



李超, 林建委, 曾繁东, 等. 不同氮肥管理模式对烤烟产量、品质形成和氮肥利用率的影响[J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(5): 57-63.

不同氮肥管理模式对烤烟产量、品质形成和 氮肥利用率的影响

李超¹, 林建委², 曾繁东², 邵兰军², 李福君², 周立非², 冯娟¹, 张维祥³, 陈华勇³,
陈建军¹, 邓世媛¹, 蔡一霞¹, 王维¹

(1 华南农业大学农学院, 广东 广州 510642; 2 广东中烟工业有限责任公司,
广东 广州 510610; 3 广东省烟草公司梅州市公司, 广东 梅州 514028)

摘要:【目的】为解决烤烟生产过程中存在的氮肥利用率低和不合理的施肥技术带来的烟叶品质下降等问题。【方法】以云烟 87 为材料, 在梅州地区开展了氮肥实时实地管理技术(Real time nitrogen management, RTNM)的田间应用, 以农户习惯施肥(CK2)和不施肥(CK1)为对照, 其中 RTNM 模式设置了 2 个 SPAD(Soil and Plant Analyzer Development)预设值 40(S40)和 43(S43), 比较了不同模式下烤烟的农艺性状、氮肥利用率及烟叶产量、品质。【结果和结论】与 CK2 相比, RTNM 模式下烟株中、上部叶的叶面积均较农户习惯施肥模式处理增加, 其他农艺性状无显著性变化。RTNM 模式显著提高了氮肥的利用率, S40 和 S43 处理氮肥的吸收利用率较 CK2 分别提高了 48.74% 和 45.42%。RTNM 模式下烟叶产量、产值与 CK2 相比均有显著性增加, 其中 S43 处理的烤烟产量与产值均为最高。表明在梅州大埔地区应用 RTNM 施肥模式, 可有效提高氮肥的利用率, 结合当地的生产实际, 在梅州烟区应用推广 SPAD 值为 43 的 RTNM 模式可获得最大的产量和产值。

关键词: 烤烟; 氮肥管理模式; 氮肥利用率; 产量; 品质

中图分类号: S512

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2014)05-0057-07

Effects of different nutrient management models on the formation of yield, quality and nitrogen use efficiency of flue-cured tobacco

LI Chao¹, LIN Jianwei², ZENG Fandong², SHAO Lanjun², LI Fujun², ZHOU Lifei², FENG Juan¹,
ZHANG Weixiang³, CHEN Huayong³, CHEN Jianjun¹, DENG Shiyuan¹, CAI Yixia¹, WANG Wei¹

(1 College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2 China Tobacco Guangdong Industrial Co. Ltd., Guangzhou 510610, China;

3 Meizhou Tobacco Company Ltd., Guangzhou, Meizhou 514028, China)

Abstract:【Objective】In order to solve the problems existing in the production of flue-cured tobacco about low nitrogen use efficiency (NUE) and inferior quality of flue-cured tobacco by unreasonable fertilizing technology. 【Method】A variety (Yunyan87) was used as a material in the field experiment. The technology of real time nitrogen management (RTNM) was applied in Meizhou. Two application modes of fertilizer (S40 and S43) based on SPAD(Soil and Plant Analyzer Development) value, the conventional application of fertilizer by farmer (CK2) and no fertilizer (CK1) were designed to study the influences of different application modes of fertilizer on the agronomic traits, nitrogen use efficiency (NUC), yield and

收稿日期: 2013-12-02 优先出版时间: 2014-07-17

优先出版网址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20140717.0908.020.html>

作者简介: 李超(1988—), 男, 硕士研究生; 通信作者: 王维(1972—), 男, 副教授, 博士, E-mail: wangwei@scau.edu.cn;

蔡一霞(1976—), 女, 副教授, 博士, E-mail: caiyixia@scau.edu.cn

基金项目: 广东中烟工业有限责任公司资助项目(粤烟工 05XM-QK[2011021]); 广东中烟工业有限责任公司基地单元建设项目(粤烟工 15-JD[2013]-032); 广东省烟草专卖局(公司)资助项目(粤烟科[2011]6号); 中国烟草总公司科技面上项目([2011]151号)

quality. 【Result and conclusion】 The areas of the middle and upper leaves increased by adopting RTNM, and the other agronomic traits had no significant differences compared with CK2. The NUE was elevated obviously under RTNM, and the absorption of nitrogen of S40 and S43 increased by 48.74% and 45.42% compared with CK2, respectively. The yield and output value of tobacco leaf under RTNM increased more than those of CK2 and S43 achieved the highest yield and output value of tobacco leaf. Results indicated that, compared with the conventional application of fertilizer by farmer, RTNM could enhance high yield and output value of flue-cured tobacco and improve utilization rate of nitrogen fertilizer. Therefore, RTNM, especially based 43, is effective in practice and good for popularization at Meizhou Guangdong production area according the local condition.

Key words: flue-cured tobacco; nutrient management modes; nitrogen use efficiency; yield; quality

烤烟作为一种重要的经济作物,合理的施肥技术是烤烟获得优质高产的重要保障^[1-2]. 氮素是烤烟生长发育最重要的营养元素之一,不仅影响烤烟烟叶生长发育和烟叶产量、品质^[3-4],而且对烟株生长和内部生理生化代谢都有十分重要的作用^[5]. SPAD 仪是一种新型便携式测定仪器,能够快速、简便、无损伤地诊断作物的氮营养状况,并能够根据田间作物生长的情况实时实地地提供追肥信息^[6-7]. 2008—2010 年华南农业大学烟草研究室在广东省韶关烟区对烤烟叶片 SPAD 值与叶绿素、全氮含量关系以及实施效果曾作过系统的研究,并提出 SPAD 值在 40.5 和 43.0 时,烤烟能获得最优产量和品质^[8-9]. 据估计,世界氮肥的利用率平均在 40%~60%,而我国的仅为 30%~35%^[10],在南方一些省区由于植烟季节雨水较多,氮肥流失严重,烤烟氮的利用率更低,仅为 20% 左右^[11],这些问题引起了人们对烤烟氮肥利用率的高度关注. 鉴于广东省梅州烟区存在着过高施氮和过迟追肥等不合理的施肥技术导致的肥料利用率偏低的问题,考虑到不同的生态环境条件及不同的烤烟品种可能会对烤烟产量及肥料的利用率产生影响^[12],2011—2012 年在梅州大埔烟区以烤烟品种云烟 87 为材料,通过 SPAD 仪推广应用氮肥实时实地管理技术,以农户习惯施肥模式为对照,探讨在烤烟产量和品质不下降或有提高的情况下,减少氮肥使用量、提高氮肥利用效率的可行性,以期当地烟区烤烟生长提供科学氮素施肥管理模式.

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2011—2012 年在广东省梅州市大埔烟区进行,以云烟 87 为供试品种. 选择地面平整的田块进行试验,前茬作物为水稻,土壤类型为沙泥田,土壤基本理化性状为 pH 4.93、 $w(\text{有机质})$ 1.34%、

$w(\text{全氮})$ 0.11%、 $w(\text{全磷})$ 0.04%、 $w(\text{全钾})$ 0.98%、速效氮 89.83 mg·kg⁻¹、有效磷 23.92 mg·kg⁻¹、有效钾 60.54 mg·kg⁻¹.

1.2 试验设计

试验设全生育期不施氮(CK1)、农户习惯施肥模式(CK2)和基于 SPAD 值为 40(S40)、43(S43)的 2 种实时氮肥管理(RTNM)模式,共计 4 个处理. 每个处理重复 3 次,共 12 个小区,随机区组排列,四周设置保护行. 试验田面积 0.133 hm²,按 15 000 株·hm⁻² 烟株种植密度移栽.

CK2 肥源为:基肥用烟草专用肥(N、P₂O₅、K₂O 质量分数分别为 12%、10%、14%);追肥为烟草专用肥(N、P₂O₅、K₂O 质量分数分别为 12%、10%、14%)和硝酸钾(N、K₂O 质量分数分别为 13.5%、44.5%).

RTNM 模式下肥源为:尿素 [$w(\text{N})$ 46.4%]、硝酸钾 [$w(\text{N})$ 13.5%、 $w(\text{K}_2\text{O})$ 44.5%]、过磷酸钙 [$w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 12%] 和硫酸钾 [$w(\text{K}_2\text{O})$ 50%]. 用尿素和硝酸钾将 RTNM 模式下的氮磷钾的配比调至与 CK2 氮磷钾的配比相一致,其中基肥只施用过磷酸钙和硫酸钾.

各处理氮肥的施用量和施用时期如表 1 所示. RTNM 模式下,于移栽后第 17—52 天期间,每 7 d 用 SPAD-502 测定 1 次各处理烟株的 SPAD 值,测定部位为从顶部往下第 3 片完全展开叶的中部^[12]. 每小区选 10 株长势一致的烟株进行测定,然后依据 3 个重复小区的 SPAD 测定值的平均值与预设 SPAD 施肥阈值比较,决定各时期是否施肥和追肥用量,当 SPAD 测定值的平均值小于预设 SPAD 施肥阈值时追施氮肥,否则不施氮肥. 在移栽后第 17—52 天期间,S40 处理如果 SPAD 小于 40,追施纯氮 25 kg·hm⁻²;S43 处理如果 SPAD 小于 43,追施纯氮 30 kg·hm⁻²;移栽后第 52 天时,各处理 SPAD 测定值小于预设 SPAD 阈值时,追施纯氮 20 kg·hm⁻²,否则不施氮.

表 1 各处理氮肥施用量及施用时期¹⁾

Tab.1 The amount and time of nitrogenous fertilizer in all treatments

kg · hm⁻²

处理	基肥	移栽后不同时间追肥量							总施氮量
		17 d	24 d	31 d	38 d	45 d	52 d	80 d	
CK1	—	—	—	—	—	—	—	—	0
CK2	90	—	—	36	—	—	—	25	151
S40	—	25	25	—	25	—	25	—	100
S43	—	30	30	—	30	—	30	—	120

1)“—”代表不施肥或不追肥。

1.3 农艺性状及烟叶主要化学成分测定

打顶后测定各处理烟株的株高、茎围、有效叶数、叶面积,测定方法参照 YC/T 142^[13],其中叶面积的计算参照瞿天镇等^[14]的方法,叶面积 = 长 × 宽 × 0.634 5。

于移栽后第 30、45、60、75、90 天取烟株的中部烟叶和第 45、60、75、90、105 天取烟株的上部烟叶,参照王瑞新^[15]的方法测定烟叶的总糖、淀粉、全氮、烟碱含量;取 C3F 和 B2F 测定烤后烟叶的主要化学成分。

1.4 氮肥利用率与经济性状测定

各处理随机取生长一致的 15 株烟株,按生育进程采集根、茎、叶(成熟 1 片采 1 片)、顶和腋芽等,于烘箱中 105 ℃ 杀青 30 min,转入 80 ℃ 烘干、称质量,用于氮含量测定.参照彭少兵等^[16]的方法计算肥料利用率。

氮积累总量 = 单位面积植株地上部分(叶、茎和腋芽)氮素积累量的总和;

氮收获指数 = 烟叶吸氮量/植株总吸氮量;

氮肥烟叶生产效率 = 单位面积烟叶产量/单位面积植株氮素积累总量;

氮肥偏生产力 = 施氮区产量/施氮量;

氮肥生理利用率 = (施氮区产量 - 空白区产量) / (施氮区地上部分含氮量 - 空白区地上部含氮量);

氮肥吸收利用率 = (施氮区地上部分含氮量 - 空白区地上部含氮量) / 施氮量 × 100% ;

氮肥农学利用率 = (施氮区产量 - 空白区产量) / 施氮量。

烟叶按小区单独采收,分开挂竿烘烤,按国家烟叶分级标准 GB2635—92^[17]进行分级和测产,计算烟叶产量、产值和上中等烟叶比例。

1.5 数据分析

采用 Excel2010 和 SPSS17.0 进行数据处理和统计分析,按 Duncan's 进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同施肥模式对烤烟主要农艺性状的影响

由表 2 可知,RTNM 模式与农户习惯施肥方式的株高、茎围、有效叶数间无显著差异;而 RTNM 模式下中部叶及上部叶的叶面积均较农户习惯施肥模式增加,其中 S43 中部叶叶面积显著增加。

表 2 打顶后各处理烟株农艺性状的比较¹⁾

Tab.2 Comparison of agriculture characters of tobacco in all treatments after topping

处理	株高/cm	茎围/cm	有效叶数/片	中部叶面积/cm ²	上部叶面积/cm ²
CK1	36.00 ± 2.54b	4.62 ± 0.11b	14.67 ± 0.58b	277.46 ± 13.47c	200.95 ± 16.56b
CK2	108.12 ± 2.17a	9.75 ± 0.13a	20.33 ± 0.58a	998.34 ± 42.42b	747.86 ± 50.52a
S40	105.40 ± 2.32a	9.73 ± 0.15a	20.00 ± 0.00a	1106.27 ± 36.26b	835.64 ± 31.42a
S43	106.70 ± 1.32a	10.05 ± 0.17a	20.00 ± 0.58a	1282.96 ± 47.88a	860.17 ± 57.45a

1) 表中数据为平均值 ± 标准误,同列数据后凡是有一个相同字母者表示差异不显著(P > 0.05, Duncan's 法)。

2.2 烤烟主要化学成分的动态变化

2.2.1 烟株中部叶、上部叶的化学成分 由图 1A 可以看出,CK1 处理的中部叶总糖含量在移栽后第 30—45 天表现为上升趋势,第 45 天后迅速降低,至移栽后第 60 天最低,随后增加. CK2、S40、S43 各处理的中部叶总糖含量却表现出先下降(移栽后第

30—60 天)后上升(移栽后第 60—90 天)的趋势. 各处理中部叶总糖含量均在现蕾期最低,同一生育时期各处理总糖含量的变化表现为 CK1 > CK2 > S40 > S43. 由图 1a 可知,上部叶的总糖含量动态变化与中部叶表现的趋势不同,移栽后第 45—90 天其含量呈逐渐上升趋势,移栽后第 90 天各处理总糖含量达到

最高值,随后降低.

由图1B可知,各处理中部叶淀粉含量在移栽后第60—90天呈上升趋势,到第90天达最大值,各处

理中部叶淀粉含量表现为 CK1 > CK2 > S40 > S43. 由图1b知上部叶 CK1 与 CK2 的变化规律是下降 - 上升 - 下降的过程, S40与S43则是上升 - 下降 - 上

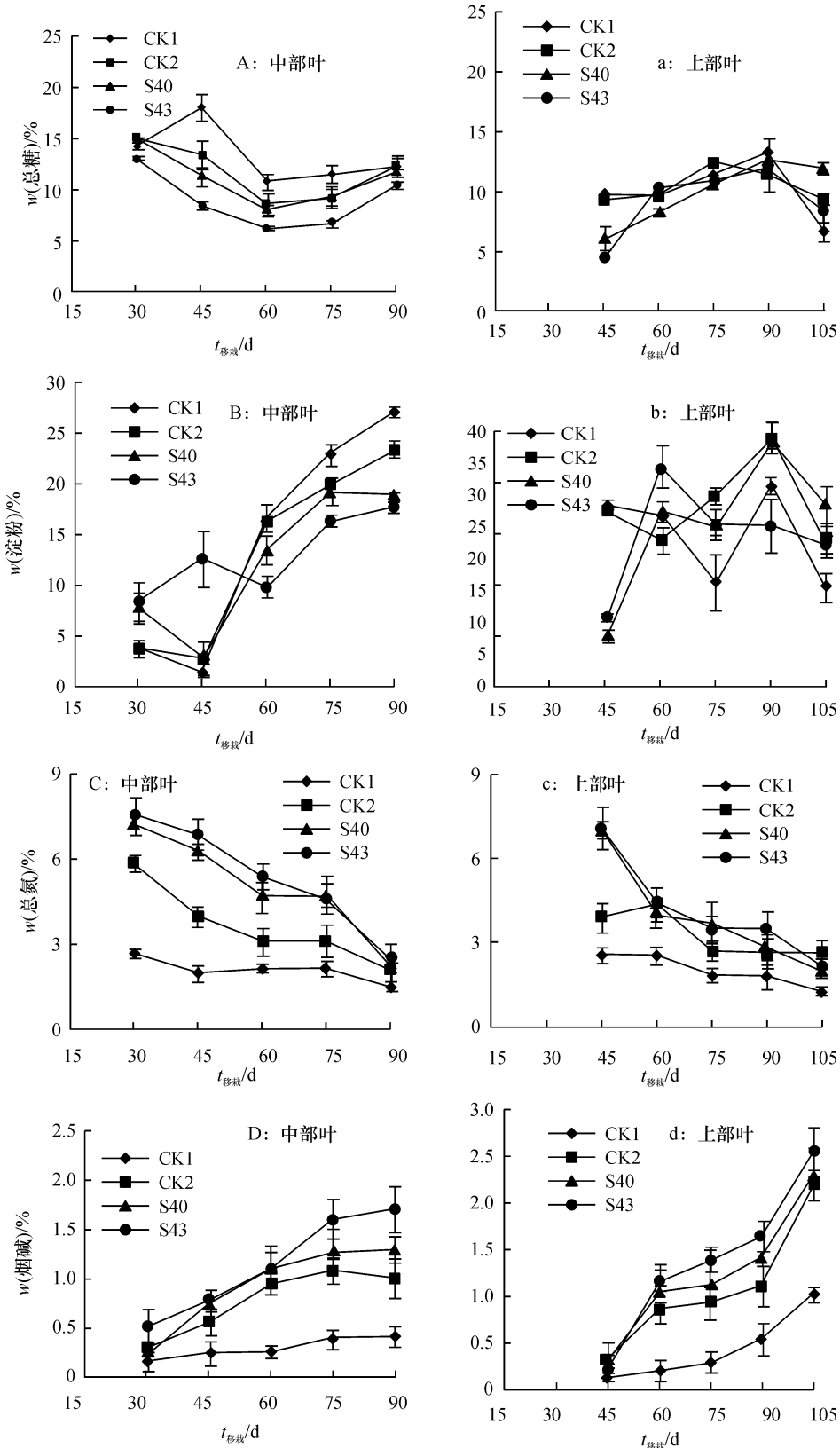


图1 烟株中部叶和上部叶总糖、淀粉、全氮和烟碱含量的动态变化

Fig. 1 Dynamic changes of total sugar, starch, total nitrogen and nicotine contents in the middle and upper leaves of tobacco

升-下降的过程,不同处理之间没有明显的变化趋势. S40 和 S43 在前期升高,CK1 与 CK2 在前期下降,这可能是因为前者的氮含量高,氮代谢向碳代谢转化有关,后者反之.

由图 1C 和 1c 可以看出,中、上部叶全氮含量在生育期中都是逐渐下降的,同一时期不同处理中部叶总氮含量 S43 > S40 > CK2 > CK1,究其原因可能是 S43 和 S40 处理是基于 SPAD 仪进行指导施肥的, N 损失比较少,大部分都可以被烤烟吸收;而上部叶在移栽后第 105 天时,CK2 处理的总氮含量高于 S43 和 S40,这可能与 CK2 处理在移栽后第 80 天时追施 KNO₃ 有关.

由图 1D 和 1d 可以看出,中、上部叶烟碱含量呈相同的变化规律,在整个生育期过程中都是增加的. 从同一时间来看,各处理烟碱的含量变化是 S43 > S40 > CK2 > CK1;从不同的部位上来看,从移栽后第 60 天开始表现为上部叶烟碱含量 > 中部叶烟碱含量;从变化趋势来看,上部叶烟碱从移栽后第 60 天开始到成熟期

烟碱含量增加比较快,在移栽后第 60—75 天之间变化比较缓慢,中部烟叶在移栽后前 60 d 增加趋势比较明显,之后烟碱含量增加相对较缓慢.

2.2.2 烤后烟叶的主要化学成分 由表 3 可知,各处理 C3F、B2F 的烤后烟叶烟碱含量、全氮含量差异明显,RTNM 模式下淀粉含量和糖碱比明显降低,烟碱和全氮含量则显著提高,CK1 处理 C3F、B2F 的烟碱的含量均低于优质烟叶烟碱含量的标准 [$w(\text{烟碱}) = 1.5\%$]. RTNM 模式下,S40 处理 C3F 的总糖和还原糖含量与 CK2 间无显著差异,但 S43 处理 C3F 和 B2F 的总糖和还原糖含量均显著低于 CK2. 烟叶的化学成分能影响烟气特性,因而烟叶的化学成分可以作为烟叶品质的鉴定指标^[18],根据目前国际型优质烟叶开发项目对烟叶总体化学成分指标要求^[19]可知,本试验条件下,S40 处理的烟叶品质最好,CK1 最差,S43 比 CK2 要略好. 这说明与农户习惯施肥方式相比较,RTNM 模式可使烤后烟叶的化学成分变得较为协调,烟叶的内在品质得以改善.

表 3 不同施肥模式对烤后烟叶化学成分的影响¹⁾

Tab. 3 Effects of different application of fertilizer on chemical components of flue-cured tobacco

部位	处理	$w(\text{淀粉})/\%$	$w(\text{总糖})/\%$	$w(\text{还原糖})/\%$	$w(\text{全氮})/\%$	$w(\text{烟碱})/\%$	$w(\text{总糖})/$ $w(\text{烟碱})$	$w(\text{全氮})/$ $w(\text{烟碱})$
C3F	CK1	5.48 ± 0.21a	24.41 ± 0.28ab	20.98 ± 0.24b	1.50 ± 0.09d	0.50 ± 0.00d	48.82a	3.16a
	CK2	5.25 ± 0.02ab	26.81 ± 0.96a	24.10 ± 0.98a	2.01 ± 0.05c	1.67 ± 0.01c	16.05b	1.20b
	S40	4.75 ± 0.07b	24.31 ± 0.91ab	23.39 ± 0.86a	2.16 ± 0.03b	2.16 ± 0.04b	11.25c	1.00c
	S43	4.67 ± 0.04b	22.58 ± 1.03b	18.96 ± 0.39b	2.42 ± 0.04a	2.52 ± 0.03a	8.96d	0.96c
B2F	CK1	6.37 ± 0.43a	19.47 ± 0.28b	18.25 ± 0.16b	1.60 ± 0.01d	1.14 ± 0.02d	17.08a	1.40a
	CK2	5.98 ± 0.10a	26.06 ± 1.70a	24.02 ± 0.18a	2.08 ± 0.02c	2.83 ± 0.01c	9.21b	0.73b
	S40	4.56 ± 0.17b	20.73 ± 0.50b	18.88 ± 0.15b	2.35 ± 0.03b	3.11 ± 0.08b	8.10c	0.76b
	S43	4.45 ± 0.02b	19.34 ± 0.73b	18.22 ± 0.37b	2.61 ± 0.04a	3.53 ± 0.07a	5.48d	0.74b

1) 表中数据为平均值 ± 标准误,相同部位同列数据后凡是有一个小写相同字母者表示差异不显著($P > 0.05$, Duncan's 法).

2.3 不同施肥模式下氮肥利用率比较

由表 4 可知,与不施氮(CK1)相比,农户习惯施肥(CK2)和 RTNM 模式下各处理的氮素积累量均有显著提高. RTNM 模式下,除 S40 处理氮素积累量与 CK2 差异不显著外,其他各氮素指标如氮收获指数、氮素烟叶生产效率、氮肥偏生产力、氮肥生理利用率、氮肥吸收利用率及氮肥农学利用率等均比 CK2 显著提高. RTNM 模式下氮肥的吸收利用率分别达到了 52.94% (S40) 和 51.80% (S43),比 CK2 分别提高了 48.74% 和 45.42%;氮肥农学利用率分别比 CK2 提高了 79.89% 和 87.75%. RT-

NM 模式下,S43 除了氮收获指数和氮肥吸收利用率比 S40 低外,其他的氮素利用率指标都较 S40 高,且氮素积累量和氮肥生理利用效率都达到了显著性差异.

2.4 不同施肥模式下经济性状比较

从表 5 可以看出,不同施肥模式下烟叶的产量和产值间差异显著,S43 处理的产量和产值最大,S40 其次,CK2、CK1 最小,其中 S43 的产量和产值分别比当地生产水平增加约 28.32% 和 37.60%. 此外,在 S40 处理的中上等烟的比例最高,达到 97.58%.

表4 不同施肥模式下氮肥利用效率比较¹⁾

Tab. 4 Comparisons of fertilizer-nitrogen use efficiency among the different application of fertilizer

处理	氮素积累量/ (kg · hm ⁻²)	氮收获 指数	氮素烟叶生产 效率/(kg · kg ⁻¹)	氮肥偏生产力/ (kg · kg ⁻¹)	氮肥生理利用 率/(kg · kg ⁻¹)	氮肥吸收 利用率/%	氮肥农学利用 率/(kg · kg ⁻¹)
CK1	11.32c	0.66a	40.40b				
CK2	65.14b	0.57c	35.60c	15.99b	34.59c	35.62b	12.33b
S40	64.26b	0.64a	41.63ab	26.75a	41.90b	52.94a	22.18a
S43	73.48a	0.61b	44.03a	26.96a	44.69a	51.80a	23.15a

1) 表中数据为平均值 ± 标准误, 同列数据后凡是有一个相同小写字母者表示差异不显著 ($P > 0.05$, Duncan's 法).

表5 不同施肥模式下烤烟的产量与产值¹⁾

Tab. 5 The yield and output value of flue-cured tobacco under different application of fertilizer

处理	产量/(kg · hm ⁻²)	产值/(元 · hm ⁻²)	均价/(元 · kg ⁻¹)	上等烟比例/%	中上等烟比例/%
CK1	457.05 ± 39.90d	6 014.29 ± 91.30d	13.51 ± 0.69d	8.23 ± 1.31c	49.08 ± 1.70c
CK2	2 319.16 ± 18.30c	40 197.78 ± 284.15c	17.82 ± 0.80c	42.33 ± 0.97b	92.40 ± 0.91b
S40	2 675.25 ± 16.50b	54 627.83 ± 483.95b	20.72 ± 0.60a	44.98 ± 0.52a	97.58 ± 1.89a
S43	3 235.35 ± 79.35a	64 415.07 ± 207.67a	19.90 ± 0.40b	42.67 ± 1.05b	92.45 ± 3.01b

1) 表中数据为平均值 ± 标准误, 同列数据后凡是有一个相同小写字母者表示差异不显著 ($P > 0.05$, Duncan's 法).

3 讨论与结论

3.1 不同施肥模式下含氮化合物及碳水化合物的变化

本试验条件下, 对生育期烟叶化学成分分析的结果表明, 不同施肥模式的上中部叶总氮含量均呈下降趋势, 烟碱含量呈现相反趋势, 即随生育期不断上升, 上部叶在打顶期(移栽后第60天)之后迅速增加, 这一结果与前人的研究结果^[20]基本一致; 中部叶淀粉及总糖变化总趋势都是先下降后上升的过程, 上部叶淀粉和总糖变化趋势都是先上升后下降的过程, 这说明在本试验条件下, 2种施肥模式对烟叶含氮化合物和碳水化合物动态变化的趋势影响是一致的. 但各处理烟叶的含氮化合物和碳水化合物含量间存在差异, 这可能与各处理的施氮量和施氮时期不同有关. 试验还发现当烟叶含氮化合物含量低时其含碳化合物含量表现恰好相反, 这与胡国松^[21]研究结果基本一致, 在一定范围内, 烟叶内总氮和烟碱含量高时, 还原糖和糖碱比呈线性降低. 这可能与烤烟的碳氮代谢转换有关, 当氮含量低时, 氮代谢向碳代谢转化比较快, 相应的碳化合物含量也会高^[22].

3.2 不同施肥模式对烤后烟叶化学成分的影响

烟叶的内在品质由其自身的各种化学成分含量及其比例的协调性决定的, 总糖、还原糖、烟碱、总氮等化合物是体现烟叶内在品质的重要化学指标^[23]. 有研究表明, 在一定范围内, 烤烟的含糖量与评吸品质呈正相关, 过高或过低均会对烟气产生不良影响^[2, 24]. 本试验结果表明, RTNM 模式下 S40 处理的烟叶化合物含量及化合物比例与国际型优质烟叶化

学成分指标最为接近, 品质最好, S43 处理其次, 且均优于农户习惯性施肥模式, 这说明通过 RTNM 施肥模式能够使烤后烟叶的化学成分变得较为协调, 烟叶的内在品质得以改善.

3.3 不同施肥模式对肥料利用率及烤烟产质量的影响

本试验结果表明: 与农户习惯施肥模式相比较, 基于 SPAD 仪的 RTNM 模式对烤烟的株高、茎围、有效叶数没有显著影响, 但 RTNM 模式下的叶面积增加, 烟叶化学成分较协调, 产量、产值均得到了提高, S43 的产量和产值分别比当地生产水平增长约 28.32% 和 37.60%. 这说明广东梅州烟区在减少用肥的情况下, 通过 RTNM 模式施肥能获得更高的产量与产值, 究其原因可能存在以下的因素: 一方面可能与肥料的利用率有关. RTNM 模式下烟株的肥料利用率(除了 S40 的氮素积累量外)的各个指标均比农户习惯施肥的高, 氮肥的吸收利用率超过 50%, 比农户习惯施肥均有显著提高, 而且氮肥农学利用率分别比农户习惯施肥模式提高了 79.89% (S40) 和 87.75% (S43), 这与我们前期的研究结果^[8-9]相一致, 基于 SPAD 仪的精准施肥有利于提高烤烟的产量、品质和烟田肥料利用率. 二是可能与当地生态环境条件密切相关. 在试验过程中, 观察到在烟株生育中前期(移栽前后 60 d 中有 29 d 是雨天)试验地区雨水较多, 导致了基施肥料大量流失, 致使农户惯用施肥的肥料利用率和烤烟产质量较低. 左天觉等^[25]曾发现不同地区的烤烟生产, 由于土壤、气温、降水等生态因子的地区差异, 施氮量也不相同; 路永宪等^[5]研究也表明不同地区的生态环境如海拔、降雨

量、土壤养分含量等因素均可对烟草产质量产生影响。另外,还可能与供试品种有关系。在广东,陕南,云南等一些烟区均发现云烟87的产量和品质均较K326的高且需肥量大^[26-28];张艳等^[29]研究发现,K326对氮肥的吸收利用主要集中在移栽后第60—90天,而云烟87对氮肥的利用主要集中在移栽后第30—60天。结合本试验研究结果,这也是氮肥追施时云烟87的产量及氮肥利用率均较我们前期研究^[8-9]要高的主要原因。鉴于以上分析可知,广东梅州烟区应用RTNM模式可以显著地增加氮肥的利用率,减少肥料的施用量,避免因过量施肥带来的环境污染,而且当SPAD值为40时,中上等烟的比例最高,SPAD值为43时,产量和产值均是最高。

3.4 结论

本研究通过对烤烟的农艺性状、生育期和烤后烟叶化学物质含量、烤烟产量、产值及氮肥利用率等指标分析,结果表明在广东梅州烟区应用RTNM施肥模式,不仅能够较为准确地实时监测田间烟株体内氮素营养状况,及时施用氮肥,为烤烟的种植提供科学指导,减少田间农户施肥的不合理性,有效提高氮肥的利用率,而且当SPAD值为40时能获得最好的品质,设为43时烤烟能获得最大的产量与产值。考虑产量与产值的优势,再结合当地的生产实际,认为在梅州烟区应用推广RTNM模式时SPAD值预设为43时较为适宜。

参考文献:

- [1] RAO J, RAMACHANDRAM D, BABU M S. Effect of nitrogen and potassium levels on the yield and quality of flue-cured tobacco[J]. *Tob Res*, 1998, 24(1): 15-21.
- [2] 习向银. 烟碱氮素来源和供氮对烤烟生长、氮素吸收、烟碱含量的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [3] HAWKS S N, COLLINS W K Jr. Principles of flue-cured tobacco production[M]. NC, USA: NC State University, 1983.
- [4] 晁逢春. 氮对烤烟生长及烟叶品质的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2003.
- [5] 路永宪, 陶带, 秦燕青, 等. 我国烤烟生产中的氮素管理及其与烟叶品质的关系[J]. *植物营养与肥料学报*, 2007, 13(2): 331-337.
- [6] PENG S, GARCIA F V, LAZA R C, et al. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration[J]. *Agron J*, 1993, 85(5): 987-990.
- [7] 裴正军, 何勇, 方慧. 应用SPAD和光谱技术研究油菜生长期间的氮素变化规律[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(7): 150-154.
- [8] 贺广生, 文俊, 叶为民, 等. 基于SPAD值的田间氮肥管

理模式对烤烟产质量及氮肥利用率的影响[J]. *烟草科技*, 2010(3): 51-55.

- [9] 王维, 陈建军, 吕永华, 等. 烤烟氮素营养诊断及精准施肥模式研究[J]. *农业工程学报*, 2012, 28(9): 77-84.
- [10] 孙传范, 曹卫星, 戴廷波. 土壤-作物系统中氮肥利用率的研究进展[J]. *土壤*, 2001, 33(2): 64-69.
- [11] 宋国茵, 杨献营, 潘吉焕. 我国烤烟施肥现状、存在问题及对策[J]. *中国烟草科学*, 1998, 19(4): 32-34.
- [12] 周金仙. 不同生态条件下烟草品种产量与品质的变化[J]. *烟草科技*, 2005(9): 32-35.
- [13] 国家烟草专卖局. YC/T 142—2010 烟草农艺性状调查测量方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [14] 訾天镇, 郭月清. 烟草栽培[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1985.
- [15] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [16] 彭少兵, 黄见良, 钟旭华, 等. 提高中国稻田氮肥利用率的研究策略[J]. *中国农业科学*, 2002, 35(9): 1095-1103.
- [17] 中国国家烟草专卖局. GB2635—92 烤烟[S]. 北京: 中国标准出版社, 1992.
- [18] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [19] 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.
- [20] 孙立娟, 李虎林, 金哲, 等. 烤烟田间不同生育期主要化学成分的变化[J]. *中国烟草科学*, 2009, 41(1): 46-49.
- [21] 胡国松. 烤烟营养原理[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [22] 樊武广, 王振海, 牛书金, 等. 不同氮源对烤烟碳氮代谢关键酶和化学成分的影响[J]. *江西农业学报*, 2012, 24(10): 50-52.
- [23] 黄中艳, 王树会, 朱勇, 等. 云南烤烟5项化学成分含量与其环境生态要素的关系[J]. *中国农业气象*, 2007, 28(3): 312-317.
- [24] 文大荣, 吴玉萍, 陈萍, 等. 云南烤烟不同品种和产区还原糖的差异分析[J]. *西南农业学报*, 2010, 23(2): 340-343.
- [25] 左天觉, 朱尊权. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海: 上海远东出版社, 1993.
- [26] 罗战勇, 郑荣豪, 李淑玲, 等. 烤烟新品种云烟87在广东的种植表现及栽培技术[J]. *广东农业科学*, 2006(12): 28-29.
- [27] 王健强, 张立新, 王进录, 等. 我国烤烟主栽品种在陕南烟区的农艺适应性和品质差异研究[J]. *中国烟草科学*, 2011, 32(1): 39-42.
- [28] 尚志强, 冀浩, 张晓海, 等. 不同烤烟品种在云南景东的适应性研究[J]. *中国农学通报*, 2013, 29(10): 114-118.
- [29] 张艳, 赵丽华, 夏茜, 等. 不同品种烤烟营养特性与土壤养分供应研究[J]. *安徽农业科学*, 2013, 41(1): 55-58.

【责任编辑 周志红】