



黑龙江省大豆磷肥效果研究

李玉影¹ 刘双全¹ 姬景红¹ 刘颖¹ 张明怡¹

韩光¹ 佟玉欣¹ 王伟¹ 董树春²

(1 黑龙江省农科院土壤肥料与环境资源研究所, 哈尔滨 150086

2 黑龙江庆安县农委, 庆安 152300)

摘要: 在黑龙江省北部黑土和东部白浆土大豆主产区设置大豆磷肥用量试验, 以明确该地区大豆施磷效果和适宜的磷肥用量。结果表明, 黑龙江省大豆磷肥适宜用量为 P_2O_5 6公斤/亩, 平均增产51.7公斤/亩, 平均增产率为36.2%, 平均增收161元/亩, 适量施用磷肥是大豆高产高效的重要措施。

关键词: 黑龙江, 大豆, 磷肥效果, 产量, 效益

黑龙江省地处北纬 $43^{\circ} 26' \sim 53^{\circ} 33'$, 幅员面积45.48万平方公里, 耕地面积17025万亩^[1], 是中国大豆生产的最大省份, 1978年大豆年平均播种面积为2288万亩, 2009年达7295万亩(图1); 大豆总产和单产呈波浪式上升趋势, 年平均总产421.3万吨, 年平均单产107.9公斤/亩(图2)^[2], 呈现出单产不高、总产不稳的态势, 产量还有很大的提高空间。黑龙江省大豆播种面积占全国的37%~44%, 总产占全国的38%~46%, 商品率80%以上^[3]。近年来, 大豆生产有了较大的发展, 但也遇到了严峻的挑战, 如何进一步提高大豆单产, 对提高黑龙江省大豆总产量、稳定国内大豆市场、振兴国家大豆产业具有重要现实意义。

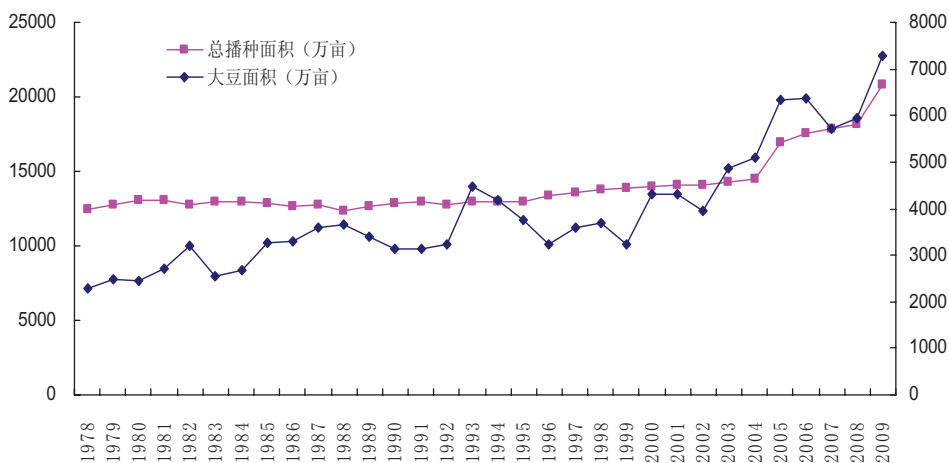


图1 黑龙江省大豆年播种面积

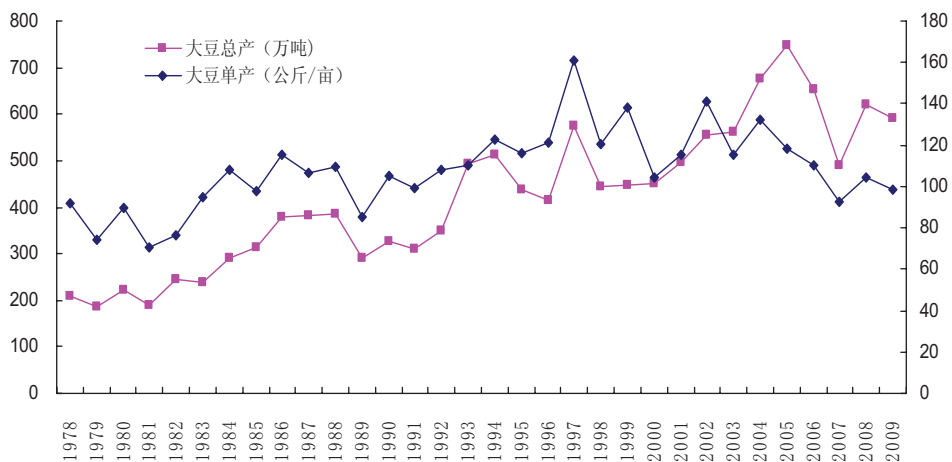


图2 黑龙江省大豆产量状况

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验地点为黑龙江省依安县先锋乡长山村、红兴隆分局853农场（宝清县境内）、海伦市东林乡长荣村，供试土壤分别为黑土、白浆土和黑土，土壤理化性状见表1。试验设5个处理，在氮钾基础上做磷肥单因素试验，磷设5个水平。采用小区试验方法，小区面积30平方米，3次重复，随机区组排列。依安县供试大豆品种为东农53，种植密度16667株/亩，海伦县大豆品种为绥农26，种植密度18667株/亩，853农场大豆品种为合丰50，种植密度18667株/亩。所有肥料全部作基肥施入，开深沟，侧条施，确保一次播种保全苗。氮肥用尿素，磷肥用重过磷酸钙，钾肥用氯化钾。2009年5月7日~12日播种，9月25日~10月4日收获，试验处理及肥料用量见表2。

表1 供试土壤基本理化性状

地点	pH	有机质 (克/公斤)	碱解氮	速效磷	速效钾	有效硫	有效锌	有效硼
			(毫克/公斤)					
依安	6.27	42.5	192.5	23.3	218.7	17.8	1.7	0.94
853农场	5.20	30.7	101.5	77.0	128.4	14.1	2.4	0.37
海伦	6.13	54.8	210.0	51.9	142.2	13.5	3.2	1.64

表2 试验处理及肥料成本 (公斤/亩)

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	成本 (元/亩)
1.P0	3.5	0	4	0
2.P1	3.5	3	4	17.6
3.P2	3.5	6	4	35.2
4.P3	3.5	9	4	52.8
5.P4	3.5	12	4	70.4

注：2009年尿素含N 46%，2000元/吨；重过磷酸钙含P₂O₅ 46%，2700元/吨；氯化钾含K₂O 60%，3600元/吨。

1.2 分析方法

有机质含量测定：重铬酸钾容量法（外加热法）；土壤碱解氮（N）：碱解扩散法；速效磷：0.5mol/LNaHCO₃法；速效钾：1.0mol/LNH₄OAc浸提，原子吸收法^[4]；有效硫、有效硼、有效锌采用国际农化服务公司（ASI）方法^[5]测定。

2 结果与分析

2.1 磷肥对大豆生长发育的影响

试验结果表明，磷肥对大豆生长发育有显著影响（表3）。施磷肥处理大豆株高、单株荚数、单株粒数和百粒重均高于不施磷肥处理，空瘪率则低于不施磷肥处理。对大豆生长发育效果最好的磷肥用量是P2处理，即P₂O₅ 6公斤/亩，与P0比较，3个点大豆平均株高增加16.0cm、单株荚数增加8.6个、单株粒数增加19.4个、百粒重增加1.99克、空瘪率降低2.9个百分点。可见，不施磷肥会严重影响大豆生长发育及干物质的积累。

表3 磷肥对大豆生长发育的影响

地点	处理	株高 (厘米)	单株荚数 (个/株)	单株粒数 (个/株)	空瘪率 (%)	百粒重 (克)
依安	1.P0	70.5	20.9	42.7	10.3	16.06
	2.P1	84.2	28.3	52.1	8.1	17.33
	3.P2	88.7	30.0	68.8	5.2	18.90
	4.P3	87.8	26.6	62.8	6.4	17.58
	5.P4	88.5	25.6	56.6	5.3	18.56
海伦	1.P0	69.4	27.3	57.1	6.1	17.06
	2.P1	85.2	31.1	62.4	4.9	17.94
	3.P2	89.1	35.7	66.9	4.1	18.10
	4.P3	91.6	35.7	68.0	3.5	17.85
	5.P4	87.2	33.6	64.2	4.7	18.03
853农场	1.P0	77.3	26.6	50.2	6.9	17.13
	2.P1	82.9	29.4	65.1	3.7	18.09
	3.P2	87.4	34.8	72.4	5.3	19.21
	4.P3	90.6	37.2	76.5	4.0	20.32
	5.P4	91.8	34.0	74.5	5.9	19.83
平均(3个点)	1.P0	72.4	24.9	50.0	7.8	16.75
	2.P1	84.1	29.6	59.9	5.6	17.79
	3.P2	88.4	33.5	69.4	4.9	18.74
	4.P3	90.0	33.2	69.1	4.6	18.58
	5.P4	89.2	31.1	65.1	5.3	18.81

2.2 磷肥对大豆产量及经济效益的影响

从3个点平均结果来看（表4），施磷肥增产幅度8.3%~45.3%，产量和经济效益最好的是P2处理，即P₂O₅ 6公斤/亩，平均增产51.7公斤/亩，平均增产率为36.2%，平均增收161.3元/亩；其次是P3处理，即P₂O₅ 9公斤/亩，平均增产51.5公斤/亩，平均增产率34.7%，平均增收142.9元/

亩；再次是P4、最差的是P1处理，磷肥过高和过低均达不到较好的增产和增收效果。依安试验点，产量和经济效益最好的是P2处理，其次是P3处理，增产幅度28.5%~45.3%，平均增产38.2%，平均增效145.1元/亩。海伦试验点，产量和经济效益最好的是P2处理，其次是P3处理，增产幅度22.3%~41.1%，平均增产32.4%，平均增效122.6元/亩。853农场试验点，产量和经济效益最好的是P3处理，其次是P2处理，增产幅度8.3%~27.1%，平均增产19.8%，平均增效92.2元/亩。

大豆是低产作物，目前，黑龙江省农民种植大豆施肥投入较低，一般N 2公斤/亩、P₂O₅ 3公斤/亩、K₂O 2.3公斤/亩，满足不了高产的需要^[6,7]。研究表明，黑龙江省大豆主产区土壤含磷量较高，但种植大豆仍然需要施较高量的磷肥，主要原因是大豆磷肥利用率较低和大豆重茬对土壤养分消耗的不均衡造成的，因此，明确磷肥适宜用量是获得大豆高产高效的重要保障。

表4 磷肥对大豆产量及经济效益的影响

地点	处理	籽粒产量 (公斤/亩)	差异显著性		增产 (公斤/亩)	增产率 (%)	效益 (元/亩)
			0.05	0.01			
依安	1. P0	130.3	c	B	—	—	—
	2. P1	167.5	b	A	37.2	28.5	123.8
	3. P2	189.3	a	A	59.0	45.3	189.0
	4. P3	182.6	a	A	52.3	40.1	145.9
	5. P4	180.9	ab	A	50.5	38.8	121.5
海伦	1. P0	135.3	c	B	—	—	—
	2. P1	165.5	b	AB	30.2	22.3	97.2
	3. P2	190.9	b	AB	55.6	41.1	176.1
	4. P3	185.1	ab	A	49.8	36.8	136.4
	5. P4	175.1	ab	A	39.8	29.4	80.8
853农场	1. P0	140.2	b	C	—	—	—
	2. P1	152.9	b	BC	12.7	8.3	30.7
	3. P2	180.5	a	AB	40.3	22.3	117.9
	4. P3	192.5	a	A	52.3	27.1	145.9
	5. P4	178.3	a	AB	38.1	21.4	74.4
平均 (3个点)	1. P0	135.3			—	—	—
	2. P1	161.9			26.7	19.7	83.9
	3. P2	186.9			51.7	36.2	161.3
	4. P3	186.7			51.5	34.7	142.9
	5. P4	178.1			42.8	29.9	92.2

注：2009年大豆价格3.8元/公斤。

2.3 大豆施磷模型的建立

模型是指导科学施肥的依据之一，对大豆产量和施磷量进行回归分析，发现产量和施磷量之间具有显著的回归关系。依安黑土试验统计结果，产量与磷肥用量之间存在显著回归关系： $y=131.67+14x-0.8437x^2$ ， $R=0.9836$ ，上式中y为大豆产量，x为P₂O₅用量，单位是公斤/亩，当施磷量为P₂O₅ 8.3公斤/亩，产量最高达190.1公斤/亩。海伦黑土试验 $y=134.6+13.935x-0.8857x^2$ ， $R=0.9893$ ，当施磷量为P₂O₅ 7.9公斤/亩，产量最高为189.4公斤/亩。853农场白浆土试验 $y=135.81+10.47x-0.5508x^2$ ， $R=0.9519$ ，当施磷量为P₂O₅ 9.1公斤/亩，产量最高为186.8公斤/亩。

上述三个试验点回归分析结果表明，大豆产量与施磷量间的回归关系显著，可以用来指导施肥。

3 小结

黑龙江省土壤肥沃，土壤中速效磷的含量也较高，但试验结果显示，大豆施用磷肥效果仍然显著。

3.1 适宜用量的磷肥对大豆生长发育具有显著的促进作用。与不施磷肥比较，施 P_2O_5 6公斤/亩，大豆株高、单株荚数、单株粒数、百粒重平均增加16.0cm、8.6个、19.4个、1.99克，空瘪率平均降低2.9个百分点。

3.2 适宜用量的磷肥对大豆产量和经济效益有显著的正效应。施磷肥增产幅度8.3%~45.3%；黑龙江省磷肥适宜用量为 P_2O_5 6公斤/亩，平均增产51.7公斤/亩，平均增收161元/亩；磷肥用量过低满足不了大豆高产需要，过高影响出苗、生长发育和产量，同时造成资源浪费和环境污染，适当施用磷肥是大豆高产高效的重要措施。

参考文献：

- [1] 黑龙江土地管理局，黑龙江省土壤普查办公室. 黑龙江土壤. 农业出版社，1992.
- [2] 黑龙江省统计局. 黑龙江统计年鉴. 中国统计出版社，2010
- [3] 刘忠堂. 黑龙江省大豆生产形势分析与建议. 大豆科技，2009(4): 11-15
- [4] 鲍士旦主编. 土壤农化分析. 北京：中国农业出版社，2005，30-34，56-58，81-83，106-108.
- [5] 加拿大钾磷研究所北京办事处. 土壤养分状况系统研究法. 中国农业出版社，1992，16-69.
- [6] 郝玥，吴颜春，徐金兰. 大豆不同肥料用量试验研究. 大豆通报，2005(3): 8-9
- [7] 韩秉进，陈渊，韩晓增. 黑土区大豆适宜NPK肥料用量研究. 农业系统科学与综合研究，2003，19(2): 145-148.



2009年依安县大豆磷肥试验效果