

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.09.004

# 施氮量和留叶数对烤烟 K326 碳代谢和品质的影响<sup>①</sup>

甄安忠<sup>1</sup>, 何文高<sup>1</sup>, 陈懿<sup>2</sup>, 陈伟<sup>2</sup>,  
陈波<sup>1</sup>, 宗学风<sup>1</sup>, 吕俊<sup>1</sup>, 王三根<sup>1</sup>

1. 西南大学农学与生物科技学院/南方山地农业教育部工程研究中心, 重庆 400715;
2. 贵州省烟草科学研究院, 贵阳 550081

**摘要:** 研究不同施氮量和留叶数对烤烟 K326 碳代谢和产质量的影响, 施氮量 3 个水平(4 kg/667 m<sup>2</sup>, 8 kg/667 m<sup>2</sup> 和 12 kg/667 m<sup>2</sup>), 留叶数 3 个水平(14 片/株、18 片/株和 22 片/株), 两因素采用裂区设计, 共有 9 个处理. 研究表明, 施氮量对碳代谢关键酶淀粉酶和蔗糖磷酸合成酶活力影响都达到显著水平, 留叶数对蔗糖磷酸合成酶影响达到极显著水平, 两者交互作用对蔗糖磷酸合成酶活力达到极显著水平. 化学成分方面, 在施氮量为 4 kg/667 m<sup>2</sup>~8 kg/667 m<sup>2</sup>、留叶数为 14~18 片/株变化显著, 在高氮水平和高留叶数水平时变化不显著. 施氮量为 8 kg/667 m<sup>2</sup>, 留叶数为 18~22 片/株的处理田间长势和上等烟率均高, 经济效益最好.

**关键词:** 施氮量; 留叶数; 淀粉酶; 蔗糖磷酸合成酶; 化学成分; 经济性状

中图分类号: S572

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2016)09-0020-06

植物生长离不开外界环境的影响, 通过栽培措施可以调节环境条件, 使之达到适宜作物生长的要求. 烤烟是一种重要的经济作物, 在我国经济发展中发挥着重要作用, 研究提高烤烟产量和质量的调控方法有重要意义<sup>[1]</sup>. 碳代谢是烟草植株最基本的代谢过程, 为植株生长发育提供物质和能源, 植株体内所有代谢物质的合成、转化与分配都与碳代谢有关, 与烤烟的产量和质量也有密切关系<sup>[2]</sup>. 在碳代谢过程中, 各种酶活性的变化起着调节作用, 因此探讨碳代谢中酶活性变化规律对烟草产量和品质的形成有重要意义<sup>[3]</sup>. 有研究表明, 氮素在烤烟生产过程中是影响烟叶产量和品质的重要营养元素<sup>[4]</sup>. 氮肥的正确使用是形成优质烟叶的关键, 能合理地调控烟株营养状况, 提高产量和改善质量<sup>[5]</sup>. 留叶数的多少在烟株生长过程中会影响营养物质的合成与分配, 是“源一库”关系的集中体现. 有资料显示, 留叶数多少与烤烟产量和质量也有很大的相关性<sup>[6-7]</sup>. 我国目前的烤烟生产中普遍存在氮肥的不合理利用, 造成肥料利用率低和浪费现象, 直接影响烟叶的产量和质量<sup>[5]</sup>. 烟农也往往为了提高产量而增加留叶数, 导致烟叶品质下降. 本实验针对此问题探讨合理的氮肥使用量及留叶数与产量和品质的关系.

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

供试品种为从美国引进的全国推广品种烤烟 K326. 田间实验在贵阳市开阳县龙岗镇贵州省烟草科学

① 收稿日期: 2015-05-17

基金项目: 国家烟草专卖局重大专项(Ts-02-20110015); 云南烟草专卖局科技项目(20BYN37); 贵州特色烟叶的生态基础、突显技术研究与示范(110200902064); 高等学校学科创新引智计划资助(B12006).

作者简介: 甄安忠(1988-), 男, 山西长治人, 硕士, 主要从事植物生理生化研究.

研究院实验基地进行. 实验地经度为  $107^{\circ}06'$ , 纬度  $26^{\circ}52'$ , 海拔 1 078 m. 供试土壤类型为黄壤, 肥力中等, 烤烟生长正常, 无病虫害或有零星病害发生.

## 1.2 实验方法

实验采用裂区设计, 施氮量为主区, 设 A1(纯氮 4 kg/667 m<sup>2</sup>)、A2(纯氮 8 kg/667 m<sup>2</sup>)、A3(纯氮 12 kg/667 m<sup>2</sup>)共 3 个水平. 留叶数为副区, 设 B1(14 片/株)、B2(18 片/株)、B3(22 片/株)共 3 个水平. 一共 9 个处理, 重复 3 次, 实验地四周设保护行. 小区植烟 60 株, 行距 1.1 m, 株距 0.6 m, 田间管理按优质烟叶标准化生产管理进行<sup>[8-9]</sup>.

采用无机施肥的方法, 无机肥的基追肥比按 6 : 4 进行, 将 60% 纯氮的烤烟专用复合基肥, 栽前作底肥施用, 移栽后 20 d 再一次性窝施约 40% 纯氮的烤烟专用追肥, 要求肥料定量到株. 留叶数为 22 片的处理, 当 50% 烟株达中心花开放期一次性打顶. 其余处理要求足叶打顶, 够处理有效留叶数后, 再向上长出的叶片最大叶在 15~20 cm 时, 打去上部多余叶片, 防止损伤留下的叶片. 打顶后及时抹芽, 可用抑芽剂抑芽. 对以上未提及的烤烟生产措施则按当地特色优质烟叶生产规范进行操作.

## 1.3 实验测定指标与方法

### 1.3.1 淀粉酶和蔗糖磷酸合成酶的测定

在移栽后 60 d、75 d 和 90 d, 各处理取 2 片中部叶(B1: 7 叶位、B2: 9 叶位、B3: 11 叶位), 液氮速冻后置于  $-80^{\circ}\text{C}$  的冰箱中保存供酶活性测定. 淀粉酶和蔗糖磷酸合成酶活力的测定采用南京建成生物工程研究所生产的测定试剂盒附带说明书的方法. 每个指标 3 次重复.

### 1.3.2 中部烟叶化学成分测定

选择烘烤成色较好的烟叶样品在  $40^{\circ}\text{C}$  烘干、粉碎并混合. 过 60 目筛后测定烟叶的主要化学成分, 包括还原糖、总氮、烟碱、钾、氯的质量分数. 还原糖质量分数采用 3, 5-二硝基水杨酸(DNS)比色法测定; 烟碱质量分数采用盐酸提取脱色法测定, 钾质量分数用  $\text{NH}_4\text{OAC}$  浸提火焰光度法测定, 氯质量分数用热蒸馏水浸提法测定, 总氮质量分数用 FOSS2300 自动定氮仪测定.

### 1.3.3 烤烟 K326 主要经济性状的统计

包括产量、产值、均价和上等烟率.

## 1.4 数据处理

采用 DPS 数据处理软件对实验数据进行分析处理.

## 2 结果与分析

### 2.1 不同氮肥使用量和留叶数对烤烟 K326 碳代谢关键酶活性的影响

#### 2.1.1 不同施氮量和留叶数对烤烟 K326 中部烟叶淀粉酶活力的影响

由表 1 可以看出, 在烤烟生长的 60 d 和 75 d 时, 各个处理的淀粉酶活力都是随施氮量增加而增大, 且各个处理间淀粉酶活力都没有达到显著性差异; 在同一个施氮量水平下, 随留叶数的增加, 这 2 个时期的淀粉酶活力呈现不规律变化. 同时, 这 2 个时期淀粉酶活力最大的是处理 A3B1(纯氮 12 kg/667 m<sup>2</sup>、留叶数 14 片/株). 但在 90 d 时, 在同一留叶数水平下, 淀粉酶活力反而随施氮量增加而减小, 且达到显著水平; 同一施氮量水平下, 随留叶数增加也呈减小的趋势, 活性最大的为 A1B1(纯氮 4 kg/667 m<sup>2</sup>、留叶数 14 片/株)处理. 在烤烟 60 d~90 d 生长期间内, 淀粉酶活力都是先减小后增大, 75 d 时最小. 通过对施氮量和留叶数双因素裂区实验方差分析显示, 在 60 d 时施氮量对烟叶淀粉酶活性的影响达到极显著水平, 留叶数、施氮量和留叶数两因素交互作用对淀粉酶活性的影响都没达到显著水平; 在 75 d 时, 施氮量对淀粉酶活性的影响达到极显著水平, 留叶数对其没有显著影响, 两因素交互作用对其影响达到显著水平; 90 d 时, 施氮量和留叶数对淀粉酶活力的影响达到极显著水平, 两者交互作用没达到显著水平.

#### 2.1.2 不同施氮量和留叶数对烤烟 K326 中部烟叶蔗糖磷酸合成酶活力的影响

由表 2 可知, 在 60 d、75 d 和 90 d 这 3 个时期蔗糖磷酸合成酶活力都是随施氮量增加而增大, 随留叶数增加而减小; 3 个时期中, 叶片蔗糖磷酸合成酶活力最大的都是处理 A3B1(纯氮 12 kg/667 m<sup>2</sup>、留叶数 14 片/株), 与其他各处理有显著性差异, 最小的都是 A1B3(纯氮 4 kg/667 m<sup>2</sup>、留叶数 22 片/株).

比较 3 个时期蔗糖磷酸合成酶活力可知, 其变化趋势是先升高后降低, 75 d 时活力最大. 方差分析显示, 施氮量对蔗糖磷酸合成酶活力的影响均达到显著水平, 在 60 d 时甚至达到极显著水平; 留叶数对蔗糖磷酸合成酶活力的影响达到极显著水平; 两因素交互作用对其活力的影响也达到极显著水平.

表 1 施氮量和留叶数对烤烟 K326 各个时期淀粉酶活力的影响

处 理	各个时期淀粉酶活力/(U·mg <sup>-1</sup> )		
	60 d	75 d	90 d
A1B1	0.265 0ab	0.221 9ab	0.450 8a
A1B2	0.276 2ab	0.130 4c	0.428 8ab
A1B3	0.219 1b	0.183 7bc	0.391 9bc
A2B1	0.343 5a	0.232 4abc	0.385 6bcd
A2B2	0.310 5ab	0.287 1ab	0.340 6cde
A2B3	0.319 9ab	0.232 2abc	0.319 2e
A3B1	0.347 0a	0.312 3a	0.333 9de
A3B2	0.335 2a	0.292 4ab	0.306 9e
A3B3	0.345 8a	0.250 7ab	0.254 0f
F(A)	28.289 **	125.138 0 **	64.023 **
F(B)	0.632	3.185	38.84 **
F(A×B)	0.982	3.919 0*	0.936 0

注: 不同小写字母表示达 5% 显著水平, \* 表示达到 5% 显著水平, \*\* 表示达到 1% 极显著水平, 下同.

表 2 施氮量和留叶数对烤烟 K326 各个时期蔗糖磷酸合成酶活力的影响

处 理	各个时期蔗糖磷酸合成酶活力/(U·mg <sup>-1</sup> )		
	60 d	75 d	90 d
A1B1	0.905 7cd	0.847 7cd	0.647 7c
A1B2	0.604 3e	0.787 3de	0.560 0c
A1B3	0.550 3e	0.600 0e	0.563 3c
A2B1	1.068 3c	1.105 3b	1.003 3b
A2B2	0.665 3e	0.929 7bcd	0.619 3c
A2B3	0.661 3e	0.630 3e	0.651 3c
A3B1	1.867 3a	1.330 3a	1.249 0a
A3B2	1.311 3b	1.057 0bc	0.668 3c
A3B3	0.744 0de	0.771 3de	0.621 3c
F(A)	336.591 **	13.898 *	12.691 *
F(B)	202.861 **	139.291 **	153.669 **
F(A×B)	32.757 **	6.865 **	28.200 **

以上研究表明, 淀粉酶活性前期随施氮量增加而增大, 后期与施氮量呈反比, 与留叶数也呈反比关系. 蔗糖磷酸合成酶活性在所研究的 3 个时期内, 都是随施氮量增加而增大, 随留叶数增加而减小. 烤烟生长的 60~90 d 内, 淀粉酶活性呈现出先减小后增大的趋势, 蔗糖磷酸合成酶呈先增大后减小的趋势, 两者变化趋势相吻合. 施氮量对淀粉酶和蔗糖磷酸合成酶活性有显著影响, 留叶数对淀粉酶活性有一定影响, 对蔗糖磷酸合成酶活性有极显著影响; 施氮量和留叶数两者交互作用对蔗糖磷酸合成酶活性达到显著影响, 但是对淀粉酶活性只有在 75 d 时达到显著影响.

## 2.2 不同施氮量和留叶数对烤烟 K326 中部烟叶化学成分的影响

由表 3 可知, 施氮量为 4 kg/667 m<sup>2</sup> 时, 其 3 个留叶数处理的烟碱百分比比其他 2 个高施氮量相应留叶数处理的烟碱百分比低, 且低施氮量的处理(4 kg/667 m<sup>2</sup>)与 2 个高施氮量处理(8 kg/667 m<sup>2</sup>, 12 kg/667 m<sup>2</sup>)间达到显著水平, 2 个高施氮量处理间没有显著性差异; 在施氮量相同的情况下, 留叶数越多, 烟碱百分比越低, 同样 14 片/株的处理与 18 片/株和 22 片/株处理间达到显著水平, 18 片/株与 22 片/株的处理间没有显著性差异. 相同留叶数水平下, 总糖和还原糖百分比最高的是施氮量为 4 kg/667 m<sup>2</sup> 的处理, 且达到显著差异; 同一施氮量水平下, 总糖百分比随留叶数增加而增大, 且留叶数 14 片/株与其他 2 个留叶数多的处理间有显著性

差异. 总氮百分比随施氮量增加而增大, 随留叶数增加而减小, 钾百分比和氯百分比与两因素没有明显关系. 糖碱比随施氮量增加而减小, 随留叶数增加而增大, 且达到显著水平. 钾氯比与两因素没有明显关系.

表 3 施氮量和留叶数对烤烟中部烟叶化学成分的影响

处理	不同施氮量和留叶数对烤烟 K326 中部烟叶化学成分的影响							
	烟碱/%	总糖/%	还原糖/%	总氮/%	钾/%	氯/%	糖碱比	钾氯比
A1B1	4.866 7b	24.623 3b	20.206 7a	1.956 7ab	1.493 3ab	0.683 3a	3.053de	2.203 2d
A1B2	3.090 0d	26.600 0a	20.553 3a	1.793 3b	1.526 7ab	0.350 0b	3.660 0bc	4.368 3a
A1B3	3.716 7d	27.479 9a	18.520 0ab	1.601 0b	1.663 3ab	0.446 7ab	4.783 3a	3.732 8abc
A2B1	5.296 7a	23.486 7c	14.293 3c	2.273 3ab	1.740 0ab	0.463 3ab	2.733 3fg	3.778 1abc
A2B2	4.616 7bc	24.706 7b	14.696 7c	2.133 3ab	1.603 3ab	0.453 3ab	3.136 7def	3.675 0abcd
A2B3	4.133 3bc	25.216 7b	14.670 0c	2.063 3ab	1.663 3ab	0.456 7ab	3.473 3cde	3.653 2abcd
A3B1	5.186 7a	15.750 0d	12.803 3c	2.503 3a	1.696 7ab	0.690 0a	2.346 7g	2.629 0cd
A3B2	4.616 7bc	18.533 3c	13.433 3c	2.383 3a	1.856 7a	0.450 0ab	2.940 0efg	4.156 6ab
A3B3	4.176 7bc	26.610 0a	15.680 0bc	1.990 0ab	1.330 0b	0.473 3ab	3.820 0bc	2.834 0bcd

### 2.3 不同施氮量和留叶数对烤烟 K326 主要经济性状的影响

由表 4 可知, 烤烟产量既随施氮量增加而增大, 也随留叶数增多而增大, 且各个处理间达到显著性差异, 产量最大的为处理 A3B3(纯氮 12 kg/667 m<sup>2</sup>、留叶数 22 片/株), 最小的为 A1B1(纯氮 4 kg/667 m<sup>2</sup>、留叶数 14 片/株), 两者相差 75.7 kg/667 m<sup>2</sup>. 产值较大的为施氮 8 kg/667 m<sup>2</sup> 的 3 个留叶数处理, 且与其他的处理有显著性差异, 同时烤烟产值随留叶数增加而增大, 产值最大的为处理 A2B3(纯氮 8 kg/667 m<sup>2</sup>、留叶数 22 片/株), 达到 3 206 元/667 m<sup>2</sup>, 比产值最小的处理 A1B1 高出 880.7 元/667 m<sup>2</sup>. 烤烟的均价随施氮量增加有减小的趋势, 同一施氮量水平下, 留叶数为 18 片/株的处理均价最高. 上等烟率最大的为处理 A2B2(纯氮 8 kg/667 m<sup>2</sup>、留叶数 18 片/株), 各个处理间上等烟率均达到显著性差异. 通过方差分析显示, 施氮量、留叶数及两因素交互作用对烤烟主要经济性状 4 个指标都有极显著影响.

表 4 施氮量和留叶数对烤烟 K326 主要经济性状的影响

处理	施氮量和留叶数对烤烟 K326 主要经济性状的影响			
	产量/(kg·667 m <sup>-2</sup> )	产值/(元·667 m <sup>-2</sup> )	均价/(元·kg <sup>-1</sup> )	上等烟率/%
A1B1	158.8g	2325.3g	14.7ab	6.1h
A1B2	175.4f	2 744.3e	15.6a	13.6c
A1B3	200.3cd	3 045.0b	15.2ab	13.9b
A2B1	191.0de	2 566.3h	11.3d	9.5g
A2B2	198.1de	2 941.0c	14.8ab	20.3a
A2B3	219.7b	3 206.0a	14.5b	11.8e
A3B1	186.7ef	2 181.7h	11.7cd	9.6g
A3B2	209.9bc	2 603.3f	12.4c	10.0f
A3B3	234.5a	2 865.7d	12.2cd	12.6d
F(A)	93.714**	4 789.13**	169.563 0**	3 827.79**
F(B)	262.298**	17 771.28**	64.526 0**	13 505.46**
F(A×B)	6.098**	464.22**	20.403 0**	5 248.70**

## 3 讨 论

氮肥施用量的多少与作物生长和发育有密切的关系. 烤烟对氮素的要求较严格, 过多或过少都不利于优质烟的生长<sup>[10]</sup>, 还涉及氮碳代谢的水平及转化时间的迟早, 而且能进一步影响到糖、氮、烟碱等的积累<sup>[11]</sup>.

淀粉酶是碳代谢的关键酶, 可以作为碳代谢强度的重要指标. 淀粉酶可将光合器官中积累的淀粉转化为单糖, 与含碳化合物的积累和分解代谢有关. 研究表明, 在叶片功能盛期以前随着施氮量增加淀粉酶活力增大, 碳的固定代谢和转化代谢增强而积累代谢减弱; 烟叶成熟阶段, 淀粉酶活性高, 碳的分解代谢旺盛, 随施氮量的增加, 淀粉酶活力减小<sup>[12-13]</sup>.

本实验研究结果表明, 在烤烟旺长期, 也即烟叶功能期时淀粉酶活性随施氮量增加而增大; 随着烟叶的生长, 淀粉酶活性逐渐减小, 这个时期碳固定代谢加强, 淀粉积累; 烟株生长到 90 d 时, 进入成熟期, 淀粉酶活力显著升高, 说明碳的分解和转化代谢加强, 此时与氮碳代谢的转换有关. 通过研究可知, 施氮量对淀粉酶活力的变化有显著影响, 此试验研究结果与前人的研究基本一致. 留叶数对淀粉酶活力也有影响, 但不是很显著.

蔗糖磷酸合成酶 (SPS) 与植物体内蔗糖代谢密切相关, 主要在绿色光合器官中进行蔗糖的合成, 在储藏器官中蔗糖磷酸合成酶活力很低. 本实验结果表明, 蔗糖磷酸合成酶活性随施氮量增加而增大, 随留叶数增加而减小, 说明留叶数增多, 碳的合成代谢减弱, 这与留叶数的“稀释作用”有关<sup>[14]</sup>. 在所研究的 3 个时期内, 其活力呈先增加后减小的趋势, 这与淀粉酶活力变化相吻合. 在叶片功能盛期后, 淀粉酶活力减小, 而蔗糖磷酸合成酶活力增加, 使植株体内淀粉积累, 为以后的生长发育提供物质和能源.

研究表明, 在一定施氮量范围内随着施氮量的增加, 烟株的生长发育良好, 产量增加, 产值提高, 品质变好. 但是, 当施氮量增加到一定量时, 烟株的生长发育过于旺盛, 烟叶不易落黄、成熟, 不易烘烤, 最终影响烟叶的效益和质量<sup>[15]</sup>. 烟株打顶留叶是烤烟大田管理中的一项关键技术, 留叶数的多少可以通过调控田间烟株群体与个体的关系, 调整光照的分配等, 从而影响烟株的大田长势和形态及烤烟的产质量形成<sup>[16]</sup>. 有研究表明, 施氮量在 75 kg/hm<sup>2</sup> 时, 上、中等烟的比例最大, 化学成分的各项指标比较适宜<sup>[16]</sup>. 而韩富根等<sup>[17]</sup>研究表明, 在施氮 60 kg/hm<sup>2</sup> 时, 化学成分和致香物质比例较协调<sup>[17]</sup>. 安德艳等<sup>[18]</sup>对铜仁地区中等肥力土壤实验研究表明, 施氮 120~135 kg/hm<sup>2</sup> 烤烟产质最好. 冯光群等<sup>[19]</sup>对贵州烟区研究表明, 施纯氮 135 kg/hm<sup>2</sup> 的产值效益和内在评吸质量较好. 申宴斌等<sup>[20]</sup>对烤烟新品种 NC297 进行不同留叶数实验结果表明, 从经济性状看, 随留叶数增加, 产量增加, 但是均价、上等烟率和中等烟率降低, 留叶数为 22 片的化学成分较协调<sup>[20]</sup>.

本实验研究结果表明, 在施氮量为 4~8 kg/667 m<sup>2</sup> 之间, 化学成分各指标变化达到显著水平, 在施氮量超过 8 kg/667 m<sup>2</sup> 之后没有显著变化. 留叶数处理的烟叶化学成分变化情况也类似, 留叶数少的与 2 个留叶数多的处理相比差异显著, 18 片/株~22 片/株的处理化学成分变化不显著, 总氮、烟碱与留叶数呈负相关; 总糖、糖碱比与留叶数呈正相关, 这与朱虎烈<sup>[21]</sup>的研究结果一致. 氮素营养对烟叶成熟时间有一定的影响, 低氮水平烟叶容易早衰, 对获得优质烟叶不利; 高氮水平下烟叶贪青徒长, 影响烟叶品质<sup>[5]</sup>. 本实验研究结果表明, 由于高施氮量导致烟叶生长成熟时间延长, 因而烟碱、总氮百分比增加. 在烟叶生长后期, 淀粉酶随施氮量增加而减小, 因此高氮水平会造成淀粉百分比增高, 影响植株体内淀粉分解, 导致烟叶品质下降. 烤烟产量随施氮量增加而增加, 但是产值和上等烟率最大为施氮量 8 kg/667 m<sup>2</sup> 的处理, 说明超过一定施氮量, 烤烟效益和质量反而下降. 产量和产值随留叶数的增加而增大, 但均价和上等烟率最大的反而是留叶数为 18 片/株的处理. 通过本实验可以初步认为在贵阳龙岗的生态条件下, 施氮量为 8 kg/667 m<sup>2</sup>, 留叶数为 18~22 片/株, 烟株田间长势良好, 经济效益和烟叶品质较优.

## 参考文献:

- [1] 苏贤坤, 陈松, 张国平. 不同烤烟品种叶片光合特性和相关酶活性的叶位差异性分析 [J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2009, 35(5): 537-542.
- [2] 韩锦峰. 烟草栽培生理 [M]. 北京: 农业出版社, 1996.
- [3] 刘国顺, 彭志良, 黄元炯, 等. N/P 互作对烤烟碳氮代谢关键酶活性的影响 [J]. 中国烟草学报, 2009, 15(5): 33-37.
- [4] 刘泓, 熊德中, 许茜. 氮肥用量和留叶数对烤烟氮吸收及烟碱含量的影响研究 [J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(2): 85-87.
- [5] 李洪臣, 杨志晓, 武云杰, 等. 氮肥用量和施用方式对烟草中部叶碳氮代谢的影响 [J]. 江苏农业科学, 2013, 41(3): 65-68.
- [6] 唐永红. 烤烟产质量与施钾量及留叶数变化规律的研究 [J]. 陕西农业科学, 1998(3): 23-24.
- [7] 易迪, 彭海峰, 屠乃美. 施氮量及留叶数与烤烟产质量关系研究进展 [J]. 作物研究, 2008, 22(5): 476-479.
- [8] 谢昌发. 浅谈烤烟品种 K326 的特性及烟稻两熟多雨区的栽培技术 [J]. 中国烟草, 1992(2): 35-36.
- [9] 汤章城. 现代植物生理学实验指南 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.

- [10] 王海珠, 马浩, 李纳钾, 等. 不同施氮量对云烟 87 光合、呼吸以及产、质量的影响 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2013, 35(3): 22—27.
- [11] 刘敬业, 冉帮定, 李天福, 等. 烤烟 K326 成熟期中物质代谢与品质形成关系的研究 [J]. 昆明师范高等专科学校学报(自然科学版), 1994, 9(1): 98—106.
- [12] 尹启生, 蔡宪杰, 王信民, 等. 大田中后期烤烟淀粉酶活性及淀粉含量的变化 [J]. 烟草科技, 2006(9): 55—57.
- [13] 董惠萍. 不同施氮量对烤烟烟叶碳氮代谢的影响 [J]. 云南农业大学学报, 1992, 7(2): 237—243.
- [14] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学 [M]. 1 版. 朱尊权, 译. 上海: 上海远东出版社, 1993.
- [15] 刘国顺. 烟草栽培学 [M]. 北京: 中国农业出版社出版, 2003.
- [16] 王正旭. 施氮量和留叶数对利川不同烤烟品种产质量的影响 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- [17] 韩富根, 沈铮, 李元实, 等. 施氮量对烤烟物理性状和香气质量的影响 [J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2009, 35(1): 53—57.
- [18] 安德艳, 舒敏言, 楼小华, 等. 不同施氮量对烤烟产质的影响 [J]. 耕作与栽培, 1998(2): 37—39.
- [19] 冯光群, 王仕海, 张长海, 等. 不同施氮量对烤烟产质量的影响 [J]. 贵州农业科学, 2000, 28(增刊): 49—54.
- [20] 申宴斌, 刘彦中, 马剑雄, 等. 不同留叶数对烤烟新品种 NC297 生长及产质量的影响 [J]. 中国烟草科学, 2009, 30(6): 57—60, 64.
- [21] 朱虎烈. 浅谈烤烟栽植密度, 留叶数, 施氮量对烟叶产量和质量的影响 [J]. 延边农业科技, 1993(6): 25—35.

## Effect of Nitrogen Rates and Number of Leaves Remained on Carbon Metabolism and Quality of Flue-Cured Tobacco K326

ZHEN An-zhong<sup>1</sup>, HE Wen-gao<sup>1</sup>, CHEN Yi<sup>2</sup>, CHEN Wei<sup>2</sup>,  
CHEN Bo<sup>1</sup>, ZONG Xue-feng<sup>1</sup>, LV Jun<sup>1</sup>, WANG San-gen<sup>1</sup>

1. College of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Engineering Research Center of South Upland Agriculture, Ministry of Education, Chongqing 400715, China;

2. Guizhou Tobacco Research Institute, Guizhou Guiyang 550081, China

**Abstract:** The effect of nitrogen rates and the number of leaves remained on carbon metabolism, yield and quality of flue-cured tobacco K326 were studied by field experiments. There are three levels of nitrogen fertilizer (4 kg/667 m<sup>2</sup>, 8 kg/667 m<sup>2</sup> and 12 kg/667 m<sup>2</sup>) and three levels leaf population (14, 18, 22), two factors using the split-plot design and a total of nine treats. The results showed that the effect of nitrogen fertilizer on carbon metabolism amylase and sucrose phosphate synthase activity were significant. The effect of leaf population on sucrose phosphate synthase activity was extremely significant. The interactions between of nitrogen fertilizer and leaf population reached an extremely significant level on sucrose phosphate synthase activity. On the aspect of chemical composition, there was a significant level in nitrogen fertilizer 4 kg/667 m<sup>2</sup>—8 kg/667 m<sup>2</sup> and leaves remained 14—18 pieces per plant, however, when high nitrogen levels and high leaf population did not change significantly. On the whole, the treat of nitrogen fertilizer 8 kg/667 m<sup>2</sup> and leaf population 18—22 pieces is the best on growing field, economy benefits and rate of first class tobacco.

**Key words:** nitrogen rates; leaf population; amylase; sucrose phosphate synthase; chemical composition; economic traits

