

氮素水平对烤烟生长及经济效益的影响

李淮源¹, 雷佳², 刘永来², 钟俊周³, 张金霖⁴, 陈建军^{1*} (1. 华南农业大学, 广东广州 510642; 2. 广东中烟工业有限责任公司, 广东广州 510610; 3. 广东烟草韶关市有限公司, 广东韶关 512000; 4. 广东烟草清远市有限公司, 广东清远 513400)

摘要 [目的]确定韶关烟区的适宜施肥量。[方法]以烤烟品种(系)K326和韶烟1号为材料,以当地推荐施氮量为对照,研究增施30%和减施30%氮素对韶关烟区烤烟生长及经济效益的影响。[结果]随着施氮水平的提高,烤烟株高、茎围显著增加,叶长、叶宽呈增加趋势;烤烟进入团棵期的日期依次提前,进入现蕾期的日期依次向后推迟,旺长时间及进入现蕾天数均增加。增施氮肥,显著提高产量。而均价、中上等烟叶比例及产值在施氮量达到一定程度后又呈显著下降趋势。[结论]合理施用氮肥可促进烟株早生快发,获得适宜的大田生育期。施氮量为115.5或165.0 kg/hm²具有较优的效益。
关键词 烤烟;氮素水平;适宜施氮量;经济效益
中图分类号 S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)33-0126-04

Effect of Nitrogen Application Amount on Growth and Economic Performance of Flue-cured Tobacco
LI Huai-yuan¹, LEI Jia², LIU Yong-lai² et al (1. South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642; 2. China Tobacco Guangdong Industrial Limited Company, Guangzhou, Guangdong 510610)
Abstract [Objective] To identify the satisfactory amount of nitrogen fertilizer usage in Shaoguan Guangdong Province. [Method] Using K326 and Shaoyan No. 1 as experimental material, the effects of different nitrogen rates on growth and economic performance were studied. [Result] Improving nitrogen fertilizer increased the plant height and stem significantly and were propitious to increase the leaf length and leaf width. The date of resettling growth stage of flue-cured tobacco was in advance and the date of squaring stage was postponed in turn, so the vigorous growing period prolonged. Nitrogen improved tobacco yield significantly, but average price, ratio of medium-topped tobacco and output could firstly increase and then decrease with the increasing of nitrogen rates. [Conclusion] Reasonable application of nitrogen fertilizer can promote the early growth and rapid development of tobacco plants and obtain suitable field growth period. When the amount of nitrogen fertilizer usage is 115.5 or 165.0 kg/hm², the economic performance is better.
Key words Flue-cured tobacco; Nitrogen level; Suitable amount of nitrogen application; Economic benefit

氮是烤烟最重要的营养元素,合理的氮素用量对烟叶的产量和品质具有重要作用^[1]。然而在烟叶生产实际中,烟农往往过量施用氮肥来获得较高的经济效益^[2],研究表明,在高氮水平下烤烟的生长和产量均表现较好,但在烟叶质量和施氮量之间存在负相关关系^[3-4]。施氮过多时,氮的还原代谢过程随生育期而延长,造成烟碱过高,品质下降。氮量严重不足时,淀粉积累代谢提早,还原糖生成量增多,烟碱量低,叶片平滑,颜色淡,烤后烟叶香气平淡无味,品质低劣。因而适宜的施氮水平对优质烟叶的生产起着举足轻重的作用,适量施氮可提高烟叶品质,获得较高的经济效益^[5-6]。前人在“适宜施氮量”方面已经积累了许多研究成果,但因试验地生态条件的差异结果不尽相同。始兴烟区的最佳施氮量问题随着时间和环境的变化仍需进一步精确定。始兴县是广东浓香型烟叶的重要产区,确定适宜的施氮水平是保障始兴烟区优质烟叶生产的重要举措,也是保持并发展浓香型特色烟叶的关键举措之一。为进一步确定韶关烟区的适宜施肥量,笔者以烤烟品种(系)K326和韶烟1号为材料,研究氮素水平对烤烟生长及经济效益的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为烤烟品种K326和烤烟品系韶烟1号,种子由广东烟草南雄科学研究所提供。

基金项目 广东中烟工业有限责任公司科技项目(粤烟工[2016]科字第1号);广东中烟工业有限责任公司科技项目(粤烟工[2017]科字第003号)。

作者简介 李淮源(1989—),男,湖南平江人,实验师,硕士,从事烟草栽培生理、植物生理实验的教学研究。*通讯作者,教授,博士,博士生导师,从事烟草栽培生理研究。

收稿日期 2018-06-28

1.2 试验地概况 试验在广东省韶关市始兴县马市镇安水村进行。土质为牛肝土。前茬为水稻,0~20 cm耕作层土壤理化性质和养分含量:pH 5.37,有机质 26.9 g/kg,全氮 1.03 g/kg,全磷 1.58 g/kg,全钾 27.8 g/kg,碱解氮 113.21 mg/kg,速效磷 37.72 mg/kg,速效钾 101.71 mg/kg。

1.3 试验设计与取样方法 试验因素为品种和施氮水平,采取裂区设计。品种为主区,施氮水平为副区。供试品种(系)为K326、韶烟1号;以当地推荐施氮量和在推荐施氮量基础上增加或减少30%设置3个施氮水平,分别为低氮(LN, 115.5 kg/hm²)、中氮(MN, 165.0 kg/hm²)、高氮(HN, 214.5 kg/hm²)。每个小区栽植80株烟,行距1.20 m,株距0.55 m。重复3次,共计18个小区,周边设保护行。小区与小区之间挖0.5 m深间隔沟,防止小区间肥料互透。

肥源为烟草专用复合肥(N:P₂O₅:K₂O=13:9:14)(湖南金叶肥料有限责任公司),硝酸钾(N:13.5%,K₂O:44.5%)(湖南金叶众望科技股份有限公司),过磷酸钙(P₂O₅:12%)(韶关化工厂),硫酸钾(K₂O:50%)(国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司)。各处理氮肥基追比为70%:30%,30%氮肥于移栽后30 d一次性施入。总磷量、总钾量相同,以中氮水平为标准按N:P₂O₅:K₂O=1:1:3配肥。其他田间管理按韶关烟区优质烤烟生产管理标准进行。

现蕾打顶,每株留叶20片。打顶后分别在从下往上数第11~12片、第17~18片挂标签牌确定中、上部叶。每小区取20株用于烤后烟叶经济性状分析。

1.4 测定项目与方法 参照《烟草农艺性状调查测量方法YC/T 142—2010》进行生育时期记录及株高、茎围、节距、最

大叶叶长、叶宽等农艺性状调查^[7]。采用称鲜重法计算鲜烟比叶重(FW g/m²)和鲜烟主脉率。分区计产,烟叶烤后经济性性状按国家烤烟分级标准(GB 2635—92)进行分级,各级烟叶价格参照当地烟叶收购价格进行经济分析。

1.5 数据分析 利用 SPSS 软件对试验数据进行方差分析,利用 Excel 进行图表的生成。

2 结果与分析

2.1 施氮水平对圆顶期烤烟农艺性状的影响 圆顶期(打顶后 7~14 d)是决定烟叶产量与品质的关键时期,其农艺性状可作为衡量烟叶素质的重要参数^[8-9]。由表 1 可知,烟株

株高、茎围、节距、最大叶叶长均随施氮水平的提高而呈增大趋势,且韶烟 1 号显著大于 K326,最大叶叶宽、最大叶叶面积无显著差异。株高,各处理间差异显著;茎围,K326 各处理间差异显著,韶烟 1 号高氮与中氮、低氮差异显著;节距,K326 各处理间差异不显著,韶烟 1 号高氮与低氮处理间差异显著;最大叶叶长,K326 高氮与低氮处理间差异显著,韶烟 1 号高氮与中氮、低氮间差异显著。最大叶叶宽,K326 以中氮最大,韶烟 1 号随施氮水平的提高而减小,各处理间均无显著差异。最大叶叶面积,K326 以中氮最大,韶烟 1 号以高氮最大,各处理间均差异不显著。

表 1 施氮水平对圆顶期烤烟农艺性状的影响
Table 1 Effects of nitrogen application on agronomic traits of flue-cured tobacco at the dome stage

品种 Varieties	施氮水平 Nitrogen levels	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	节距 Pitch cm	最大叶叶长 Maximum leaf length//cm	最大叶叶宽 Maximum blade width//cm	最大叶叶面积 Maximum leaf area//cm ²
K326	HN	80.83±0.41 d	10.77±0.15 b	4.04±0.02 c	72.87±1.40 bc	28.53±0.46 a	2 078.11±24.17 bc
	MN	75.23±.032 e	9.67±0.18 c	3.83±0.05 c	69.70±1.40 cd	30.87±0.24 a	2 150.73±26.27 bc
	LN	70.50±0.76 f	9.10±0.31 d	3.78±0.09 c	67.83±1.24 d	27.93±0.24 a	1 894.21±18.70 c
韶烟 1 号	HN	111.27±1.33 a	12.43±0.09 a	5.96±0.06 a	85.03±2.07 a	29.90±3.08 a	2 532.02±209.99 a
Shaoyan No. 1	MN	104.23±1.18 b	10.67±0.09 b	5.69±0.07 ab	76.87±0.47 b	30.10±1.85 a	2 311.98±129.15 ab
	LN	101.0±1.53 c	10.50±0.12 b	5.52±0.18 b	73.57±1.43 bc	31.67±1.81 a	2 325.68±103.18 ab

注:同列不同小写字母表示不同施氮水平间差异显著(P<0.05)
Note:Different lowercases in the same column stand for significant differences between different nitrogen levels at 0.05 level

2.2 施氮水平对鲜烟物理特性的影响 由表 2 可知,中上部烟叶叶长、叶宽均随施氮水平的提高而呈增大趋势,中部烟叶各处理间差异不显著,上部烟叶高氮分别与中氮、低氮间差异显著;增施或减施氮肥提高了上部烟叶比叶重、降低了 K326 中部烟叶比叶重,韶烟 1 号中部烟叶比叶重随施氮

水平的提高而增大,各处理间差异不显著;鲜烟主脉率,即主脉鲜重与整片烟叶鲜重的比值,增施或减施氮肥降低了韶烟 1 号上部烟叶、K326 中部烟叶主脉率,而 K326 上部烟叶表现为主脉率随施氮水平的提高而增加的趋势,韶烟 1 号中部烟叶主脉率随施氮水平的提高而降低,各处理间差异不显著。

表 2 施氮水平对鲜烟物理特性的影响
Table 2 Effects of nitrogen application on the physical properties of fresh tobacco

部位 Part	品种 Varieties	施氮水平 Nitrogen levels	叶长 Leaf length cm	叶宽 Leaf width cm	比叶重 Specific leaf weight g/m ²	鲜烟主脉率 Main pulse rate of fresh tobacco//%
上部叶 Upper leaf	K326	HN	83.87±0.13 ab	28.07±2.90 a	308.89±7.32 a	0.39±0.03 a
		MN	80.00±2.93 b	27.43±1.97 a	282.89±38.55 a	0.38±0.09 a
		LN	78.30±2.05 b	27.27±1.66 a	293.67±13.33 a	0.36±0.03 a
	韶烟 1 号	HN	91.50±1.61 a	33.70±1.27 a	308.22±5.02 a	0.33±0.06 a
		MN	81.00±1.76 b	28.83±3.59 a	289.00±4.17 a	0.37±0.04 a
		LN	80.57±4.35 b	27.50±1.61 a	295.80±25.81 a	0.32±0.03 a
中部叶 Middle leaf	K326	HN	79.57±1.69 a	33.77±2.11 a	191.33±15.88 b	0.35±0.04 bc
		MN	77.93±3.28 a	30.67±1.20 a	212.55±6.61 ab	0.52±0.08 a
		LN	74.67±3.35 a	28.03±1.16 a	201.78±1.18 ab	0.40±0.06 bc
	韶烟 1 号	HN	82.67±1.76 a	33.50±0.29 a	224.89±11.24 a	0.33±0.05 c
		MN	76.17±2.05 a	33.17±3.22 a	211.89±4.24 ab	0.43±0.04 bc
		LN	75.83±3.94 a	27.80±2.69 a	204.89±8.23 ab	0.45±0.02 bc

注:同列不同小写字母表示不同施氮水平间差异显著(P<0.05)
Note:Different lowercases in the same column stand for significant differences between different nitrogen levels at 0.05 level

2.3 施氮水平对烤烟生育时期的影响 从表 3 可以看出,各处理从移栽到还苗进入伸根期的日期基本一致,随着施氮量的增加,各处理进入团棵期的日期依次提前,而进入现蕾期的日期依次向后推迟,旺长时间及进入现蕾天数均增加。

不同品种间变化程度不同。K326,高氮与中氮和低氮相比分别提前 4 和 6 d 进入团棵期,推迟 1 和 3 d 现蕾;韶烟 1 号,差异小于 K326,随施氮水平增加,其进入团棵期的日期依次提前 1 d,进入现蕾期,中氮与高氮日期一致,均比低氮推迟 1 d。

表 3 施氮水平对烤烟生育时期的影响

Table 3 Effect of nitrogen application on growth period of flue-cured tobacco

品种 Varieties	施氮水平 Nitrogen levels	移栽期 Transplanting period	还苗期 Seedling period	团棵期 Resettling period	现蕾期 Budding period	旺长天数 Over luxuriant growth days//d	进入现蕾期天数 Into the budding days d
K326	HN	02-21	02-25	03-30	04-25	26	63
	MN	02-21	02-25	04-03	04-24	21	62
	LN	02-21	02-24	04-05	04-22	17	60
韶烟 1 号	HN	02-21	02-25	03-26	04-18	23	56
Shaoyan No. 1	MN	02-21	02-24	03-27	04-18	22	56
	LN	02-21	02-25	03-28	04-17	20	55

2.4 施氮水平对烤后烟叶经济性状的影响 烟叶经济性状是衡量烤烟生产水平的重要指标之一。由表 4 可知,烤烟产量随着施氮水平的增加呈上升趋势,烤烟中上等烟叶比例、均价、产值均以中氮处理(MN)较高,但韶烟 1 号均价以低氮处理最高,且与中氮差异不显著。相同氮素水平下,产量、产值,韶烟 1 号均显著高于 K326;均价、中上等烟比例,K326 均高于韶烟 1 号;上等烟比例,韶烟 1 号显著高于 K326。产值方面,K326 高于韶烟 1 号,高氮和中氮水平间差异显著;均价、上等烟比例、中上等烟比例,K326 均高于韶烟 1 号。说明品种间差异较大。产量方面,K326、韶烟 1 号均表现为随施氮量的增加而显著增加。产值方面,以中氮处理最高,显

著高于低氮和高氮处理,K326 低氮和高氮处理也表现为烤烟产值随施氮量的增加而显著增加,而韶烟 1 号低氮处理产值高于高氮处理,但差异不显著。烟叶均价方面,各处理以中氮处理最高,各处理间差异显著,但韶烟 1 号低氮处理高于中氮处理,差异不显著;其他各处理均表现为低氮处理高于高氮处理。上等烟叶比例方面,均以中氮处理最高。中上等烟比例方面,均以中氮处理最高,其他处理也表现为烤烟中上等烟比例随施氮量的增加而降低,但差异不显著。说明随着施氮量的增加,烤烟产量呈上升趋势,而均价、中上等烟叶比例及产值在施氮量达到一定程度后又呈显著下降趋势。

表 4 施氮水平对烤后烟叶经济性状的影响

Table 4 Effect of nitrogen application on economic trait of flue-cured tobacco

品种 Varieties	施氮水平 Nitrogen levels	产量 Production kg/hm ²	产值 Production value 元/hm ²	均价 Average price 元/kg	上等烟比例 Fine tobacco ratio//%	中上等烟比例 Proportion of medium and fine smoke//%
K326	HN	2 807. 0±69. 4 d	62 876. 8±937. 0 d	22. 4±0. 3 d	35. 6±4. 1 cd	79. 8±1. 1 ab
	MN	2 604. 1±89. 3 e	65 100. 4±782. 5 c	25. 0±0. 1 a	40. 1±3. 2 bc	89. 9±0. 1 a
	LN	2 418. 0±76. 4 f	55 130. 4±452. 6 e	22. 8±0. 9 cd	30. 2±5. 0 d	88. 1±1. 0 a
韶烟 1 号	HN	3 429. 0±46. 7 a	74 409. 3±890. 7 b	21. 7±0. 4 d	45. 1±4. 1 b	76. 8±3. 7 b
Shaoyan No. 1	MN	3 233. 9±79. 5 b	79 208. 5±755. 5 a	24. 5±0. 1 bc	55. 7±0. 5 a	87. 7±5. 0 a
	LN	3 035. 8±93. 7 c	74 680. 7±498. 5 b	24. 6±0. 5 bc	55. 3±4. 2 a	84. 9±2. 6 ab

注:同列不同小写字母表示不同施氮水平间差异显著(P<0.05)
Note:Different lowercases in the same column stand for significant differences between different nitrogen levels at 0.05 level

3 结论与讨论

3.1 讨论 氮素营养是影响烟草产量和品质重要的营养因子,对烟草生长和烟叶品质的形成起着决定性作用^[10]。随着氮素水平的提高,烤烟地上部的生长速度、茎围、叶面积指数均增加,但各个时期的变化程度不尽相同^[11-12]。研究表明,随着施氮量的增加,烤烟最大叶面积、叶片数、株高、产量均呈增加趋势,但施氮量达到一定限度时,效果不明显^[13-15]。该研究结果显示,施氮水平对烟株株高、茎围影响显著,叶长、叶宽、节距、最大叶叶长均随氮素水平的提高而增大,但差异不显著。

不同氮素水平对烤烟生育进程有明显影响,增施氮肥可促使烟株早生快发,延长大田生育期^[16-19]。薛刚等^[17]研究表明,施氮肥量较高的烟田较早进入团棵期,较晚进入现蕾期和成熟期,生育期明显延长。蒋士东等^[18]研究表明,随着施氮量的增加,烟株进入团棵及现蕾的时间提前,进入顶叶成熟期延后,大田生育期延长。张黎明^[19]研究表明,在不同

施氮水平下,烟株进入团棵期的时间不受影响。但随着施氮量的增加,烟株更迟现蕾和进入成熟期,大田生育期延长。该研究结果表明,随施氮量的增加,烟株进入团棵期的时间依次提前,而现蕾时间依次延后。

在栽培上,合理的施肥措施是决定烟叶产量和产值的重要因素,其贡献率分别达 39%和 47%^[9,20]。过高或过低的施氮量均不利于烟草形成一定的产量和较高的品质。该试验结果表明,增施氮肥,产量显著增加,在一定施氮量范围内,烟叶的产质量随施氮量的增加而提高,但当施氮量超过一定限度时,烟叶品质下降。这与顾会战等^[21]研究结果一致。

合理使用氮肥,实现烟草优质适产与环境友好的结合是保证我国烟草农业可持续发展的重要前提。在特定的生态环境和品种条件下,施肥是控制烟叶产量和品质的核心技术,开展烤烟适宜施氮量研究对我国烟草生产具有重要意义。然而适宜施氮量也不是固定的,它会随时间和环境而发生变化。该研究仅基于始兴推荐氮素水平对增氮或减

氮进行效益初探,结果表明,施氮量为 115.50 kg/hm² 或 165.00 kg/hm² 具有较优的效益,而最适施氮量有待进一步研究,同时未考虑土壤、施肥方式、水分及水氮耦合等对烤烟生长及经济效益的影响,有待进一步研究。

3.2 结论 (1)随着施氮水平的提高,烤烟株高、茎围显著增加,叶长、叶宽呈增加趋势;烤烟进入团棵期的日期依次提前,进入现蕾期的日期依次向后推迟,旺长时间及进入现蕾天数均增加。合理施用氮肥可促进烟株早生快发,获得适宜的大田生育期。

(2)增施氮肥,产量显著提高。在一定施氮量范围内,烟叶的产质量随施氮量的增加而提高,但是,当施氮量超过一定限度时,烟叶品质就会下降。

参考文献

[1] 胡国松,郑伟,王震东,等. 烤烟营养原理[M]. 北京:科学出版社,2000.

[2] 杨志晓,刘化水,柯油松,等. 广东南雄烟区烤烟氮素累积分配及利用特征[J]. 应用生态学报,2011,22(6):1450-1456.

[3] 曾俚,代先强,汪代斌,等. 施氮量与种植密度对烤烟生长发育和品质形成的影响[J]. 农技服务,2016,33(14):71-75.

[4] 许东亚. 烤烟氮代谢动态调控及其对烟叶质量的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2016.

[5] 邱标仁,周冀衡,郑开强,等. 施氮量对烤烟产质量和烟碱含量的影响[J]. 烟草科技,2003(11):41-43.

[6] 张生杰,黄元炯,任庆成,等. 氮素对不同品种烤烟叶片衰老、光合特性及产量和品质的影响[J]. 应用生态学报,2010,21(3):668-674.

[7] 全国烟草标准化技术委员会农业分技术委员会. 烟草农艺性状调查测量方法:YC/T 142—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.

[8] 汪耀富. 干旱胁迫对烤烟营养状况和产量品质的影响及其调节技术研究[D]. 北京:中国农业大学,2002.

[9] 徐艳丽. 移栽期与施氮量对不同品种烤烟生长发育及品质的影响[D]. 北京:中国农业科学院,2014.

[10] 王鹏. 黄壤烤烟氮与烟碱分布特征研究[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2011.

[11] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2010.

[12] 时向东,汪文杰,王卫武,等. 遮荫下氮肥用量对雪茄烟叶光合特性的调控效应[J]. 植物营养与肥科学报,2007,13(2):299-304.

[13] 师进霖,姜跃丽,张辉. 不同施氮水平对烤烟农艺性状、产量及叶绿素含量的影响[J]. 广西农业科学,2009,40(12):1582-1585.

[14] 黄日伟,谢文婷,吕永华,等. 不同施氮水平对抗旱花烤烟新品系农艺性状及化学成分的影响[J]. 广东农业科学,2012,39(11):80-82.

[15] 邢云霞,刘世亮,朱金峰,等. 施氮调控豫中烟区烤烟品质及经济效益研究[J]. 干旱地区农业研究,2017,35(6):201-208.

[16] 孙敬钊. 不同种植密度和施氮量对烤烟生长发育及产质量的影响[D]. 长沙:湖南农业大学,2016.

[17] 薛刚,杨志晓,张小全,等. 不同氮肥用量和施用方式对烤烟生长发育及品质的影响[J]. 西北农业学报,2012,21(6):98-102.

[18] 蒋士东,何孝兵,李强,等. 烤烟群体产量构成与氮肥减量对烟株生长及经济性状的影响[J]. 西南农业学报,2018,31(1):99-105.

[19] 张黎明. 氮素用量对烤烟生长发育及产质量的影响[J]. 湖南农业科学,2011(18):29-30.

[20] 刘进. 中间香型烟叶质量风格特征与碳氮代谢关系的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2012.

[21] 顾会战,曾孝敏,张启莉,等. 施氮量对烤烟新品种 09011 生长发育及品质的影响[J]. 贵州农业科学,2018,46(1):58-60.

(上接第 122 页)

与常规施肥相比,生物黑炭(750 kg/hm²)配施下鲜食玉米的产量提高了 28.67%~44.69%和 23.26%~45.19%。这与前人的研究结果一致^[13-14],而该研究结果表明,在化肥减施条件下,较低用量的生物黑炭也可以实现作物增产。

研究表明,较低用量的生物黑炭(750 kg/hm²)可以显著提升土壤 pH,活化土壤氮磷钾养分。与常规施肥相比,生物黑炭(750 kg/hm²)配施下土壤 pH 提高 0.26~0.47,碱解氮、速效磷和速效钾含量均得到显著提高。这主要与生物黑炭属于碱性物质,且生物黑炭富含有机质、具有较高的比表面积和疏松的结构有关^[15],研究表明,生物黑炭施用可以显著提高土壤微生物群落组成和活性^[16-18],从而提高土壤速效养分含量。且较低用量的生物黑炭(750 kg/hm²)处理的土壤肥力质量指数明显较高,这与单独施用较高用量生物黑炭的研究结果一致^[8-9],且化肥减施 15%~30%条件下,土壤肥力质量指数仍较高,因此,在化肥合理减施条件下,较低用量的生物黑炭(750 kg/hm²)是红壤旱地酸化改良和肥力提升的关键技术。

4 结论

在红壤旱地上,较低用量的生物黑炭(750 kg/hm²)配施可以显著提升玉米产量,早玉米和晚玉米的增产幅度分别为 28.67%~44.69%和 23.26%~45.19%。与常规施肥相比,生物黑炭(750 kg/hm²)配施下土壤 pH 提高 0.26~0.47,其土壤肥力质量指数也得到显著提升。且化肥减施 15%~30%条件,仍可以显著提高土壤肥力。因此,在红壤旱地上,低用量的生物黑炭(750 kg/hm²)可以实现化肥减施增效的目标。

参考文献

[1] 叶川,廖绵清,刘小三,等. 红壤农区鲜食玉米无公害高产栽培技术[J]. 江西农业学报,2007,19(6):35-37.

[2] 汤洁,饶月亮,戴兴临,等. 江西省糯甜玉米产业化开发前景[J]. 玉米科学,2005,13(1):123-125.

[3] 肖国滨,高其璋,李亚贞,等. 季节性干旱条件下氮肥与密度运筹对鲜食糯玉米产量的影响[J]. 中国土壤与肥料,2012(6):45-48,65.

[4] 柳开楼,胡志华,叶会财,等. 双季玉米种植下长期施肥改变红壤氮磷活化能力[J]. 水土保持学报,2016,30(2):187-192.

[5] 蔡泽江,孙楠,王伯仁,等. 长期施肥对红壤 pH、作物产量及氮、磷、钾养分吸收的影响[J]. 植物营养与肥科学报,2011,17(1):71-78.

[6] 赵仲仁,王富珍,欧阳建平,等. 生物黑炭还田对红壤旱地芝麻产量及土壤养分的影响[J]. 湖南农业科学,2017(6):25-27,30.

[7] 孙永明,熊文,刘祖香,等. 生物黑炭和氮肥耦合提升红壤地力的效果[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):352-355.

[8] 靖彦,陈效民,刘祖香,等. 生物黑炭与无机肥料配施对旱作红壤有效磷含量的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(4):989-994.

[9] LIU Z X, CHEN X M, JING Y, et al. Effects of biochar amendment on rapeseed and sweet potato yields and water stable aggregate in upland red soil[J]. Catena, 2014, 123:45-51.

[10] 曹志洪,周健民. 中国土壤质量[M]. 北京:科学出版社,2008.

[11] 潘根兴,张阿凤,邹建文,等. 农业废弃物生物黑炭转化还田作为低碳农业途径的探讨[J]. 生态与农村环境学报,2010,26(4):394-400.

[12] 张阿凤,潘根兴,李恋卿. 生物黑炭及其增汇减排与改良土壤意义[J]. 农业环境科学学报,2009,28(12):2459-2463.

[13] 张文锋,周际海,袁颖红,等. 低剂量生物炭对旱地红壤增肥增产效果[J]. 生态学杂志,2016,35(3):647-654.

[14] 柳开楼,夏桂龙,李亚贞,等. 生物黑炭用量对赣东北双季稻生长和产量的影响[J]. 中国稻米,2015,21(4):91-94.

[15] 周桂玉,窦森,刘世杰. 生物炭结构性质及其对土壤有效养分和腐殖质组成的影响[J]. 农业环境科学学报,2011,30(10):2075-2080.

[16] 刘玉学,吕豪豪,石岩,等. 生物炭对土壤养分淋溶的影响及潜在机理研究进展[J]. 应用生态学报,2015,26(1):304-310.

[17] 匡崇婷,江春玉,李忠佩,等. 添加生物炭对红壤水稻土有机碳矿化和微生物生物量的影响[J]. 土壤,2012,44(4):570-575.

[18] 陈伟,周波,束怀瑞. 生物炭和有机肥处理对平邑甜茶根系和土壤微生物群落功能多样性的影响[J]. 中国农业科学,2013,46(18):3850-3856.