

# 利用烟田套作调控高肥力土壤烤烟生产

付利波<sup>1</sup>, 王毅<sup>2</sup>, 杨跃<sup>3</sup>, 瞿兴<sup>3</sup>, 左天龙<sup>3</sup>, 耿明建<sup>4</sup>, 苏帆<sup>1</sup>, 洪丽芳<sup>1</sup>

(1 云南省农业科学院土壤肥料研究所, 云南昆明 650205; 2 云南省红塔集团, 云南玉溪 653100;

3 云南省烟草玉溪市公司, 云南玉溪 653100; 4 华中农业大学资环学院, 湖北武汉 430070)

**摘要:** 在高肥力土壤上, 研究烟草套种不同作物, 筛选出适宜的套作模式, 以达到降低烟草后期养分供应, 解决后期烟叶贪青, 促进烟叶正常成熟。试验结果表明, 与烤烟单作相比, 烟田套种白菜、马铃薯和黑麦草在烟草不同生育期能显著降低土壤  $\text{NO}_3^-$ -N 和  $\text{NH}_4^+$ -N 含量; 其它养分含量也都有不同程度的降低。不同套种处理对烟叶产量的影响不显著; 除套种菜豌豆外, 套种白菜、马铃薯及黑麦草能改善烟叶化学成分的协调性, 提高烟叶的评吸质量, 使烟草产值比单作烟草提高 13.73%—33.20%。

**关键词:** 烤烟; 套作; 高肥力土壤

**中图分类号:** S572; S344.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1008-505X(2005)01-0128-05

## Regulating the growth of flue-cured tobacco by interplanting in fertility soil

FU Li-bo<sup>1</sup>, WANG Yi<sup>2</sup>, YANG Yue<sup>3</sup>, QU Xing<sup>3</sup>, ZUO Tian-long<sup>3</sup>, GENG Ming-jian<sup>4</sup>, SU Fan<sup>1</sup>, HONG Li-fang<sup>1</sup>

(1 Soil and Fertilizer Inst., Yunnan AAS, Kunming 650205, China; 2 Yunnan Hongta Group, Yuxi 653100, China;

3 Yu Xi Company, Yunnan Provincial Tobacco, Yuxi 653100, China;

4 College of Agric. Resour. and Envir. Sci., Huazhong Agric. Univ., Wuhan, Hubei 430070, China)

**Abstract:** Because of the oversupply of nitrogen in high-fertility soil, the flue-cured tobacco couldn't mature promptly which caused the decrease of quality of flue-cured tobacco. The effects of different interplanting patterns on nitrogen absorption for flue-cured tobacco were studied in this paper. The forage, cabbage or potato were selected to interplant with tobacco to reduce the nitrogen absorption of tobacco because the competitive relationship among different crops. The interplant crops decreased the supply of nitrogen to tobacco at later stage and stimulated the leaf's maturity. At four stages of tobacco, which were budding, lower leaf maturity, middle leaf maturity and upper leaf maturity stage separately,  $\text{NO}_3^-$ -N content was lower in the selected patterns [tobacco interplanting with forage, cabbage and potato (1.15mg/kg—3.47 mg/kg) than that of no interplanting. However,  $\text{NO}_3^-$ -N content of tobacco-vegetable bean pattern (2.29 mg/kg—4.32 mg/kg) is higher than that of tobacco interplanting with vegetable bean] than that of no interplanting. The effects of different interplanting patterns on  $\text{NH}_4^+$ -N were similar to that of  $\text{NO}_3^-$ -N. The effects of interplanting on organic matter was not significant at the four stages; however the content of Ca, Mg, K, P, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn decreased to varying ranges. In addition, interplanting decreased soil water content by 3.24%—7.35%.

The effect of interplanting on yield of tobacco was not significant, but extremely significant on its output. Interplanting with cabbage, potato and forage, the yield of tobacco increased 33.20%, 13.73% and 32.32%, respectively, while interplanting with vegetable bean, the yield decreased 11.86%. We concluded that interplanting patterns except interplanting with vegetable bean could balance chemical compositions in tobacco and enhance evaluating scores of tobacco leaf.

**Key words:** flue-cured tobacco; interplanting; vegetable bean; potato; forage; cabbage; fertile soil

在云南经济发达地区人多地少的矛盾较为突出, 近年来由于农业产业结构调整, 烤烟前作栽种蔬

菜的土壤越来越多。而云南蔬菜栽培习惯于大水大肥,特别是叶菜和茄果类蔬菜氮肥过量投入,而氮肥利用率却很低,不仅导致效益降低,而且由于土壤氮素养分偏多造成后作烟草的品质下降。为此,本研究利用烟草间套种不同作物间的养分相互影响,筛选出适宜的种植模式,达到调控土壤养分,保证烟草后期养分合理供应,解决烟草后期贪青晚熟,为提高烟叶的产量和品质提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验在云南昆明玉溪市烟区高肥力土壤上进行。供试土壤有机质含量为 18.0 g/kg,  $\text{NH}_4^+$ -N 64.1、P 23.3、K 90.0、Ca 1462.9、Mg 232.1、S 46.4、B 2.6、Cu 1.4、Fe 214.6、Mn 1.2、Zn 2.0 mg/kg, pH 6.85 (采用美国 Agro Services International 推荐方法测定,简称 ASI 法)。供试烤烟品种为云南省主栽品种 K326。

试验设烤烟套种白菜 (*Brassica pakinensis* Rupr)、马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.)、菜豌豆 (*Pisum sativum* L.) 和黑麦草 (*Lolium* SP.) 等 4 种作物,以烤烟单作为对照,共 5 个处理,3 次重复。套种方式为在烤烟移栽后 7d,于同一墒面上距烟株茎 25cm 处单侧分别套种上述作物,上部烟叶成熟时开始收获。试验小区面积为 33.3m<sup>2</sup>。所有处理均施用 N 60, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120, K<sub>2</sub>O 180 kg/hm<sup>2</sup>, 肥源为硝酸铵、过磷酸钙及硫酸钾。过磷酸钙作基肥一次施用,硫酸钾在苗期一次追施,硝酸铵分别于移栽时及移栽后第 7、12d 分 3 次施用。烟田其它田间管理与当地优质烤烟生产技术规范相同。

### 1.2 测定项目

1.2.1 烤烟生长调查 于烤烟不同生育期记录个体长相和群体形态:包括株高、茎围、留叶数、株形、最大叶长×宽、平均单叶重、烟株田间长势情况。采收烘烤期按小区单收、单烤、分级计产,计算产量和各等级烟比例。烤烟生长期详细记录田间生产管理的每一个具体环节。

1.2.2 土壤样品采集和测定 烤烟移栽整地前多点采集 0—20cm 混合土样,测定土壤基本农化性状,包括土壤 pH、有机质、有效 N、P、K、Ca、Mg、S、B、Cu、Zn、Fe、Mn。于烤烟现蕾期及上、中、下叶片成熟时采集各处理 0—20cm 混合土样,测定土壤 pH、土壤有机质、土壤  $\text{NO}_3^-$ -N、 $\text{NH}_4^+$ -N、有效 P、有效 K、Ca、Mg、S、B、Cu、Zn、Fe、Mn 以及土壤水分。

1.2.3 烟叶品质测定 总糖用芒森—沃克法,总氮用克达尔法,烟碱用光度法及评吸品质(由中国农科院青州烟草研究所评吸)。

## 2 结果与分析

### 2.1 烟田套种对土壤养分的影响

2.1.1 对土壤有效氮的影响 试验结果(图 1)表明,烤烟套种白菜、马铃薯和黑麦草,在烤烟现蕾期、下、中、上部叶成熟时的土壤  $\text{NO}_3^-$ -N 含量分别比烤烟单作降低 1.15~3.47 mg/kg,以套种黑麦草下降较多;而且随烟株生育期的推进土壤  $\text{NO}_3^-$ -N 含量下降越明显。但套种菜豌豆却比烤烟单作明显提高,这可能与菜豌豆固氮有关。

图 1 还看出,不同套种处理对土壤  $\text{NH}_4^+$ -N 的影响与土壤  $\text{NO}_3^-$ -N 相似。除套种菜豌豆外,套种其它 3 种作物在现蕾期和下、中、上部叶成熟时的土壤  $\text{NH}_4^+$ -N 含量分别比烤烟单作降低 0.60~3.54 mg/kg。

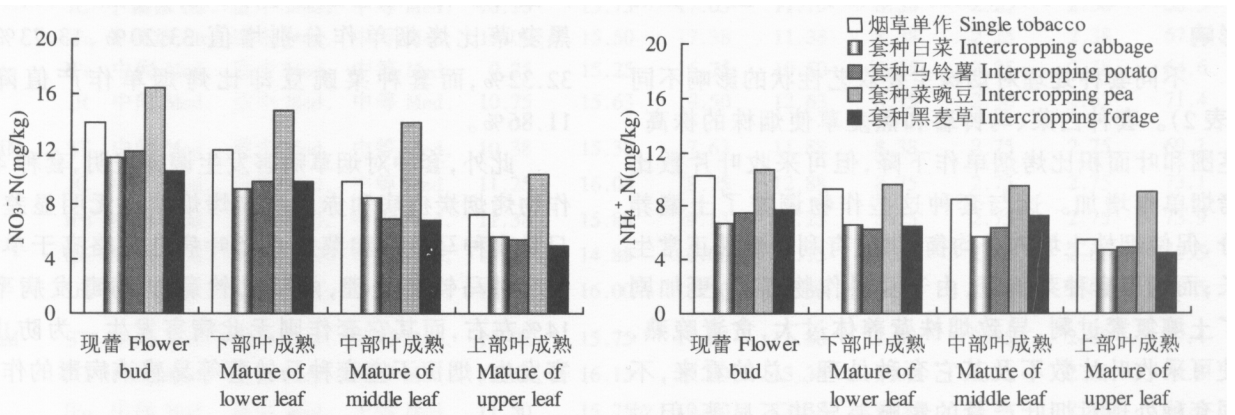


图 1 不同套种处理对烟株不同生育期土壤硝态氮和铵态氮含量的影响

Fig.1 Effects of intercropping treatments on  $\text{NO}_3^-$ -N and  $\text{NH}_4^+$ -N in soil at different growth stages of flue-cured tobacco

2.1.2 对土壤其它养分含量的影响 表1看出,不同套种处理在烟株不同生育期对土壤有机质的影响不明显,而对土壤其它养分含量有一定的影响。与烤烟单作相比,除中部叶成熟期 K、P、S 等有升高趋

势外,各生育期不同套种处理中 Ca、Mg、K、P、S、B、Cu、Fe、Mn 和 Zn 都有不同程度的降低。这与套种作物与烤烟竞争吸收土壤养分有关。

表1 不同套种处理对烟株不同生育期土壤养分的影响

Table 1 Effects of intercropping treatments on nutrients of soil at different growth stages of flue-cured tobacco

生育期	处理	OM	Ca	MMg	KK	PP	SS	BB	CCu	FFe	MMn	ZZn
Stage	Treat.	(g/kg)	(mg/kg)									
FB	ST	17.5	1523.1	262.5	92.6	25.6	46.5	2.6	1.5	241.2	1.3	2.6
	IC	17.5	1303.0	244.9	66.5	11.9	19.6	2.0	1.4	156.3	1.2	1.5
	IPo	17.5	1303.0	233.7	62.6	18.0	33.7	1.9	1.5	114.1	1.3	1.8
	Ipe	18.0	1462.9	232.1	80.0	23.3	36.4	2.2	1.4	214.6	1.2	2.0
	IR	17.0	1343.1	245.2	72.1	25.8	33.0	2.1	1.8	141.1	1.6	2.0
LM	ST	15.5	1462.1	245.5	78.7	17.5	34.3	2.5	1.2	164.8	0.8	1.5
	IC	17.0	1302.6	200.9	62.1	13.9	30.2	1.8	1.4	90.9	0.7	1.3
	IPo	16.5	1302.6	194.4	43.0	7.0	29.8	1.1	1.1	38.7	0.8	1.1
	Ipe	17.5	1202.4	198.1	72.1	16.4	37.2	1.6	1.5	102.0	0.8	1.4
	IR	18.0	1363.1	205.0	66.5	12.8	26.5	1.9	1.4	93.3	0.7	1.1
MM	ST	16.5	1583.2	289.2	58.7	14.7	53.8	1.8	1.2	132.9	2.3	1.7
	IC	17.0	1403.0	284.3	78.2	14.9	69.0	1.2	1.2	125.4	1.7	1.8
	IPo	15.5	1463.1	240.6	86.0	27.3	71.7	1.2	1.5	168.2	2.0	2.6
	Ipe	16.5	1443.1	249.1	66.5	28.2	46.3	0.9	1.1	133.1	1.6	2.1
	IR	16.5	1483.0	244.2	43.0	24.9	70.5	1.2	1.5	160.8	2.3	2.4
UM	ST	16.5	1402.8	151.5	52.6	12.4	23.0	1.5	1.1	124.7	2.0	1.7
	IC	17.0	1362.7	131.2	48.2	9.6	20.2	1.3	1.0	114.1	2.1	1.2
	IPo	16.5	1422.9	131.9	40.4	8.9	16.0	1.1	1.0	113.0	2.1	1.2
	Ipe	16.0	1503.0	149.1	43.9	9.5	21.4	1.4	1.1	93.8	1.6	1.3
	IR	17.5	1523.1	141.8	49.5	8.7	18.4	1.8	1.1	109.0	2.0	1.9

注(Notes): FB—现蕾期 Flower bud stage, LM—下部叶成熟期 Mature of lower leaf, MM—中部叶成熟期 Mature of middle leaf, UM—上部叶成熟期 Mature of upper leaf; ST—烤烟单作 Single tobacco, IC—套种白菜 Intercropping cabbage, IPo—套种马铃薯 Intercropping potato, Ipe—套种菜豌豆 Intercropping pea, IR—套种黑麦草 Intercropping ryegrass; 下同 same as follows.

## 2.2 烟田套种对烟株主要农艺性状及产量、产值的影响

不同套种处理对烟株主要农艺性状的影响不同(表2)。套种白菜、马铃薯和黑麦草使烟株的株高、茎围和叶面积比烤烟单作下降,但可采收叶片数比烤烟单作增加。这与套种这些作物调控了土壤养分,促使烟株土壤养分均衡,供应有利于烟株正常生长;而烟田套种菜豌豆,由于豆科作物固氮,更加剧了土壤氮素过剩,导致烟株营养体过大,贪青晚熟,使可采收叶片数不及其它套种处理。总的看来,不同套种处理对烟叶产量的影响差异并不显著,但对

产值的影响却达极显著水平。套种白菜、马铃薯和黑麦草比烤烟单作分别增值 33.20%、13.73% 和 32.32%,而套种菜豌豆却比烤烟单作产值降低 11.86%。

此外,套种对烟草病害发生调查表明,套种 4 种作物烤烟炭疽病和赤星病与烤烟单作无明显差异,只是套种马铃薯和菜豌豆烟叶病叶率略高于单作;但套种马铃薯处理,烟叶马铃薯 Y 病毒发病率达 14% 左右,而其它套作则无此病害发生。为防止病害发生,烟田不宜套种马铃薯等易感该病毒的作物。

表2 套种对烟株主要农艺性状、产量和产值的影响

Table 2 Effects of intercropping treatments on agronomical properties, yield and output value of flue - cured tobacco

处理 Treatment	株高 Plant height (cm)	茎围 Stem girth (cm)	节距 Knot distance (cm)	最大叶(长×宽) Max leaf (Length×Width) (cm×cm)	叶面积指数 Leaf area index	可采收叶片 Used leaf (No.)	产量 Yield (kg/hm <sup>2</sup> )	产值 Output value (Yuan/hm <sup>2</sup> )
ST	102.4	11.6	5.7	72.9×25.3	2.92	16	143.17a	673.8 C
IC	100.9	11.4	5.8	65.7×21.8	2.63	18	147.60a	897.5 A
IPo	101.8	11.2	5.6	69.6×21.6	3.03	19	146.23a	766.3 B
IPe	103.5	12.0	5.1	75.7×26.9	3.58	17	135.13a	593.9 D
IR	96.6	11.3	5.4	68.7×21.7	2.80	17	145.03a	891.6 A

注(Note):不同大小写字母表示差异达1%和5%显著水平。Different capital and small letters mean significant at 1% and 5% levels.

### 2.3 烟田套种对烟叶化学品质和评吸质量的影响

试验结果(表3)表明,与烤烟单作相比,套种菜豌豆的上、中、下部烟叶烟碱、总氮和蛋白质含量均有增加。而其它套种3种作物处理,上、中、下部烟叶总糖含量提高0.92~7.99个百分点;但烟碱、总

氮和蛋白质含量则有所下降,烟碱下降0.12~0.79个百分点、总氮下降0.11~0.80个百分点、蛋白质下降0.24~5.87个百分点,可见,烤烟套种白菜、马铃薯和黑麦草可使烟叶化学品质趋于协调。

表4表明,对套种白菜、马铃薯和黑麦草的上、

表3 套种对烤烟烟叶化学品质的影响(%)

Table 3 Effects of intercropping treatments on chemical compositions of flue - cured tobacco leaf

处理 Treatment	上部叶 Upper leaf				中部叶 Middle leaf				下部叶 Lower leaf			
	TS	NT	TN	PT	TS	NT	TN	PT	TS	NT	TN	PT
ST	15.56	4.26	2.58	11.50	21.36	3.62	2.68	9.83	10.00	2.92	2.73	11.93
IC	19.43	3.86	2.26	9.94	21.70	3.00	1.88	8.51	15.87	2.30	2.07	10.44
IPo	17.04	3.89	2.46	10.19	21.78	3.26	2.02	8.13	11.02	2.13	2.24	11.69
IPe	17.73	4.58	3.47	11.56	18.66	4.50	2.94	10.63	10.96	3.50	2.84	12.31
IR	23.55	3.60	2.11	9.28	24.88	2.98	2.14	8.81	10.92	2.19	2.24	11.63

注(Notes): TS—总糖 Total sugar, NT—烟碱 Nicotine, TN—总氮 Total nitrogen, PT—蛋白质 Protein.

表4 不同套种处理对烟叶评吸质量的影响

Table 4 Effect of intercropping treatments on quality of fragrant smog lit raw tobacco leaf

叶位 Leaf position	处理 Treatment	香型 Smoke	劲头 Smoke strength	浓度 Concentration	香气质 Smoke quality	香气量 Smoke amount	余味 Lasting smoke	杂气 Foreign smoke	刺激性 Stimulation	燃烧性 Combustibility	灰色 Grey	得分 Score
UM	ST	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	9.38	15.13	17.13	11.25	8.38	2.25	2.38	65.9
	IC	中偏浓 Str.	适中 Mod.	中等 Med.	10.13	15.75	17.63	11.75	8.38	2.25	2.38	68.3
	IPo	中偏浓 Str.	适中 Mod.	中等 Med.	10.00	15.50	17.38	11.38	8.38	2.25	2.38	67.3
	IPe	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	9.25	15.25	16.75	10.50	8.25	2.25	2.38	64.6
	IR	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	10.75	15.63	18.50	12.63	8.75	2.50	2.63	71.4
MM	ST	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	10.38	15.38	17.63	11.88	8.38	2.75	2.75	69.1
	IC	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	11.25	16.00	18.75	12.88	8.75	2.75	2.75	73.1
	IPo	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	11.38	15.88	19.13	13.25	8.75	2.75	2.75	73.9
	Ipe	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	10.63	14.88	16.00	11.13	7.25	2.75	2.88	65.5
	IR	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	11.00	16.00	18.50	12.50	8.75	2.75	3.00	72.5
LM	ST	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	11.00	15.75	17.25	11.88	7.88	2.75	2.88	69.4
	IC	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	11.63	16.13	19.00	13.38	9.00	2.75	2.88	74.8
	IPo	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	11.50	15.75	19.00	13.38	9.00	2.75	2.88	74.3
	Ipe	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	11.75	15.13	17.63	11.63	7.00	2.75	2.88	68.8
	IR	中间 Mod.	适中 Mod.	中等 Med.	11.00	15.88	18.50	13.00	8.38	2.88	2.88	72.6

中、下部烟叶评吸质量均高于烤烟单作,而套种菜豌豆则略低于烤烟单作,表明套种白菜、马铃薯和黑麦草有利于改善烟叶品质,提高烟叶的评吸质量。

### 3 结论

间套作系统作物间对养分的互惠关系或相互竞争关系是由作物的种类来确定的。作物种类间不同的营养特点(如豆科作物具备自身固氮)和生物学特征(如根系的分布范围),又是决定间套作系统作物间对养分的互惠关系或相互竞争关系的主要因素<sup>[1-7]</sup>。本试验分别利用豆科和非豆科与烤烟套作两种模式。烤烟与非豆科(白菜、马铃薯和黑麦草)套作的目的,在于利用非豆科作物与烟株对养分的竞争关系,达到降低烟草后期氮素供应的目的,促进后期烟叶的正常生长。烤烟与豆科(菜豌豆)套作的目的,在于利用豆科作物的生物固氮能力,对烟株提供额外的氮素供应,研究其对高肥力烟田上的烟株生长的影响,为烟农提供科学依据,以改变长期以来玉溪高肥力烟田土壤套种豆科作物的习惯。

试验结果表明,套种白菜和黑麦草对吸收高肥力土壤上的烟株过剩养分有一定的作用,能部分地解决高肥力土壤上的烟株营养过剩问题,降低烟株对养分尤其是氮素的奢侈吸收,对改善烟叶品质,提高烟叶产值有积极的作用,可作为高肥力土壤植烟措施之一进行推广应用。套种马铃薯虽也有提高烟叶产值的作用,但其根系与烟株根系共生易发生马铃薯 Y 病毒,不宜采用。套种菜豌豆由于豆科作物

自身的生物固氮作用,增加土壤中本已过剩的氮素,使烟株疯长,烟叶落黄慢,体内营养严重失调,造成烟叶质量低劣,产值低等后果,应严禁在高肥力土壤上采用。

### 参考文献:

- [1] 吴建富,张美良,刘经荣,等. 不同肥料结构对红壤稻田氮素迁移的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2001,7(4):368-373.  
Wu J F, Zhang M L, Liu J R *et al* . Effect of different structure of fertilizer on the migration of nitrogen in red rice soil[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2001,7(4): 368-373.
- [2] 陈新平,邹春琴,刘亚平,等. 菠菜不同品种累积硝酸盐能力的差异及其原因[J]. 植物营养与肥料学报,2000,6(1):30-34.  
Chen X P, Zou C Q, Liu Y P *et al* . The nitrate content difference and the reason among four spinach varieties[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2000,6(1): 30-34.
- [3] Mary B, Recous S, Darwis D, Robin D. Interactions between decomposition of plant residues and nitrogen cycling in soil[J]. *Plant and Soil*, 1996, 181: 71-82.
- [4] Jenkinson D S, Fox R H, Rayer J H. Interactions between fertilizer nitrogen and soil nitrogen-The so called priming effect[J]. *J. Soil Sci.*, 1985, 36: 425-444.
- [5] Broadbent F E. Effect of fertilizer nitrogen on the release of soil nitrogen [J]. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 1995, 29: 692-696.
- [6] Biomond H, Vos J, Struik P C. Effect of nitrogen on accumulation and partitioning of dry matter and nitrogen of vegetable. 3. Spinach [J]. *Netherlands J. of Agri. Sci.*, 1996, 44(3): 227-239.
- [7] Hoff T, Strumann B M, Henningsen K W. Structure, function and regulation of nitrate reductase in higher plants [J]. *Physiologia Plantarum*, 1992, 84(4): 616-624.