

# 烤烟连作、烤烟—玉米轮作对烟叶品质和土壤养分的影响

张 艳

(重庆烟草科学研究所,重庆 400715)

**摘要:**为明确烤烟轮作、连作对烟叶品质及土壤养分的影响,进行了6 a烤烟连作、烤烟—玉米轮作试验,比较了不同种植模式下烟叶产量和烤烟病害发生情况的差异,并测定了烟叶化学成分及土壤氮、磷、钾含量。结果显示:在烤烟连作和烤烟—玉米轮作2种模式下,烟叶产量、化学成分含量以及病害发生率均无显著差异,但烤烟连作下烟叶产量平均年度变异系数明显低于烤烟轮作;2种种植模式下土壤有机质含量和全量氮、磷、钾含量无显著差异,但不同种植模式下速效氮、磷、钾含量在试验前后的变化情况不同,其中速效氮含量在烤烟连作下比试验前略有降低,烤烟—玉米轮作中则略有增加,速效磷、钾的变化与之相反,特别是烤烟—玉米轮作中速效钾含量较试验前显著降低。与试验前土壤速效养分比例(1:0.09:1.81)相比,耕作6 a后,连作烟地速效养分比例(1:0.12:2.17)较烤烟—玉米轮作(1:0.09:1.40)更接近烤烟生长适宜速效养分比例(1:0.55:2.40)。因此,简单的轮作特别是与施肥量较高的作物轮作,不能从根本上改善土壤养分比例,提高烟叶产量和品质。

**关键词:**烤烟;连作;轮作;烟叶品质;土壤养分

**中图分类号:** S572      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2014)08-0045-05

## Effects of Rotation and Continuous Cropping Systems on Quality of Tobacco and Soil Nutrients

ZHANG Yan

(Chongqing Institute of Tobacco Science, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** In order to explicit the effect of rotational cropping and continuous cropping on tobacco quality and soil nutrients, a continuous 6-year field experiment was carried out. Yield, chemical composition contents and disease occurrence of tobacco and soil nitrogen, phosphorus and potassium were analyzed in two different cropping systems. The results showed that there were no significant differences in yield, chemical composition contents and disease occurrence of tobacco between tobacco-maize rotation system and continuous tobacco cropping system. However, annual variation coefficient of tobacco yield in continuous cropping system was significantly lower than that in rotation system. There were no significant changes in the organic matter content and the contents of total N, P, K after 6-year cultivation between rotation system and continuous cropping system. But the change of available N, P and K were varied with cropping patterns. Content of available N decreased slightly in continuous cropping system, but showed increased slightly in

收稿日期:2014-02-12

基金项目:贵州省烟草专卖局重大科技攻关项目(2006-04)

作者简介:张 艳(1982-),女,河北邯郸人,农艺师,博士,主要从事烟草育种与栽培生理研究。

E-mail: zhangyan508508@163.com

tobacco-maize rotation system. Change of available P and K were just contrary to that of available N, and content of available K even showed decreased significantly in tobacco-maize rotation system. After 6-year cultivation, available nutrient proportion in continuous cropping system was 1 : 0.12 : 2.17, which is more closer to the suitable value, 1 : 0.55 : 2.40, compared to that in rotation system. Therefore, not all rotational cropping is effective. Some rotation crops, particularly those with high fertilizer application, have no obvious effect on improving the proportion of soil nutrients and tobacco yield and quality.

**Key words:** tobacco; continuous cropping; rotational cropping; tobacco quality; soil nutrients

生产上,烤烟品质既受控于遗传因子,也受外界环境条件和栽培措施的制约。在特定的环境下,氮、磷、钾的管理是影响烟叶品质最直接、最重要的栽培措施,也是我国烟叶品质重要的限制因子之一,其对烟叶产量、产值的贡献率分别达 39%、47%<sup>[1-2]</sup>。其中氮素是影响烟叶产量和品质最重要的元素,其对产量、品质的贡献率分别为 45%、33%,钾素对烤烟品质的影响仅次于氮<sup>[3]</sup>。虽然我国烤烟生产极为重视氮、磷、钾管理,大部分烟区推广配方平衡施肥,但是绝大部分烟区肥料施用量为氮(N) 90~135 kg/hm<sup>2</sup>、磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 60~135 kg/hm<sup>2</sup>、钾(K<sub>2</sub>O) 180~330 kg/hm<sup>2</sup>,远高于烤烟生长吸收量[每形成 100 kg 烟叶(干质量)约吸收氮 2.31~2.55 kg、磷 1.16~1.53 kg、钾 4.83~6.37 kg],并引起植烟土壤中氮、磷、钾含量均出现不同程度的累积。然而,与高施肥量相矛盾的是,烤烟的养分吸收率仅为 30%左右,而且烤烟生长吸收的氮、磷、钾 50%以上来源于土壤(氮 59.8%~90.89%、磷 85%、钾 50%),大量施用肥料不仅造成资源浪费、加重环境污染,还为人工调控养分带来极大的障碍<sup>[4-12]</sup>。

烤烟与其他作物轮作被认为是提高土壤肥力、平衡土壤养分比例、改善烤烟生长小环境的重要措施<sup>[13-15]</sup>。我国云南、贵州等主要烤烟种植区正积极推广烤烟—玉米轮作、烤烟—蔬菜轮作<sup>[16]</sup>等种植模式,试图通过轮作改变土壤的氮、磷、钾累积,改善烤烟生长小环境。但在实际生产中,烤烟—玉米和烤烟—水稻轮作并没有从根本上提高烤烟产量,且烟叶品质仍然呈现下降趋势。鉴于此,通过长达 6 a 的田间试验,对比研究烤烟连作、玉米—烤烟轮作对烟叶产量、品质和土壤养分含量的影响,旨在为烤烟生产过程中合理安排轮作、生产优质烤烟提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

试验于 2004—2009 年在贵州省遵义县三叉镇进行,试验田为当地长期植烟地块,土壤为贵州烟区

具有代表性的灰岩黄壤,土壤基本理化性质见表 1。供试烤烟品种为 K326。

表 1 供试土壤基本理化性质

pH	有机质/ (g/kg)	全氮/ (g/kg)	全磷/ (g/kg)	全钾/ (g/kg)	速效氮/ (mg/kg)	速效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)
5.83	28.91	1.68	0.44	17.95	150.00	14.71	271.81

### 1.2 试验设计

试验设 2 个处理,分别为烤烟—玉米轮作和烤烟连作,夏季种植烤烟或玉米,冬季休闲。小区面积 72 m<sup>2</sup>,每小区种烟 6 行,每行 21 株,行距 110 cm、株距 60 cm,重复 3 次,于同一地块随机排列。烤烟、玉米的栽培、施肥和管理同当地大田生产。其中,烤烟施肥量为 N 97.5 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 255 kg/hm<sup>2</sup>,玉米施肥量为 N 169.5 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 81 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 150 kg/hm<sup>2</sup>。试验于 2004—2009 年共种植 6 a,2009 年度 2 个处理皆种植烤烟。

### 1.3 采样与测定

烟叶初烤后,分处理按照国家烤烟分级标准<sup>[17]</sup>分级,称质量,计算产量和中、上等烟比例。分处理取 C<sub>3</sub>F 等级烟叶,常规方法<sup>[18]</sup>测定总糖、还原糖、总氮、烟碱、蛋白质、钾、氯含量。

移栽前、收获后采集 0~20 cm 耕层土壤,常规方法<sup>[19]</sup>分析土壤有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、速效钾含量。

数据用 SPSS 11.01 进行统计分析,差异均为 5%显著水平。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同植烟模式对烤烟产量和中上等烟比例的影响

由表 2 可见,烤烟连作、烤烟—玉米轮作的烤烟产量均表现为 2009 年最高,2007 年次之,2005 年最低,连作、轮作烤烟的产量均无显著差异,而连作地烤烟平均产量(2 075.68 kg/hm<sup>2</sup>)高于轮作(2 017.75 kg/hm<sup>2</sup>),烟叶产量平均年度变异系数轮作(0.24)明显高于连作(0.10)。

表 2 不同种植模式下烤烟产量

种植模式	2005 年		2007 年		2009 年	
	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	变异系数	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	变异系数	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	变异系数
烤烟连作	1 764.77±319.70a	0.18	2 107.70±91.43a	0.04	2 354.57±189.87a	0.08
烤烟—玉米轮作	1 747.40±701.09a	0.40	2 069.28±336.19a	0.16	2 236.58±343.92a	0.15

注:不同字母表示在 0.05 水平上差异显著,相同字母表示差异不显著,下同。

由表 3 可以看出,3 a 上等烟、中上等烟比例均为 2009 年最高,2007 年次之,2005 年最低,但 3 a 中烤烟连作上等烟、中上等烟比例均略高于轮作。

2 种植模式下上等烟比例变异系数均高于中上等烟比例,轮作中上等烟比例的平均变异程度(0.20)则略高于连作(0.06)。

表 3 不同种植模式下烤烟上等烟、中上等烟比例及其变异系数

种植模式	2005 年				2007 年				2009 年			
	上等烟比例/%	变异系数	中上等烟比例/%	变异系数	上等烟比例/%	变异系数	中上等烟比例/%	变异系数	上等烟比例/%	变异系数	中上等烟比例/%	变异系数
烤烟连作	15.65	0.43	49.48	0.11	30.36	0.08	86.77	0.04	37.11	0.06	87.77	0.03
烤烟—玉米轮作	15.02	0.68	48.31	0.47	25.21	0.21	80.42	0.06	34.46	0.14	84.17	0.08

2.2 不同植烟模式对烤烟病害发生率的影响

从表 4 可以看出,试验期间主要发生病害为赤星病和花叶病,其中 2005 年为赤星病,2007 年为花叶病,2009 年则无病害发生,连作与轮作病害发生率无明显差异。结合表 2、3 可以看出,烟叶产量、中

上等烟比例均受到病害的影响,其中 2005 年因赤星病发病率超过 30%,连作、轮作烟叶产量仅 1 764.77 kg/hm<sup>2</sup>、1 747.40 kg/hm<sup>2</sup>,中上等烟比例仅为 49.48%、48.31%,但无论是否发生病害,连作烟叶产量、中上等烟比例均高于轮作。

表 4 不同种植模式下烤烟的发病率与发病指数

种植模式	病害	2005 年		2007 年		2009 年	
		发病率/%	发病指数	发病率/%	发病指数	发病率/%	发病指数
烤烟连作	赤星病	30.21	16.57	0	0	0	0
	花叶病	0	0	8.82	6.44	0	0
	青枯病	0	0	0	0	0	0
	黑茎病	0	0	0	0	0	0
烤烟—玉米轮作	赤星病	32.32	17.67	0	0	0	0
	花叶病	0	0	10.70	6.45	0	0
	青枯病	0	0	0	0	0	0
	黑茎病	0	0	0	0	0	0

2.3 不同植烟模式对烤烟烟叶化学成分的影响

由图 1 可见,耕作 6 a 后,轮作、连作烟叶各化学成分含量均无显著差异,且轮作烟叶总糖(29.87%)、还原糖(22.41%)、总氮(2.22%)、烟碱(3.74%)含量均略高于连作(总糖 28.62%、还原糖

21.67%、总氮 2.04%、烟碱 3.64%),烟叶蛋白质(6.74%)、钾(1.68%)含量则略低于连作(蛋白质 7.13%、钾含量 1.84%),二者氯含量相当,均为 0.30%。施木克值和糖碱比则表现为轮作(4.37、7.89)与烤烟连作(4.01、7.77)无明显差异。

2.4 不同植烟模式对土壤有机质和氮、磷、钾含量的影响

由表 5 可见,无论是烤烟连作还是烤烟—玉米轮作,耕作 6 a 后土壤有机质和氮、磷、钾全量养分含量均无显著差异。与试验前土壤相比,耕作 6 a 后,土壤速效氮含量烤烟连作(131.48 mg/kg)比试验前(150.00 mg/kg)略有降低,轮作则略有增加(156.28 mg/kg);速效磷含量为连作略有增加,轮作略有降

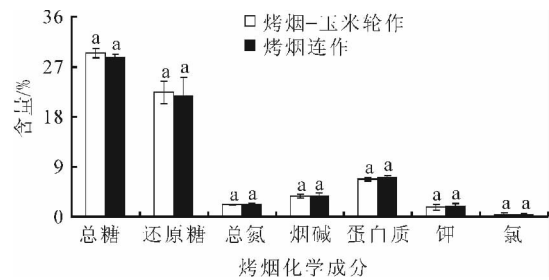


图 1 不同种植模式下烤烟的烟叶化学成分(2009 年)

低;速效钾含量则为连作略有增加,轮作显著降低。

耕作 6 a 后,土壤速效氮、磷、钾含量之比因种植模式不同发生了不同程度的变化,试验前土壤速效养分含量比例为 1 : 0.09 : 1.81,连作 6 a 后为

1 : 0.12 : 2.17,轮作 6 a 后为 1 : 0.09 : 1.40。与烤烟生长适宜的速效氮、磷、钾含量比例(1 : 0.55 : 2.40)相比,烤烟连作、烤烟—玉米轮作土壤均有一定的差距,但烤烟连作更趋近于适宜值。

表 5 不同种植模式下土壤有机质及氮、磷、钾含量

种植模式	有机质/ (g/kg)	全氮/ (g/kg)	全磷/ (g/kg)	全钾/ (g/kg)	速效氮/ (mg/kg)	速效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)
试验前	28.91a	1.68a	0.44a	17.95a	150.00a	14.71a	271.81a
烤烟连作	28.59a	1.67a	0.50a	17.31a	131.48a	15.54a	285.19a
烤烟—玉米轮作	28.40a	1.64a	0.50a	18.01a	156.28a	14.39a	216.39b

注:烤烟连作、烤烟—玉米轮作数据为 2009 年测定。

### 3 结论与讨论

本试验结果表明,在灰岩黄壤上种植烤烟,无论是与玉米轮作还是连作,烤烟的产量、化学成分的含量均无显著差异,但烤烟连作烟叶产量平均年度变异系数明显低于烤烟轮作;无论是烤烟连作还是轮作,土壤有机质和全量氮、磷、钾养分含量均无显著差异,但速效氮、磷、钾含量因种植模式不同而呈现不同程度的变化,其中速效氮含量烤烟连作比试验前略有降低,烤烟—玉米轮作则略有增加,速效磷、速效钾变化与之相反,特别是烤烟—玉米轮作的速效钾含量显著降低。与试验前土壤速效养分比例(1 : 0.09 : 1.81)相比,耕作 6 a 后,连作烟地速效养分比例(1 : 0.12 : 2.17)较轮作(1 : 0.09 : 1.40)更接近烤烟生长的适宜比例(1 : 0.55 : 2.40)。

前人研究认为,烤烟长期连作,土壤全量养分变化不大,速效氮、磷、钾不同程度增加,特别是磷、钾增加较多,三者比例发生改变,引起养分失调,从而影响烟株生长,造成烟叶减产<sup>[20-22]</sup>,而玉米、水稻等禾本科作物从土壤中吸收的氮素较多,吸收的钾素较少,烤烟与之轮作则是改善土壤养分比例、提高烟叶品质的重要手段。本研究中,烤烟连作土壤速效氮略有减少,速效磷、钾增加较多,与前人研究结果相同,但土壤速效氮、磷、钾比例(1 : 0.12 : 2.17)则较试验前(1 : 0.09 : 1.81)更接近烤烟生长适宜比例(1 : 0.55 : 2.40);而烤烟—玉米轮作土壤速效氮、磷、钾比例(1 : 0.09 : 1.40)中,氮、磷比未发生变化,钾则明显降低,偏离烤烟生长适宜比例。实际生产中烤烟施用氮、磷、钾之比约为 1 : 0.60 : 2.60,接近烤烟生长适宜比例,因此,长期施用氮、磷、钾后有利于促进土壤速效氮、磷、钾比例更适合烤烟生长需求,而玉米的理论氮、磷、钾需求比例约为 1 : 0.48 : 0.80,需氮量高于磷、钾,因此在实际生产中也重氮轻磷、钾,从而引导土壤速效氮、磷、钾

比例趋于适宜玉米生长需求。张翔等<sup>[23]</sup>对河南省种植不同作物的烟田土壤养分现状分析也发现,土壤速效氮含量由高到低排列为玉米、甘薯、其他作物、豆类 and 烟草;土壤速效磷含量为玉米>烤烟、其他>甘薯、豆类;土壤速效钾含量以烟草最高。

整体来说,连作、轮作土壤速效养分比例与烤烟生长适宜值还有很大差距,这是由于土壤中速效氮居高不下,过高的速效氮水平导致速效磷、氮比值较低。国外烤烟生产大国普遍采用 3~4 a 的烤烟—牧草—牧草—烤烟或烤烟—玉米—牧草—牧草—烤烟轮作,以吸收土壤中过多的氮<sup>[24]</sup>,而我国推行的烤烟—玉米、烤烟—水稻、烤烟—蔬菜等轮作制度对轮作作物的经济产量、产值追求较高,生产中非常重视氮、磷、钾的施用,因此不仅不能吸收土壤中过多的氮,反而不断为土壤补充不同量的氮、磷、钾。已有研究发现,整个玉米生长期以追施碳铵、尿素等单一纯氮化肥为主,致使土壤中氮素残留量大,引起烤烟生长前期发棵慢,后期贪青晚熟、落黄差,难烘烤,不仅影响烤烟产量,还影响烟叶的质量<sup>[25-26]</sup>。显然,简单地推行烤烟—玉米、烤烟—水稻、烤烟—蔬菜等轮作并不能改善土壤速效氮、磷、钾比例,还直接影响烤烟的产量、品质。因此,要改变烤烟生产现状必须对烤烟连作、烤烟轮作过程中养分供应进行调控。

#### 参考文献:

- [1] 谷海红,李岩,刘宏斌,等.土壤氮素矿化及其对烤烟品质的影响研究进展[J].中国农学通报,2008,24(10):327-333.
- [2] 张晓龙,张劲松,蒋美红,等.有机无机配方施肥对烤烟 NC102 产量与品质的影响[J].现代农业科技,2010(3):38-41.
- [3] Collins W K, Hawks S N. Principles of flue-cured tobacco production[M]. Raleigh N C: North Carolina State University,1994.
- [4] 黄建国.植物营养学[M].北京:中国林业出版社,2004.

(下转第 116 页)

工作,疫病于发病初期可用 90%乙磷铝可湿性粉剂 500 倍液,或 72%普力克水剂 1 000 倍液防治<sup>[8-12]</sup>。

#### 4.6 科学收割

平丰 9 号韭菜露地栽培,春季生长早,3 月下旬可收割第 1 刀,一般 28~35 d 收割 1 茬,全年收割 6~7 茬,年产鲜韭 165 000 kg/hm<sup>2</sup> 左右。注意收割刀口要平,深浅适当。坚持刀刀追肥的原则,割后 2~3 d 及时追肥、中耕和浇水。

#### 参考文献:

- [1] 尹守恒,刘宏敏.韭菜[M].郑州:河南科学技术出版社,2007:8.
- [2] 吴聚红,李向前.浅析我国韭菜的生产现状及发展趋势[J].农业科技通讯,2006(9):10-11.
- [3] 高国训,顾自豪,吴慧中,等.日本韭菜优质生产及启示[J].长江蔬菜,2002(1):10-11.
- [4] 李守军,王娟,罗育,等.韭菜生产中存在的问题及解决途径[J].现代化农业,2003(9):16.
- [5] 刘宏敏,张明,李延龙,等.韭菜种质资源 DNA 指纹库构建与聚类分析[J].河南农业科学,2011,40(8):164-168.
- [6] 张明,李延龙,王贞,等.基于 ISSR 标记的韭菜种质资源遗传多样性初探[J].西北农业学报,2012,21(1):146-150.
- [7] 李万昌,乔保健,王俊伟,等.基于 RAPD 技术的韭菜品种间遗传多样性分析[J].河南农业科学,2012,41(3):116-119.
- [8] 陆俊贤.韭菜高产栽培技术[J].现代农业科技,2013(17):127.
- [9] 张留江,李荣博.韭菜病虫害无害化防治技术[J].天津农业科学,2009,15(6):87-89.
- [10] 李金华.韭菜常见病虫的发生与防治[J].现代农业科技,2013(10):123.
- [11] 李润华.韭菜病虫害无公害防治技术[J].现代农业科技,2012(10):176.
- [12] 孙延国,李金华,王俊红.韭蛆综合防治技术[J].现代农业科技,2011(20):187.
- [13] 侯雪坤.应用同位素<sup>15</sup>N、<sup>32</sup>P 对烤烟氮、磷、钾营养规律的研究[D].沈阳:东北农业大学,1993.
- [14] 宋国菡,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(4):32-34.
- [15] 雷永和,殷端.应用<sup>86</sup>Rb 研究烤烟的钾素营养效应[J].烟草科技,1997(6):31-34.
- [16] 邹高寿,杨友才.氮磷钾用量及配比对烟叶质量的影响试验[J].现代农业科技,2009(22):25-26.
- [17] 罗斐,杨承.钾素营养调节剂对烤烟产质量的影响研究[J].现代农业科技,2010(6):75.
- [18] 袁美莲,祝金虹,郑立华.不同施肥处理对烤烟产量和品质效果影响试验[J].现代农业科技,2009(8):117.
- [19] 欧清华.根外追施钾肥对烤烟产质量的影响研究进展[J].天津农业科学,2013,19(7):30-34.
- [20] 张仁椒,陈雪芸,李春英,等.土壤有效磷水平对烤烟生长及磷素营养的影响[J].福建农林大学学报,2008,37(2):117-121.
- [21] 黄光荣.不同轮作方式对烤烟病虫害及产量品质的影响[J].河南农业科学,2009(5):40-42.
- [22] 尹春芹,元野,王宏燕,等.不同轮作方式与施肥处理对东北烤烟化学成分和经济性状的影响[J].河南农业科学,2009(10):66-70.
- [23] 宁禹,焦永吉,杨建新,等.不同前作对烤烟土壤健康状况的影响[J].河南农业科学,2013,42(10):46-50.
- [24] 李天福,王彪,王树会.云南烤烟轮作现状分析与保障措施[J].中国烟草科学,2006,27(2):48-51.
- [25] 国家烟草专卖局.GB/T 18771.1-2002 烟草栽培、调制与分级[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [26] 肖协忠.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,1997.
- [27] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [28] 王连君,谷思玉.烤烟连作对土壤养分的影响[J].烟草科技,2004(9):40-42.
- [29] 刘方,何腾兵,刘元生,等.长期连作黄壤烟地养分变化及其施肥效应分析[J].烟草科技,2002(6):30-33.
- [30] 晋艳,杨宇虹,段玉琪,等.烤烟轮作连作对烟叶产量质量的影响[J].西南农业学报,2004,17(1):267-271.
- [31] 张翔,范艺宽,黄元炯,等.河南省不同茬口烟田土壤养分状况评价[J].中国烟草学报,2009,15(6):31-36.
- [32] Collins W K, Hawks S N.烤烟生产原理[M].陈江华,杨国安,译.北京:科学技术文献出版社,1995.
- [33] 陈玉仓,马会民,关皎芳.平陆烤烟施氮量试验[J].山西农业科学,2007,35(3):59-61.
- [34] 周宽余,韩国彪.不同施氮量对烤烟生产的影响[J].山西农业科学,1998,26(2):58-59.

(上接第 48 页)