

吉林省中部黑土区玉米氮肥效应研究

侯云鹏 谢佳贵 尹彩侠 秦裕波 张宽 王秀芳

(吉林省农科院农业环境与农业资源研究中心, 长春 130124)

摘要: 在吉林省中部地区黑土条件下, 通过田间试验, 研究了氮肥对玉米的增产效应和氮肥利用率。结果表明, 施用氮肥处理极显著高于不施氮肥处理, 但产量并不随施 N 量的增加而持续增加, 两者的关系符合二次曲线 $Y=ax^2+bx+c$ 方程。从施肥效益考虑, 最大效益施氮量为 10.2-11.6 公斤/亩, 能获得玉米产量 587-809 公斤/亩。玉米对氮肥的利用率有随施氮量的增加而降低的趋势。范家屯、陶家屯和万发镇三个试验点的施氮量由 6.0 公斤/亩增加到 17.0 公斤/亩, 其氮肥利用率则分别由 42.7%、58.9% 和 30.8% 降低到 14.5%、21.7% 和 11.2%。

关键词: 黑土; 氮肥用量; 玉米产量

1 材料与方法

吉林省黑土区主要集中在中部地区, 土壤肥沃, 是重要的玉米生产基地。但近年来, 玉米氮肥超量施用问题日益严重, 造成氮肥利用率显著下降, 对生态环境构成潜在威胁, 这不仅增加成本, 降低效益, 而且导致土壤环境的污染^[1], 直接影响到粮食持续增产、农业增效、农民增收和农产品质量安全。本文通过吉林省中部黑土区玉米施氮肥效应研究, 明确玉米施肥模式, 为玉米合理施肥、提高玉米产量和品质、预防由于过量施氮所造成的农田污染等提供理论依据。

1.1 供试土壤

本试验在吉林省中部地区公主岭市范家屯镇、陶家屯乡和梨树县万发镇进行。播种前采集 0-20cm 土壤样品测定, 供试土壤的基本肥力见表 1。

1.2 供试玉米品种与种植密度

供试玉米品种均选择先玉 335, 种植密度为 0.4 万株/亩;

表 1 供试土壤地理位置与农化性状

试验地点	经度	纬度	有机质	速效 N	速效 P ₂ O ₅	速效 K ₂ O	pH
			(克/千克)	(毫克/千克)			
公主岭市范家屯镇	124°59'63.8"	43°39'58.5"	23.5	124.77	43.87	133.41	5.13
公主岭市陶家屯镇	124°58'40.6"	44°39'26.5"	22.5	121.75	30.15	165.62	5.20
梨树县万发镇	125°01'37.5"	43°45'19.8"	15.9	103.95	48.79	132.84	5.11

1.3 试验处理与田间设计

试验均设三次重复,小区面积30m²,六行区,小区随机排列,试验重复间留过道1.5米,试验大区周边设保护行4-6垅。试验处理见表2。

1.4 供试肥料与施用方法

本项试验所用氮肥为尿素(含N46%),磷肥为重过磷酸钙(含P₂O₅46%),钾肥为氯化钾(含K₂O60%);施肥方法是1/4氮肥同全部磷钾肥于整地时施入,3/4氮肥于拔节期追施。

表2 试验处理

处理代号	施肥量(公斤/亩)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N0	0.0	5	6
N1	6.0	5	6
N2	9.7	5	6
N3	13.3	5	6
N4	17.0	5	6

1.5 测定项目与方法

1.5.1 玉米营养体(植株、籽粒)全N的测定:在玉米成熟期(9月30日)取样,按小区独立取样,每小区取代表性玉米5株,样品将植株和籽粒部分分别采取,样品于105℃杀青30分钟,然后80℃烘干称重;采用凯氏定氮法测定全氮含量。

1.5.2 氮素收获指数等相关指标按如下公式计算:

氮收获指数^[2-5](%)=子粒吸氮量(公斤/亩)/植株总吸氮量(公斤/亩)×100%

氮肥农学效率(公斤/公斤)=[施氮处理子粒产量(公斤/亩)-对照子粒产量(公斤/亩)]/施氮量(公斤/亩)

氮肥利用率(%)=(施氮区地上部分吸氮量-无氮区地上部吸氮量)/施氮量×100%

1.5.3 SPAD测定在玉米拔节期至灌浆期间,用SPAD分析仪(SPAD-5200,日本产)测定玉米叶片的叶绿素读数,该仪器可以立即测量植物相对叶绿素含量,其测量读数与叶片叶绿素含量具有密切的相关性。拔节期和大口期测定最新完全展开叶,抽雄后测定穗位叶,测定部位为玉米叶片1/2处,避开叶脉位置。每小区选择长势均匀的玉米30株。用塑料标签定位并标记叶位,测定记录每一处理叶片的读数。

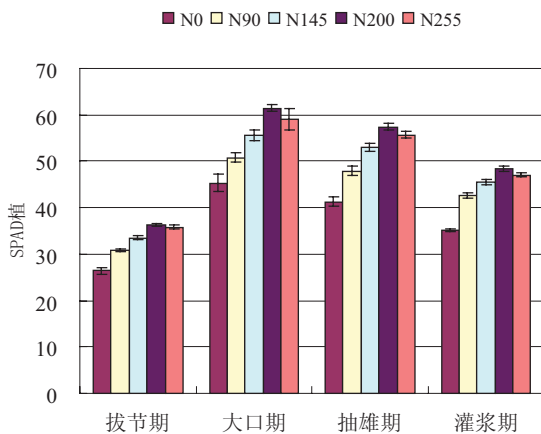
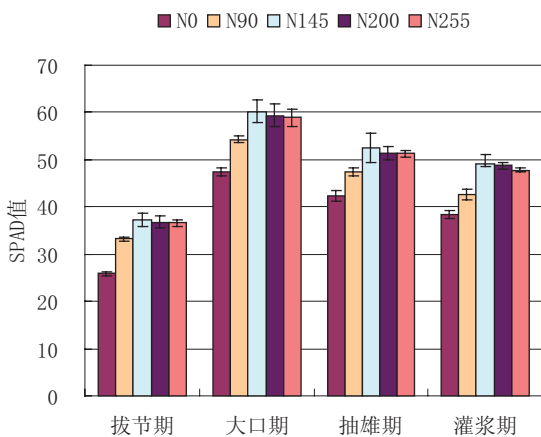
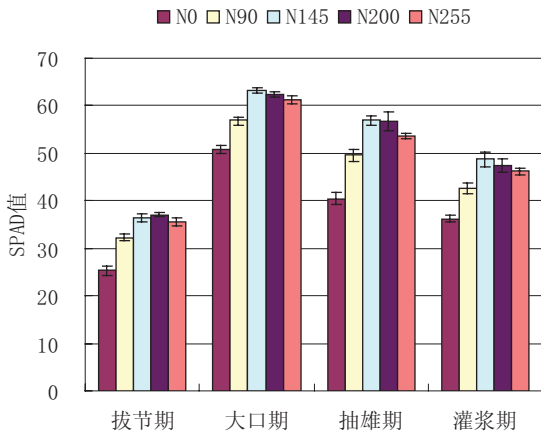
1.5.4 数据统计分析采用Microsoft Excel 2003和SPSS 16.0软件处理。

1.6 秋收与测产

玉米成熟后,每个小区单收、单测产,以14%含水量计产。

2 结果与分析

2.1 不同 N 水平对玉米功能叶 SPAD 的影响



叶片的氮含量具有重要的生理学意义^[4],同时也是诊断作物氮营养的一个重要指标。由于绝大部分的叶片氮存在于叶片的叶绿素分子中,植株的含氮量与叶片的叶绿素含量呈正相关^[6],可以用叶绿素含量估计植株的含氮量^[6]。从图1-图3可以看出,在吉林省中部黑土区,SPAD值随生育期发生变化,拔节期SPAD值比较低,到大喇叭口期SPAD值达到最大值,以后缓慢下降,这种变化规律和玉米营养生长的变化相一致。施氮能有效地提高玉米叶片SPAD值,在各生育时期,施氮处理SPAD值均显著高于不施氮肥处理的SPAD值,但SPAD值并不是随施氮量增加而持续增加,在玉米各生育期,范家屯和陶家试验点均以N9.7公斤/亩处理最高,当施N量高于9.7公斤/亩时,SPAD值有下降的趋势,但差异不显著。万发试验点施N量13.3公斤/亩处理SPAD值最高,说明过量施用氮肥反而抑制玉米的对N的吸收,从而降低叶片的叶绿素含量,最终影响产量。

2.2 不同 N 水平对春玉米产量的影响

从表3范家屯、陶家屯和万发镇的试验结果看出,与不施氮肥处理相比,施氮各处理玉米产量差异均达到显著水平,说明氮对玉米有明显的增产效果。施用6、9.7、13.3和17公斤/亩平均产量较不施N处理分别增产121.7公斤/亩(22.6%)、182.1公斤/亩(33.9%)、162.3公斤/亩(30.4%)和148公斤/亩(27.7%),增收164元/亩、242元/亩、198元/亩、159元/亩。其中以施N9.7公斤/亩的产量和效益最高,当施氮量达到13.3kg/亩和17kg/亩时,产量开始下降,下降幅度分别为2.61%和4.85%。

从氮肥用量与籽粒产量的回归方程得出(图4-6),在吉林省中部黑土区最高产量施氮N量

表3 不同氮水平对玉米产量的影响

试验地点	处理	产量结果 (元/亩)	显著性检验		比N0增产		比N0增收 (元/亩)
			(5%)	(1%)	(公斤/亩)	(%)	
范家屯镇	N0	675	d	C	--	--	--
	N1	774	c	B	99	14.65	129
	N2	816	a	A	141	20.89	178
	N3	793	b	AB	118	17.50	127
	N4	783	bc	B	107	15.91	94
陶家屯镇	N0	465	d	C	--	--	--
	N1	652	c	B	187	40.16	266
	N2	752	a	A	287	61.73	406
	N3	723	ab	A	258	55.36	344
	N4	705	b	AB	240	51.49	300
万发镇	N0	473	c	C	--	--	--
	N1	553	b	B	79	16.79	98
	N2	592	a	A	118	24.95	143
	N3	585	a	A	111	23.48	116
	N4	573	ab	AB	99	21.01	82

注：表内小写字母为差异显著，大写字母为差异极显著，注：N4.31元/公斤、玉米1.56元/公斤

为11.5-12.4公斤/亩，能获得玉米产量589-829公斤/亩。最大效益施氮量为10.2-11.6公斤/亩，能获得玉米产量587-809公斤/亩。

大效益施氮量是当前生产上的推荐用量。此用量不仅降低玉米生产成本、增加施氮效益，而且对粮食安全生产、保护生态环境均有重要意义。

最高产量施氮量是氮肥用量的上限，而最

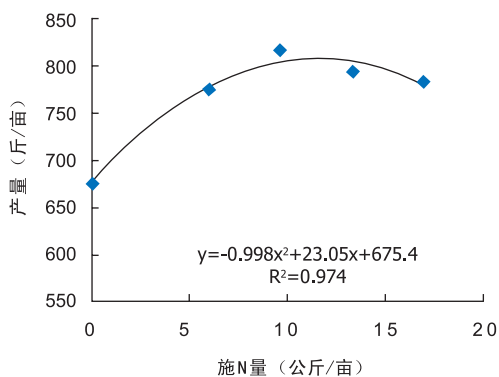


图4 吉林省中部黑土氮肥施用模式（范家屯）

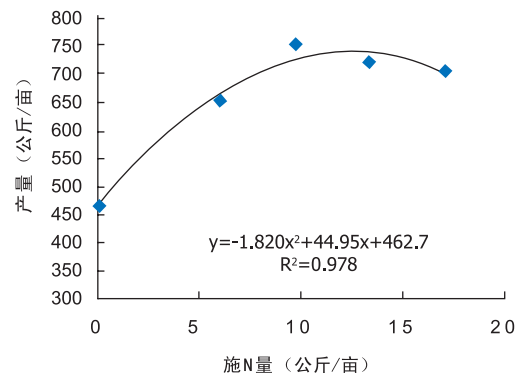


图5 吉林省中部黑土氮肥施用模式（陶家屯）

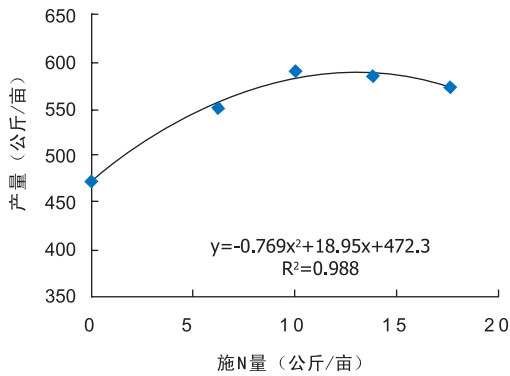


图6 吉林省中部黑土氮肥施用模式(万发镇)

2.3 不同 N 水平对春玉米氮肥利用率的影响

从表4可见,在吉林省中部地区黑土区,施N各处理的玉米平均吸N总量均高于N0处理。但玉米吸N总量不是随施氮量增加而持续增加,当施N量达到9.7公斤/亩时玉米吸N总量最高,平均为6.8公斤/亩,较N13.3和N17处理分别高出0.23公斤/亩和0.5公斤/亩。从表4的肥料利用率来看,玉米对氮肥的利用率

表4 不同氮水平对春玉米氮肥利用率的影响

试验地点	处理	N 吸总量 (公斤/亩)	N 肥利用率 (%)	氮收获指数 (%)	氮肥农学效率 (公斤/公斤)
公主岭市范家屯镇	N0	3.9	--	56.69 c	--
	N1	6.5	42.71 a	57.31 c	16.49
	N2	6.6	27.96 b	63.70 a	14.59
	N3	6.5	19.36 c	60.20 b	8.86
	N4	6.4	14.52 d	58.60 bc	6.32
公主岭市陶家屯镇	N0	3.3	--	58.03 d	--
	N1	6.8	58.95 a	62.08 ab	31.14
	N2	7.9	47.85 b	63.70 a	29.70
	N3	7.5	31.79 c	60.20 bc	19.31
	N4	7.0	21.74 d	59.60 cd	14.09
梨树县万发镇	N0	3.7	--	56.27 b	--
	N1	5.6	30.81 a	57.10 b	13.24
	N2	5.9	22.86 b	61.87 a	12.22
	N3	5.7	15.14 c	61.30 a	8.67
	N4	5.6	11.16 c	57.49 b	5.85

有随施 N 量的增加而降低的趋势。范家屯、陶家屯和万发镇三个点的施 N 量均由 6 公斤 / 亩增加到 17 公斤 / 亩, 其氮肥利用率则分别由 42.71%、58.95% 和 30.81% 降低到 14.52%、21.74% 和 11.16%。

3 结论

3.1 施氮能有效地提高了玉米叶片 SPAD 值, 在各生育时期, 施氮处理 SPAD 值均显著高于不施氮肥处理的 SPAD 值, 但是 SPAD 值并不随着施肥量的增加而持续增大, 从整个生育期来看, 施以 N13.3 公斤 / 亩的 SPAD 值最大。

3.2 在吉林省中部黑土区, 施氮对玉米有显著的增产效应, 但产量并不随施 N 量的增加而持续增加, 当施氮量增加到一定数量时, 玉米产量最高, 再增加施肥量, 其产量下降。说明氮肥用量与玉米产量之间存在函数相关, 符合二次曲线 $Y=ax^2+bx+c$ 。从施肥效益考虑, 最大效益施氮量为 10.2-11.6 公斤 / 亩, 能获得玉米产量 587-809 公斤 / 亩。

3.3 每亩施用氮肥 9.7 公斤的玉米平均吸氮量最高, 为 6.8 公斤 / 亩, 可见玉米氮肥的适宜用量有利于玉米对 N 肥的吸收, 与 SPAD 读数和产量结果表现基本吻合。

参考文献

- [1] 谢佳贵, 王立春, 尹彩侠, 等. 吉林省不同类型土壤玉米施肥效应研究[J]. 玉米科学, 2008, 16(4):167-171.
- [2] 吴迪, 黄绍文, 金继运, 等. 氮肥运筹、配施有机肥和坐水种对春玉米产量与养分吸收转运的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(2):317-326.
- [3] 王小燕, 褚鹏飞, 于振文. 水氮互作对小麦土壤硝态氮运移及水、氮利用效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(5):992-1002.
- [4] 隗英华, 汪仁, 孙文涛, 等. 春玉米产量、氮素利用及矿质氮平衡对施氮的响应[J]. 土壤学报, 2012, 49(3):544-551.
- [5] 任小龙, 贾志宽, 陈小莉, 等. 半干旱区沟垄集雨对玉米光合特性及产量的影响[J]. 作物学报, 2008, 34(5):838-845.
- [6] 郭建华, 王秀, 孟志军, 等. 主动遥感光谱仪 Greenseeker 与 SPAD 对玉米氮素营养诊断的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(1):43-47.