

文章编号: 1003-8701(2005)05-0043-03

# 淡黑钙土玉米养分平衡调控技术初探

高洪军<sup>1</sup>, 朱忠<sup>2</sup>, 彭畅<sup>1</sup>, 于连生<sup>3</sup>

(1 吉林省农业科学院农业环境与资源研究中心, 吉林 公主岭 136100; 2. 辽宁省锦州市输油气公司;  
3. 吉林省扶余县永平农业站)

**摘要:**通过对扶余县淡黑钙土区农田养分平衡供应的研究, 探索出不同肥量级条件下的玉米增产效应, 以及玉米穗粒数、百粒重和有效穗长的变化规律, 并明确了最佳经济效益下的施肥量。

**关键词:**淡黑钙土; 玉米; 养分平衡; 肥料效益

中图分类号: S513.05

文献标识码: A

扶余县地处松嫩平原东北部边缘, 位于吉林省东北部, 北纬 44°50'~45°30', 东经 124°4'~126°12'。属中温带大陆性季风气候区, 有效积温 2 980℃·d 左右, 年平均降水量 578 mm, 土壤类型以黑钙土为主。扶余县年玉米播种面积在 10.7 万 hm<sup>2</sup> 左右, 是我省玉米的重点产区, 剪表性强, 基础条件好, 增产潜力大。因此, 针对扶余县农田土壤的缺素状况, 进行了养分平衡供应试验, 以期获得测土精准施肥技术, 为合理施肥和持续高产提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地点及土壤类型

试验设在扶余县永平乡农业站试验地, 土壤为淡黑钙土, 耕层土壤主要农化性状: 有机质为 1.738%、速效氮为 128.23 mg/kg、速效磷为 31.38 mg/kg、速效钾为 115.6 mg/kg、全氮为 0.116 6%、全磷为 0.113 4%、pH 值为 7.96, 表现为磷含量较高。

### 1.2 供试材料

供试玉米品种为吉单 257, 试验肥料为 N、P、K 化肥。

### 1.3 试验处理

本项试验分 N、P、K 3 组量级试验, 各组均 6 个处理(表 1), 每个处理设 3 次重复, 小区面积为 20 m<sup>2</sup>, 随机排列。4 月 25 日先人工均匀施肥后起垄, 坐水播种, 种植密度为 4.5 万/hm<sup>2</sup>, 收获时每小区选 1 个有代表性的点, 每点选 10 株调查穗长、穗粒数和百粒重, 小区单收单打, 测其子粒重, 对结果进行统计分析。

表 1 玉米不同 N、P、K 肥量级试验处理

氮肥量级(kg/hm <sup>2</sup> )			磷肥量级(kg/hm <sup>2</sup> )			钾肥量级(kg/hm <sup>2</sup> )					
处理	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	处理	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	处理	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
N1	0	0	0	P1	0	0	0	K1	0	0	0
N2	0	75	90	P2	0	180	90	K2	0	180	75
N3	75	75	90	P3	35	180	90	K3	30	180	75
N4	150	75	90	P4	70	180	90	K4	60	180	75
N5	225	75	90	P5	105	180	90	K5	90	180	75
N6	300	75	90	P6	140	180	90	K6	120	180	75

收稿日期: 2005-04-16

作者简介: 高洪军(1975-), 男, 吉林省公主岭人, 吉林省农业科学院助研, 在读硕士, 主要从事土壤培肥和环境监测研究。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同 N、P、K 肥量级对玉米穗长、穗粒数、百粒重的影响

表 2 不同 N 量级对玉米穗长、穗粒数、百粒重的影响

处理	穗长(cm)	差异显著性		穗粒数(粒)	差异显著性		百粒重(g)	差异显著性	
		0.05	0.01		0.05	0.01		0.05	0.01
N1	15.6	d	D	513	c	B	34.3	c	B
N2	17.2	c	C	512	c	B	36.0	c	B
N3	19.0	b	B	605	b	A	39.1	b	AB
N4	19.8	a	A	616	ab	A	40.8	ab	A
N5	19.9	a	A	646	a	A	42.8	a	A
N6	20.1	a	A	627	ab	A	42.9	a	A
	LSD <sub>0.05</sub> =0.460	LSD <sub>0.01</sub> =0.609		LSD <sub>0.05</sub> =39	LSD <sub>0.01</sub> =51		LSD <sub>0.05</sub> =3.090	LSD <sub>0.01</sub> =4.087	

表 2 结果表明,不同 N 量级处理对穗长的影响为 N4、N5 和 N6 处理与 N3 差异达到极显著水平, N3 也明显高于 N2(不施 N),且差异达到了极显著水平,这说明增施 N 肥明显提高玉米穗长,高量 N 肥对玉米穗长效果最明显;对玉米穗粒数的影响以 N5 处理效果最好,与 N3 相比差异达到显著水平, N3、N4、N5 和 N6 处理也明显高于 N2、N1,且差异达到了极显著水平;表 2 结果还显示,不同 N 量级处理对百粒重的影响与对穗粒数的影响趋势很接近,不同的是 N5、N6 处理与 N3 之间差异达到显著水平,这表明增施 N 肥可明显提高穗粒数和百粒重。

表 3 不同 P 量级对玉米穗长、穗粒数、百粒重的影响

处理	穗长(cm)	差异显著性		穗粒数(粒)	差异显著性		百粒重(g)	差异显著性	
		0.05	0.01		0.05	0.01		0.05	0.01
P1	15.6	c	C	486	b	B	34.1	d	C
P2	19.9	b	B	603	a	A	39.5	c	B
P3	20.3	ab	A	633	a	A	41.8	b	A
P4	20.1	ab	A	608	a	A	42.9	ab	A
P5	20.4	ab	A	612	a	A	43.8	a	A
P6	20.6	a	A	614	a	A	42.7	ab	A
	LSD <sub>0.05</sub> =0.517	LSD <sub>0.01</sub> =0.684		LSD <sub>0.05</sub> =40	LSD <sub>0.01</sub> =53		LSD <sub>0.05</sub> =1.642	LSD <sub>0.01</sub> =2.172	

由表 3 看出,不同 P 量级对玉米穗长的影响是 P3、P4、P5 和 P6 处理与 P2(不施 P)相比差异达到极显著水平,但它们之间并没有达到显著差异水平,这说明大量增施 P 肥提高玉米穗长效果不明显;不同 P 量级处理对玉米穗粒数的影响,P2、P3、P4、P5 和 P6 之间差异不显著,这表明施 P 肥对提高玉米穗粒数无明显效果;不同 P 量级处理对玉米百粒重的影响与对穗长影响趋势相近,不同的是 P3 与 P2(不施 P)之间差异显著,但高量 P 肥对玉米百粒重效果不显著。

表 4 不同 K 量级对玉米穗长、穗粒数、百粒重的影响

处理	穗长(cm)	差异显著性		穗粒数(粒)	差异显著性		百粒重(g)	差异显著性	
		0.05	0.01		0.05	0.01		0.05	0.01
K1	15.5	c	C	505	d	D	32.0	c	C
K2	19.5	b	B	580	c	C	36.1	b	B
K3	19.9	b	AB	636	b	B	36.8	b	B
K4	21.2	a	A	668	a	A	41.3	a	A
K5	19.9	ab	AB	629	b	B	41.4	a	A
K6	20.6	ab	AB	627	b	B	43.5	a	A
	LSD <sub>0.05</sub> =1.372	LSD <sub>0.01</sub> =1.952		LSD <sub>0.05</sub> =17	LSD <sub>0.01</sub> =22		LSD <sub>0.05</sub> =2.820	LSD <sub>0.01</sub> =3.734	

表 4 结果显示,不同 K 量级对玉米穗长的影响以 K4 效果最显著,不但与 K3 差异达到显著水平,而且与 K2(不施 K)差异达到极显著水平;对玉米穗粒数的影响仍以 K4 的效果最好,K4 与 K3、K5 和 K6 处理之间差异达到极显著水平,并且 K2(不施 K)与其它各处理差异都达到了极显著水平;同样,不同 K 量级对玉米百粒重的影响以 K4、K5 和 K6 处理与 K3、K2 差异达到极显著水平,这说明施用适量 K 肥能提高玉米穗长、穗粒数及百粒重。

## 2.2 不同 N、P、K 肥量级对玉米子粒产量的影响及经济效益分析

由表 5 可知, 不同 N、P、K 肥量级对玉米子粒产量的影响以 K4、N5 处理增产效果最明显, 在 N 量级处理中, N4、N5 和 N6 处理与 N3 之间差异达到极显著水平, N3 与 N2(不施 N) 之间差异也达到极显著水平, 这表明子粒产量随施 N 量的增加呈增加趋势。而在 P 量级处理中, 只有 P5 与 P2(不施 P) 差异显著, 表明施 P 对玉米子粒产量效果没有 N、K 明显; 在 K 量级处理中, K4、K5 和 K6 处理与 K3、K2 差异达到极显著水平, 其中以 K4 产量最高, 表明 K 肥对玉米子粒产量有显著的作用。

表 5 不同 N、P、K 肥量级对玉米子粒产量的影响

处理	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	差异显著性		处理	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	差异显著性		处理	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	差异显著性	
		0.05	0.01			0.05	0.01			0.05	0.01
ck	6 353	c	C	ck	6 353	c	C	ck	6 353	c	C
N2	6 857	c	C	P2	10 801	b	B	K2	8 502	b	B
N3	9 447	b	B	P3	11 251	ab	AB	K3	8 909	b	B
N4	10 759	a	A	P4	10 992	ab	AB	K4	11 452	a	A
N5	11 092	a	A	P5	11 342	a	A	K5	11 102	a	A
N6	10 865	a	A	P6	10 893	b	AB	K6	11 021	a	A
LSD <sub>0.05</sub> =575, LSD <sub>0.01</sub> =760				LSD <sub>0.05</sub> =399, LSD <sub>0.01</sub> =529				LSD <sub>0.05</sub> =917, LSD <sub>0.01</sub> =1213			

表 6 玉米不同 N 量级经济效益

处理	投入量(kg/hm <sup>2</sup> )			产出(kg/hm <sup>2</sup> )			效益分析(元/hm <sup>2</sup> )	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	折金额	产量	比 N2 增产	N 肥增产效益	产投比
N2		75	90	447	6 857			
N3	75	75	90	714	9 447	2 590	2 064	8.73
N4	150	75	90	981	10 759	3 902	2 978	6.58
N5	225	75	90	1 248	11 092	4 235	3 011	4.76
N6	300	75	90	1 515	10 865	4 008	2 539	3.38

注: 2004 年 N 3.56 元/kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.96 元/kg、K<sub>2</sub>O 2.50 元/kg, 玉米价格 0.90 元/kg, 种子、田间管理用工费未扣除, 表 7、8 同。

表 7 玉米不同 P 量级经济效益

处理	投入量(kg/hm <sup>2</sup> )			产出(kg/hm <sup>2</sup> )			效益分析(元/hm <sup>2</sup> )	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	折金额	产量	比 P2 增产	N 肥增产效益	产投比
P2	180		90	866	10 801			
P3	180	35	90	969	11 251	450	302	3.93
P4	180	70	90	1 073	10 992	191	-35	0.83
P5	180	105	90	1 177	11 342	541	176	1.57
P6	180	140	90	1 280	10 893	92	-331	0.20

表 8 玉米不同 K 量级经济效益

处理	投入量(kg/hm <sup>2</sup> )			产出(kg/hm <sup>2</sup> )			效益分析(元/hm <sup>2</sup> )	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	折金额	产量	比 K2 增产	肥料增产效益	产投比
K2	180	75		863	8 502			
K3	180	75	30	938	8 909	407	291	4.88
K4	180	75	60	1 013	11 452	2 950	2 505	17.70
K5	180	75	90	1 088	11 102	2 600	2 115	10.40
K6	180	75	120	1 163	11 021	2 519	1 967	7.56

按 2004 年化肥、玉米价格计算, 将 N、P、K 肥量级处理经济效益列表 6、7、8, 对各个肥量级处理经济效益分析。在 N 量级处理中, 每公顷比对照增收最高的为 3 011 元, 最低的为 2 064 元, 经济效益顺序依次为 N5>N4>N6>N3, 产投比顺序依次为 N3>N4>N5>N6; 在 P 量级处理中, 施用 P 肥比不施 P 肥效果不显著, 每公顷比对照增收最高的仅为 302 元, 其中 P4、P6 处理增产效益为负值, 产投比值也都很低; 在 K 量级处理中, 施用 K 肥比不施 K 肥效果显著, 每公顷比对照增收最高的为 2 505 元, 经济效益顺序依次为 K4>K5>K6>K3, 产投比顺序依次为 K4>K5>K6>K3, 产投比值非常高, K4 达到 17.70。研究表明, 在 N、P、K 各肥量级处理中, 增产效果顺序依次为 N 处理>K 处理>P 处理。(下转第 53 页)

持在  $1.8 \times 10^8/g$ ,慢生菌数可维持在  $1.3 \times 10^8/g$ 。草炭快生菌数为  $1.7 \times 10^8/g$ ,慢生菌数为  $1.2 \times 10^8/g$ ,两种吸附剂保存根瘤菌数都很稳定,但蛭石要优于草炭。

同接种量的慢生型根瘤菌在草炭、蛭石中发酵 40 d 后菌数即可达到  $10^8/g$ ,表明制备根瘤菌剂时,没必要接入更多的根瘤菌数,菌数的增殖与最初的接种量关系不大。

菌剂经 3 年检测结果,有效活菌数都能维持在  $1.3 \sim 1.85 \times 10^8/g$ ,杂菌数为 10%,水分含量  $>25\%$ ;重金属检测,除水分含量超标外,其他各项指标均符合国家农业行业制定的有关微生物肥料标准。

参考文献:

[1] 中国科学院南京土壤研究所微生物研究室.土壤微生物研究法[M].北京:科学出版社,1985.  
 [2] 葛 诚.微生物肥料的生产应用及其发展[M].北京:中国农业科技出版社,2000.



(上接第 42 页)

吉林省中等肥力以下的黑土地块占黑土面积的 80%左右,可见本试验结果可以在 80%左右黑土上应用,并且其它土类也可参考应用。

综上所述,在吉林省中等以下肥力的黑土上种植高脂肪大豆应增施中微量元素硫、镁、锌、硼、钼和锰,种植高蛋白大豆应增施微量元素锌、硼和锰,进而提高其产量和品质。

### 3 结 论

施用中微量元素硫、镁、铜、锌、硼、钼和锰对高脂肪、高蛋白大豆产量的影响差异较大。高脂肪大豆施用硫、镁、硼和钼的增产作用比较明显,增产幅度为 9.1%~15.8%;高蛋白大豆施用中微量元素效果不稳定也不显著,但施用镁和铜有增产趋势。

施用中微量元素硫、镁、铜、锌、硼、钼和锰对高脂肪、高蛋白大豆产量构成因素的影响各异。高脂肪大豆单株有效荚数和单株粒数均比对照有所增加,硫、镁、硼和钼增加幅度高于铜、锌和锰;施用硫、镁、硼、钼和锰的单株粒重比对照增加 1.2~2.4 g;所有处理的百粒重变化趋势不明显。高蛋白大豆施用中微量元素单株有效荚数、单株粒数、单株粒重和百粒重均没有明显的变化趋势。

中微量元素硫、镁、铜、锌、硼、钼和锰均能提高高脂肪大豆的脂肪含量,提高幅度为 0.21%~0.35%;锌、硼和锰可增加高蛋白大豆的蛋白质含量,增加幅度为 0.15%~0.44%。

在吉林省中等以下肥力的黑土上种植高脂肪大豆应增施中微量元素硫、镁、锌、硼、钼和锰,种植高蛋白大豆应增施微量元素锌、硼和锰,从而提高其产量和品质。

参考文献:

[1] 陆继龙,等.吉林省黑土某些微量元素环境地球化学特征[J].土壤通报,2002,33(5):365-368.



(上接第 45 页)

### 3 小 结

在本试验条件下,N 和 K 对提高穗长、穗粒数有明显的效果,而 P 没有显著作用,不同肥量级处理对百粒重各有不同程度影响,但尤以施用 N 和 K 对百粒重的提高效果最好。

在本试验条件下不同肥量级处理,对玉米产量的影响以 N、K 肥量级各处理玉米增产效果最明显,而施 P 比不施 P 增产效果不显著,其中在 N 肥量级处理中,以 N5(即 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O=225、75、90 kg/hm<sup>2</sup>)处理增产效应最好,在 K 肥量级处理中,以 K4(即 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O=180、75、60 kg/hm<sup>2</sup>)处理增产效应最好。

在本土壤条件下,磷含量较高,氮钾含量不足,但钾离开氮的配合,钾增产效果不明显,施肥应提倡以高氮(N 150~180 kg/hm<sup>2</sup>)、中钾(K<sub>2</sub>O 60 kg/hm<sup>2</sup>)、低磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 35 kg/hm<sup>2</sup>)配合为原则。

参考文献:

[1] 宋永林,等.不同肥料对比对夏玉米生物性状及产量影响的定位研究[J].土壤肥料,2001,(1):31-33.  
 [2] 吴 巍,等.玉米高产的化肥效果及养分需求与利用[J].吉林农业科学,2001,26(2):32-35.  
 [3] 吴 巍,等.氮磷钾化肥对玉米的增产效果及经济效益分析[J].农业与技术,1995,(6):9-11.  
 [4] 孙宏德,等.有机无机肥料对黑土肥力和作物产量影响的监测研究[J].植物营养与肥料学报,2002,8(增刊):110-116.