

表2 高肥地施各种化肥对大豆的增产作用

(1978年)

处 理	株 数 (株/亩)	株 高 (厘米)	茎 粗 (毫米)	分枝数 (个/株)	有效分 枝 数 (个/株)	荚 数 (个/株)	空荚数 (个/株)	粒 数 (粒/株)	粒 重 (克/株)	籽 重 (克/株)	秆:粒	百粒重 (克)	产 量 (斤/亩)	增 产 (斤/亩)
1. 磷	15050	103.2	6.8	7.1	6.8	69.8	13.1	92.3	13.7	—	—	15.5	384	-7
2. 磷钾	14416	108.5	7.6	5.1	5.0	53.7	9.2	71.0	11.6	23.2	2	16.4	340	-51
3. 磷钾氮	14165	99.5	7.9	7.7	7.4	61.6	13.8	85.1	13.2	23.1	1.75	15.1	357	-34
4. 钾	14168	100.4	8.1	8.9	8.5	56.4	8.4	85.4	13.3	24.6	1.85	15.7	420	+29
对 照	15083	91.4	7.5	7.8	7.4	54.2	8.0	87.9	13.3	20.9	1.57	16.2	391	—

表3 肥地按大豆需肥比例供肥的增产效果

(1979年)

处 理	株 数 (万/亩)	株 高 (厘米)	分枝数 (个/株)	有效分枝数 (个/株)	荚 数 (个/株)	空荚数 (个/株)	粒 数 (粒/株)	百粒重 (克)	产 量 (斤/亩)	增 产 (斤/亩)
1. 磷肥50斤/亩	1.25	63.2	4.3	3.8	28.0	8.4	63.5	16.1	239	-51
2. 钾肥35斤/亩	1.37	60.5	4.7	4.4	39.8	2.8	—	16.9	360	+70
3. 磷肥50斤钾肥24斤	1.55	64.6	4.1	3.8	36.8	1.2	65.9	16.8	383	+93
4. 对 照	1.67	68.4	4.8	4.8	35.4	7.7	—	16.6	290	—

(1980年)

处 理	株 数 (万/亩)	株 高 (厘米)	分枝数 (个/株)	有效分枝数 (个/株)	荚 数 (个/株)	空荚数 (个/株)	粒 数 (粒/株)	百粒重 (克)	产 量 (斤/亩)	增 产 (斤/亩)
1. 磷肥50斤	1.49	77.0	3.1	3.1	72.8	10.8	104.5	15.27	452	-17
2. 钾肥20斤	1.39	82.0	2.8	2.7	60.6	6.1	101.4	15.99	470	+1
3. 磷肥50斤钾肥18斤	1.46	80.7	2.1	2.0	73.1	6.7	119.9	15.57	523	+54
4. 对 照	1.37	82.3	2.0	1.8	71.9	6.4	107.8	16.35	469	—

土壤类型属潮土。潮土实际是幼年土,主要是黄河、淮河和海河的冲积物,经过河流的运搬和漂洗后养分含量较少,特别是有机质和磷钾含量,较处于同一气候带内的褐土为少。熟化程度高的肥地和高肥地都是近30年来长期大量施用氮磷化肥的结果,因此造成钾素缺乏,在我们试验地的土壤速效钾含量仅60—75ppm,最高也只有135ppm,因此造成作物的贪青倒伏和晚熟。只有施钾肥,才能抗倒伏使作物增产。据观测施钾肥的大豆植株矮壮,不倒伏,茎变粗,木质细胞层次增多,木质部细胞壁增厚2.53微米(表7)。

大豆对钾的需要量比禾本科作物大,从试验分析数据来看,大豆从土壤中吸走的钾素比玉米、小麦要多得多(图1)。因此种大豆施用钾肥是维持土壤养分

比例平衡、预防土壤缺钾的战略措施。

2. 中肥地和薄地 在中肥地上种大豆可以适当施磷肥,特别是土壤中速效磷含量在10ppm以下,施磷肥增产效果显著。在小麦历年平均单产300斤以下的薄地,种大豆施肥都有增产效果。总的规律是土壤肥力愈低,肥效愈显著。但是在高肥地和肥地种大豆施氮肥反而减产,主要是氮素抑制了根瘤菌的生长。据观测,施氮肥后大豆根瘤菌数量减少20%,重量降低33%;不施氮肥的大豆单株平均有60.6个根瘤,重达3.26克;施氮肥的大豆单株平均有50.1个根瘤,仅重0.75克。

肥地不施氮肥的土壤种大豆后,土壤中氮素不仅没减少反而增加,而施氮肥的处理,当时土壤速效氮

表 4 中肥地和薄地施磷肥的增产效果

(1979年)

试验单位	前茬小麦亩产 (斤)	大豆产量(斤/亩)			
		对照	磷肥	磷肥	磷肥
			40斤/亩	80斤/亩	120斤/亩
项城县水刘	450	172	204	209	217
项城县阎庄	500	214	244	300	355
项城县荣楼	360	250	328	355	368
平均产量 (斤/亩)		212	259	288	313
增产(%)		—	259	36	48

表 5 不同肥力的土壤施氮肥对大豆的增产效果

(1978年)

试验单位	前茬小麦亩产 (斤)	大豆产量(斤/亩)			
		对 照	硫 铵	硫 铵	硫 铵
			10斤/亩	20斤/亩	30斤/亩
西华程湾	700	248	250	256	241
西华朱各	750	250	263	281	300
西华南流	500	252	287	253	242
延津小店	600	271	327	321	301
新郑农科所	600	211	220	209	213
西华里滩	355	270	268	283	305
扶沟包屯	270	226	254	270	301
平均产量 (斤/亩)		247	267	268	272
增产(%)		—	8	8	10

表 6 薄地施有机肥料对大豆的增产效果

试验单位	前茬小麦亩产 (斤)	大豆产量(斤/亩)		
		对 照	有机肥	有机肥
			4千斤/亩	8千斤/亩
密县吕楼	300	159	194	211
扶沟包屯	276	175	218	258
扶沟城关	300	181	162	216
平均产量 (斤/亩)		172	191	228
增产(%)		—	11	33

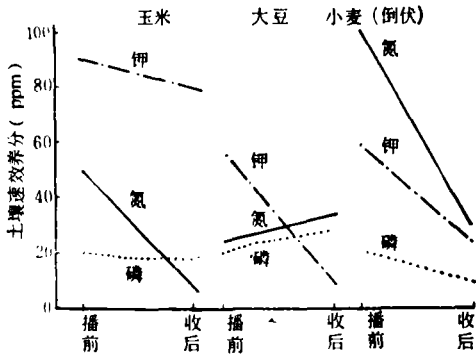


图 1 高肥地不同作物播种前后土壤速效养分的含量变化

的含量猛增,但收获后土壤速效氮增加不多,甚至有降低的趋势(图2)。这说明大豆根瘤菌固定的氮素,不仅能满足大豆生长发育的需要,而且还可增加土壤氮素。因此大豆与土壤的物质交换,是取走了大量的钾

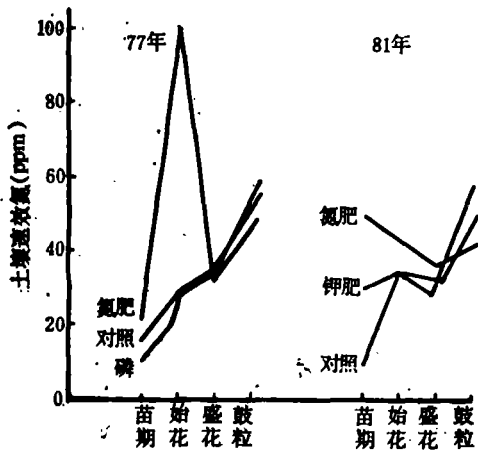
表 7

施 钾 肥 对 大 豆 植 株 和 细 胞 组 织 的 影 响

(1981年)

处 理	株 高 (厘米)	茎 粗 (毫米)	百 粒 重 (克)	第 二 茎 节 截 面 积 (厘米 <sup>2</sup> )	木 质 部 细 胞 壁 厚 度 (微 米)	木 质 部 导 管 细 胞 壁 厚 度 (微 米)	两 排 导 管 间 的 距 离 (微 米)	两 排 导 管 之 间 的 木 质 细 胞 层 次 (层)
施 钾	84.2	6.6	16.8	2.01	7.59	11.81	210.94	13
对 照	105.6	4.1	15.9	1.03	5.06	11.81	194.06	12

注：测定数据为 5 株平均值；对照植株样品为倒伏株。

图 2 施肥在大豆不同生育期  
对土壤速效氮的影响

素，而增加了土壤中速效氮的含量。

另外在高肥地上种过大豆后，土壤中速效磷的含量几乎没有减少，却有增加的趋势(图 1)，这是由于试验地长期大量施用磷肥，而大豆对磷肥的再利用能力又较强，因此磷肥不宜季季施用，可优先分配在中肥地和薄地上，或施用在大豆的前茬作物(禾本科作物)上。故高肥地上种大豆时每亩仅施 20 斤硫酸钾或 100—200 斤草木灰即可。

### 三、结束语

为了在无化验条件的地方，因土施肥，我们根据多年不同作物的田间肥料试验所积累的生产经验和土壤化验资料，把黄淮海平原土壤的肥力分以下几个等级(主要为黄潮土)：

1. 小麦历年平均每亩 700 斤以上称高肥地，土壤有机质含量在 1.5% 以上。种大豆可只施钾肥。

2. 小麦历年平均亩产 500—700 斤称肥地，土壤有机质含量 1.0—1.5%，单施钾肥或磷钾配合施用。

3. 小麦历年平均亩产 300—500 斤称中肥地，土壤有机质含量 0.6—1.0%，施磷肥或磷钾配合，若前茬施磷多，也可只单施钾肥。

4. 小麦历年平均亩产 300 斤以下称薄地，土壤有机质含量在 0.6% 以下，施有机肥料或氮磷钾配合施用；若施于大豆前茬，则种大豆时只需施 100—200 斤草木灰。

在有化验条件的地区，可按大豆植株体内可溶性  $\text{NO}_3\text{—N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=0.5\text{—}0.7:1:2.7\text{—}5$  的比例供肥。在适时播种的前提下，麦收后力争浅耕灭茬播种，苗期连锄三遍，每亩留苗 15000 株，开花后根据降雨情况供足水分，保持土壤田间持水量在 70—90% 左右，再加上田间管理及时，可望夏大豆产量每亩达 400 斤以上。