

# 不同轮作模式对烤烟前茬土壤养分、根系活力及烟叶质量的影响

郭芳阳<sup>1</sup>,吴照辉<sup>1</sup>,阎小毛<sup>1</sup>,李建华<sup>2</sup>,韩会阁<sup>1</sup>,王兆双<sup>1</sup>,曹晓涛<sup>3</sup>,刘巧真<sup>1\*</sup>  
(1. 河南省农业科学院 烟草研究所,河南 许昌 461000; 2. 河南省烟草公司许昌市公司,河南 许昌 461000; 3. 许昌市烟草公司襄城县分公司,河南 襄城 461700)

**摘要:** 为探索烤烟适宜的轮作模式,完善以烤烟为主的种植制度,研究了小麦—玉米—烤烟(M1)、小麦—花生—烤烟(M2)、小麦—大豆—烤烟(M3)、小麦—芝麻—烤烟(M4)、小麦—红薯—烤烟(M5)、烤烟—大麦绿肥—烤烟(M6)、烤烟—冬闲—烤烟(M7)7种模式对烤烟前茬土壤养分、根系活力及烟叶质量的影响。结果表明,M1模式烤烟前茬土壤碱解氮含量较高(88.14 mg/kg),水溶性氯含量最高(32.08 mg/kg),烤烟根系活力较低,烟叶质量较差;M2模式碱解氮含量较高(73.17 mg/kg),速效磷含量最低(10.04 mg/kg),根系活力前期低后期高,烟叶质量最差;M3模式碱解氮含量较高(76.94 mg/kg),烤烟根系活力一般,烟叶质量较差;M4模式碱解氮含量适中(63.98 mg/kg),根系活力较高,烟叶质量中等;M5模式碱解氮含量适宜(68.70 mg/kg),速效磷含量最高(17.36 mg/kg),烟叶质量好;M6模式碱解氮含量适宜(63.20 mg/kg),根系活力较低,烟叶质量较好;M7模式碱解氮含量适宜(67.03 mg/kg),根系活力较低,烟叶质量中等。综上,M4、M5、M6为烤烟适宜的轮作模式,M7(连作年限2 a)为较适宜模式,M1、M3为较不适宜模式,M2为不适宜模式。

**关键词:** 烤烟;轮作模式;土壤养分;根系活力;烟叶质量

**中图分类号:** S572      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2017)05-0045-06

## Effects of Different Rotation Patterns on Previous Crop Soil Nutrient, Root Activity and Leaf Quality of Flue-cured Tobacco

GUO Fangyang<sup>1</sup>, WU Zhaohui<sup>1</sup>, YAN Xiaomao<sup>1</sup>, LI Jianhua<sup>2</sup>, HAN Huige<sup>1</sup>,  
WANG Zhaoshuang<sup>1</sup>, CAO Xiaotao<sup>3</sup>, LIU Qiaozhen<sup>1\*</sup>

(1. Tobacco Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Xuchang 461000, China; 2. Xuchang Branch of Henan Provincial Tobacco Company, Xuchang 461000, China; 3. Xiangcheng Branch of Xuchang Tobacco Company, Xiangcheng 461700, China)

**Abstract:** To explore the appropriate rotation patterns and improve the cropping system of flue-cured tobacco, the effects of 7 patterns [wheat-corn-flue-cured tobacco (M1), wheat-peanuts-flue-cured tobacco (M2), wheat-soybeans-flue-cured tobacco (M3), wheat-sesame-flue-cured tobacco (M4), wheat-sweet potato-flue-cured tobacco (M5), flue-cured tobacco-barley green manure-flue-cured tobacco (M6) and flue-cured tobacco-winter fallow-flue-cured tobacco (M7)] on the previous crop soil nutrients, root activity and leaf quality of flue-cured tobacco were studied. The results showed that M1 had higher content of alkali-hydrolyzed nitrogen (88.14 mg/kg), highest content of water soluble chloride (32.08 mg/kg), lower root activity and poorer leaf quality; M2 had higher content of available nitrogen (73.17 mg/kg),

收稿日期:2016-12-22  
基金项目:中国烟草总公司河南省公司科技计划项目(HYKJ201404, HYKJ201004, HYKJZD201503);中国烟草总公司重大专项(110200902031)  
作者简介:郭芳阳(1965-),男,河南杞县人,副研究员,本科,主要从事烟草栽培技术研究。E-mail:ycsgfy@163.com  
\* 通讯作者:刘巧真(1981-),女,河南开封人,助理研究员,硕士,主要从事烟草栽培研究。E-mail:liuqiaozhen19@126.com

lowest content of available phosphorus (10.04 mg/kg),former low-later high root activity and poorest leaf quality; M3 had higher content of alkali-hydrolyzed nitrogen (76.94 mg/kg),medium root activity and poorer leaf quality; M4 had medium content of alkali-hydrolyzed nitrogen (63.98 mg/kg),higher root activity and medium leaf quality; M5 had appropriate content of available nitrogen (68.70 mg/kg),highest content of available phosphorus (17.36 mg/kg) and better leaf quality; M6 had appropriate content of available nitrogen (63.20 mg/kg),lower root activity and good leaf quality; M7 had appropriate content of available nitrogen (67.03 mg/kg),lower root activity and medium leaf quality. This research indicated that M4,M5 and M6 were the suitable rotation patterns for flue-cured tobacco,M7 (continuous cropping within 2 a) was the next,M1 and M3 were less suitable,and M2 was unsuitable.

**Key words:** flue-cured tobacco; rotation patterns; soil nutrients; root activities; tobacco leaf quality

烤烟与其他作物轮作被认为是提高土壤肥力、平衡土壤养分和改善作物生长环境的重要措施。合理轮作既可以为烟草的生长创造良好的土壤环境条件,又可以减少烟田病虫害,提高烟叶产量与品质<sup>[1]</sup>。由于作物根系分泌物和施肥特性的不同,即使是在轮作条件下,选择哪一种作物作为前茬作物对提高后作烤烟烟叶质量也非常关键<sup>[2]</sup>。关于烤烟轮作对土壤特性和烟叶质量的影响研究报道较多。赵会纳等<sup>[3]</sup>在贵州烟区研究了烤烟与小麦、玉米、油菜、红苕、绿肥配置的4种轮作模式对烟叶质量的影响,结果表明,烤烟—油菜—红苕—绿肥—烤烟轮作烟叶质量较高;程贵敏等<sup>[4]</sup>研究了烟稻轮作对土壤养分和烟叶化学成分的影响,结果表明,与连作相比,轮作土壤有机质含量上升、有效钾含量下降,烟碱含量下降、糖含量上升;张艳<sup>[5]</sup>研究了烤烟与玉米轮作对烟叶品质和土壤养分的影响,认为烤烟与玉米轮作速效氮含量稍有增加,速效磷、钾含量下降,与施肥量较高的作物轮作不能提高烟叶品质。现有研究多集中在烤烟轮作、连作对土壤养分和烟叶质量的影响<sup>[6-8]</sup>,同时,轮作种植中多以绿肥、玉米、红薯为主要前茬,缺少花生、大豆、芝麻等前茬的相关研究,并且不同作物轮作后对烤烟根系活力的影响研究报道较少。

河南是浓香型烤烟的重要产区,历史上与烤

烟轮作倒茬的前茬作物主要是红薯、芝麻、谷子,但随着农业种植结构的调整,玉米、大豆等前茬作物与烤烟轮作面积增加,在此情况下,如何结合河南农业种植结构实际,探索多种作物配置轮作模式对土壤养分以及烟叶质量的影响,以提高河南浓香型烟叶质量,是需要解决的问题。鉴于此,以烤烟—冬闲—烤烟(连作)为对照,研究了小麦—玉米—烤烟、小麦—花生—烤烟、小麦—大豆—烤烟、小麦—芝麻—烤烟、小麦—红薯—烤烟、烤烟—大麦绿肥—烤烟6种轮作模式对烤烟前茬土壤养分、烤烟根系活力及烟叶质量的影响,以确定适宜的轮作模式和轮作作物配置,完善以烤烟为主的种植制度。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验安排在河南省农业科学院烟草研究所试验田,土壤为潮土,地势平坦。小麦使用复合肥(25-12-8,含氯),玉米使用复合肥(24-10-6,含氯),大豆、花生、芝麻、红薯、烤烟使用烟草复合肥(10-10-20);烤烟其他肥料使用硫酸钾、重钙和硝酸钾。烤烟品种为中烟100,漂浮育苗。2013年小麦和烤烟收获后土壤养分含量见表1(烤烟茬土壤养分为当年9月收烤结束后土壤养分含量)。

表 1 小麦和烤烟收获后土壤养分含量

| 前茬作物 | pH   | 有机质/(g/kg) | 碱解氮/(mg/kg) | 速效磷/(mg/kg) | 速效钾/(mg/kg) | 水溶性氯/(mg/kg) |
|------|------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 小麦   | 8.10 | 12.3       | 67.94       | 12.57       | 131.50      | 24.14        |
| 烤烟   | 8.12 | 12.1       | 68.31       | 13.20       | 135.20      | 23.40        |

1.2 试验设计

设计6个轮作模式:小麦—玉米—烤烟(M1)、小麦—花生—烤烟(M2)、小麦—大豆—烤烟(M3)、小麦—芝麻—烤烟(M4)、小麦—红薯—烤烟(M5)、烤烟—大麦绿肥—烤烟(M6,绿肥在10月4日播种,次年3月25日掩青),以烤烟—冬闲—烤烟

(M7,连作)为对照。2013年小麦收获后分别种植玉米、花生、大豆、芝麻、红薯,烤烟收获后分别休闲、种植大麦绿肥;次年均种植烤烟。烤烟前茬每个作物小区面积100 m<sup>2</sup>,3次重复。小麦施肥量:N 150 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 72 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 48 kg/hm<sup>2</sup>;玉米、花生、大豆、芝麻、红薯按照常规施肥量施肥,其中,玉米施肥量

为 N 180 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 45 kg/hm<sup>2</sup>,花生施肥量为 N 11.25 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 11.25 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 22.5 kg/hm<sup>2</sup>,大豆施肥量为 N 3.75 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 3.75 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 7.5 kg/hm<sup>2</sup>;芝麻、红薯施肥量均为 N 15 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 30 kg/hm<sup>2</sup>;绿肥不施肥。玉米、花生、大豆茬烤烟的施肥量均为 N 30 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 45 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 90 kg/hm<sup>2</sup>,2013 年种植烤烟和 2014 年芝麻、红薯、休闲、绿肥茬烤烟的施肥量均为 N 60 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 90 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 180 kg/hm<sup>2</sup>。

1.3 样品采集、测定项目与方法

最后季烤烟种植前(3月26日,烟田未起垄),各小区根据5点取样法取0~20 cm土壤样品,测定土壤养分含量;在移栽后30 d(团棵期)、60 d(现蕾期)、90 d(成熟期),每小区取代表性2株烟株整根冲洗后冷冻保存,测定根系活力;收烤结束后,每小区取C<sub>3</sub>F等级烟叶样品1.5 kg测定化学成分,并对每处理烟叶进行外观质量和感官质量评价。

土壤有机质、pH值、碱解氮、速效钾、速效磷、水溶性氯含量测定参照《土壤农化分析》<sup>[9]</sup>;根系活力(氯化苯基四唑还原强度)测定采用TTC法<sup>[10]</sup>;烟叶总糖、还原糖、烟碱、钾、氯含量测定参照文献<sup>[11-13]</sup>

;烟叶外观质量评定参照文献<sup>[14]</sup>;烟叶感官质量评价参照烟草行业标准<sup>[15]</sup>。

1.4 数据处理与分析

采用 Excel 2010、DSP 软件进行试验数据整理与统计分析,采用 Duncan 氏新复极差方法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同轮作模式烤烟前茬土壤的养分含量

不同轮作模式肥料投入量和采用不同的轮作作物,是影响土壤养分含量的主要因素。由表2可见,各轮作模式间烤烟前茬结束后土壤pH值和有机质含量差别较小,碱解氮、速效磷、速效钾和水溶性氯含量差别较大。其中,烤烟前茬玉米茬(M1处理)土壤碱解氮含量为88.14 mg/kg,明显高于其他茬口,芝麻、大麦绿肥和连作烤烟茬土壤碱解氮含量相对较低;红薯茬土壤速效磷含量较高,花生茬则较低;红薯茬速效钾含量偏低,其他茬口含量一般;玉米茬水溶性氯含量超过了植烟土壤氯含量30 mg/kg的限定要求<sup>[16]</sup>。从烤烟要求的土壤养分含量分析,玉米茬碱解氮和水溶性氯含量较高,对烤烟种植不利。

表 2 不同轮作模式烤烟前茬的土壤养分含量

| 处理 | pH    | 有机质/(g/kg) | 碱解氮/(mg/kg) | 速效磷/(mg/kg) | 速效钾/(mg/kg) | 水溶性氯/(mg/kg) |
|----|-------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| M1 | 7.92a | 11.4a      | 88.14a      | 12.50b      | 123.12b     | 32.08a       |
| M2 | 8.01a | 11.9a      | 73.17a      | 10.04b      | 124.79b     | 21.00b       |
| M3 | 8.07a | 12.6a      | 76.94a      | 11.13b      | 134.52a     | 19.05b       |
| M4 | 8.18a | 12.4a      | 63.98b      | 13.87b      | 133.08a     | 24.98ab      |
| M5 | 8.15a | 11.8a      | 68.70b      | 17.36a      | 110.99b     | 22.79b       |
| M6 | 8.06a | 11.7a      | 63.20b      | 15.83a      | 123.84b     | 22.51b       |
| M7 | 8.09a | 12.3a      | 67.03b      | 14.69a      | 132.60a     | 23.70b       |

注:M7对应的数据为经过冬闲后的土壤养分含量;同列不同小写字母表示在0.05水平上差异显著,下同。

由表3可见,7个种植模式烤烟前茬种植前后土壤有机质含量变化较小;芝麻、大麦绿肥种植后较种植前以及冬闲后较冬闲前土壤碱解氮含量降低,其他茬口作物种植后土壤碱解氮含量升高,尤其玉

米茬增加较多;花生、大豆、玉米种植后较种植前土壤速效磷含量减少,其他茬口种植后土壤速效磷含量升高;大豆、芝麻茬种植后较种植前土壤速效钾含量增加,其他茬口作物种植后土壤速效钾含量降低,

表 3 不同轮作模式烤烟前茬种植后较种植前土壤养分含量的变化量

| 处理 | pH     | 有机质/(g/kg) | 碱解氮/(mg/kg) | 速效磷/(mg/kg) | 速效钾/(mg/kg) | 水溶性氯/(mg/kg) |
|----|--------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| M1 | -0.18a | -0.9a      | 20.20a      | -0.07ab     | -8.38c      | 7.94a        |
| M2 | -0.09a | -0.4a      | 5.23a       | -2.53b      | -6.71c      | -3.14c       |
| M3 | -0.03a | 0.3a       | 9.00a       | -1.44b      | 3.02a       | -5.09c       |
| M4 | 0.08a  | 0.1a       | -3.96b      | 1.30ab      | 1.58a       | 0.84b        |
| M5 | 0.05a  | -0.5a      | 0.76ab      | 4.79a       | -20.51d     | -1.35b       |
| M6 | -0.06a | -0.4a      | -5.11b      | 2.63a       | -11.36c     | -0.89b       |
| M7 | -0.03a | 0.2a       | -1.28ab     | 1.49ab      | -2.60b      | 0.30b        |

注:M7对应的数据为冬闲后减去冬闲前的土壤养分含量。

且红薯茬显著降低;玉米、芝麻种植后较种植前以及冬闲后较冬闲前土壤水溶性氯含量增加,其他 4 个茬口降低。玉米茬碱解氮、速效磷、速效钾含量的变化趋势与张艳<sup>[5]</sup>的研究结果基本一致。

2.2 不同轮作模式烤烟的根系活力

根系对作物的贡献不仅取决于根系的生长量,更取决于根系活力的强弱<sup>[17]</sup>。根系活力高,烟株生长良好。由表 4 可见,烤烟根系活力表现为现蕾期 > 成熟期 > 团棵期。团棵期 M1、M6 和 M7 处理烤烟根系活力低于其他处理;现蕾期 M7 和 M1 处理烤烟根系活力较低,M4 和 M5 处理较高;成熟期 M7 处理烤烟根系活力显著低于其他处理,而其他处理间差异不显著。可见,烤烟连作模式中烤烟的根系活力在 3 个生育时期一直较低;前茬为玉米的轮作模式中烤烟的根系活力前中期较低,成熟期则相对较高。

表 4 不同轮作模式烤烟不同生育时期的根系活力

| μg/(g·h) |         |          |         |
|----------|---------|----------|---------|
| 处理       | 团棵期     | 现蕾期      | 成熟期     |
| M1       | 159.72b | 223.81b  | 188.55a |
| M2       | 166.94a | 326.13a  | 208.57a |
| M3       | 163.47a | 291.94a  | 199.52a |
| M4       | 177.64a | 354.68a  | 196.67a |
| M5       | 178.89a | 350.90a  | 190.65a |
| M6       | 158.70b | 276.90ab | 184.20a |
| M7       | 149.31b | 235.16b  | 170.95b |

2.3 不同轮作模式烤烟的烟叶质量

2.3.1 外观质量 由表 5 可见,M5、M6 和 M4 处理烟叶成熟度较高,M4 和 M5 处理烟叶油分较多;各处理叶片结构为尚疏松至疏松;叶片颜色以橘黄色占比例较高,但 M1、M2 处理烟叶颜色较深;色度以 M1 处理较差,其他处理为中到强。M1、M2、M3 单叶质

表 5 不同轮作模式烟叶(C<sub>3</sub>F)的外观质量

| 处理 | 成熟度  | 油分   | 结构    | 橘柠棕色占比      | 色度  | 单叶质量/g |
|----|------|------|-------|-------------|-----|--------|
| M1 | 尚熟 - | 有 -  | 尚疏松 - | 90% F、10% R | 中 - | 18.4   |
| M2 | 尚熟 - | 有 -  | 尚疏松   | 90% F、10% R | 中   | 17.2   |
| M3 | 尚熟   | 有 -  | 疏松 -  | 80% F、20% L | 中   | 17.8   |
| M4 | 成熟   | 较多 - | 疏松    | 70% F、30% L | 强   | 15.1   |
| M5 | 成熟   | 较多 - | 疏松    | 70% F、30% L | 强   | 14.4   |
| M6 | 成熟   | 有 +  | 疏松 -  | 80% F、20% L | 强 - | 14.2   |
| M7 | 成熟 - | 有    | 疏松    | 80% F、20% L | 强 - | 14.7   |

注:F 表示橘黄色,L 表示柠檬黄色,R 表示红棕色。

量高于 M4、M5、M6、M7。总体评价认为,前茬为芝麻、红薯、大麦绿肥的轮作模式烟叶外观质量较好,而玉米和花生茬烟叶外观质量较差。

2.3.2 化学成分 由表 6 可见,M1、M2、M3 处理烟叶的总糖和还原糖含量偏低,烟碱含量偏高,烟叶氯含量大于 0.8%,超出了优质烤烟氯含量适宜范围

(0.3%~0.8%),其他处理含量适中;M7 处理烟叶钾含量较低,其他处理含量中等。综合分析认为,前茬为芝麻、红薯、大麦绿肥的轮作模式,烟叶总糖、还原糖、烟碱含量适中,钾氯比较高,化学成分协调性较好。

表 6 不同轮作模式烟叶(C<sub>3</sub>F)的化学成分

| 处理 | 总糖/%   | 还原糖/%  | 烟碱/%  | 钾/%   | 氯/%   | 钾氯比    |
|----|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| M1 | 20.1ab | 17.0ab | 2.97a | 1.27a | 1.12a | 1.29b  |
| M2 | 20.9ab | 17.2ab | 2.82a | 1.28a | 0.92a | 1.56a  |
| M3 | 19.7b  | 16.3b  | 2.91a | 1.32a | 0.89a | 1.63a  |
| M4 | 24.2a  | 21.3a  | 2.32b | 1.36a | 0.74b | 1.84a  |
| M5 | 23.7a  | 19.4a  | 2.42b | 1.21a | 0.71b | 1.70a  |
| M6 | 22.6a  | 18.8a  | 2.24b | 1.35a | 0.75b | 1.80a  |
| M7 | 23.2a  | 19.4a  | 2.17b | 1.07b | 0.72b | 1.48ab |

2.3.3 感官质量 各处理烤后烟叶的感官质量总分表现为 M5 > M6 > M7 > M4 > M1 > M3 > M2,其中,M5、M6、M7 处理烤后烟叶感官质量总分均大于 70 分,以红薯茬最好、花生茬最差(图 1)。香气量是评定烟叶质量的重要指标之一,一般香气量越多

越好,以香气充足为好<sup>[12]</sup>,M4、M5、M6、M7 处理烤后烟叶的香气量分值均在 6.8 分以上,以芝麻茬最好、花生茬最差(图 2)。综合考虑感官评吸总分值和香气量分值 2 个因素,前茬为红薯、大麦绿肥掩青的轮作模式烟叶感官质量较好,而玉米、花生、大豆

茬烟叶感官质量较差。

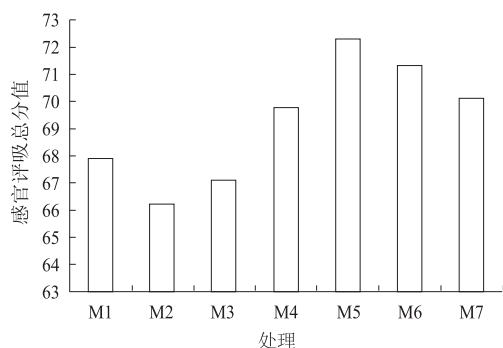


图1 不同轮作模式烟叶(C<sub>3</sub>F)感官质量评吸总分值

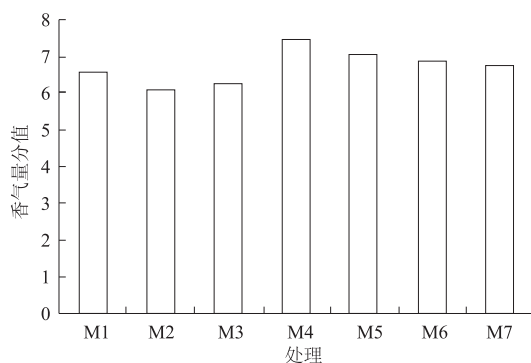


图2 不同轮作模式烟叶(C<sub>3</sub>F)感官评吸香气量分值

### 3 结论与讨论

土壤氮在烤烟营养中占有重要地位,全生育期吸收的氮素中约2/3来自于土壤氮<sup>[18]</sup>,但土壤氮升高对烤烟种植不利,玉米茬种植烤烟往往出现前期不发芽、后期贪青晚熟不落黄的现象<sup>[19]</sup>。从本研究结果来看,轮作模式中玉米种植后土壤碱解氮含量升高20.20 mg/kg,速效钾含量降低8.38 mg/kg,水溶性氯含量升高7.94 mg/kg,这与与张翔等<sup>[20]</sup>的研究结果一致,由于土壤营养不平衡原因,玉米茬烤烟质量较差。

花生与大豆通过固氮作用使土壤氮含量相对高于种植芝麻、红薯和辣椒等作物的土壤<sup>[21]</sup>,生产中大豆、花生作为前茬与烤烟轮作的应用较少,同时,其对烟田土壤养分和烤烟品质的影响研究报道也较少。本研究中,M2、M3两种轮作模式的结果表明,种植花生、大豆后土壤碱解氮含量分别升高5.23、9.00 mg/kg,速效磷含量分别降低2.53、1.44 mg/kg;烟叶外观质量表现为色度中等、尚成熟;化学成分表现为总糖和还原糖含量低、烟碱含量较高,感官质量较差,二者比较表现为,与大豆轮作烟叶质量总体上稍好于与花生轮作。

红薯和芝麻是烤烟轮作适宜前茬作物<sup>[22]</sup>,小

麦—芝麻—烤烟和小麦—红薯—烤烟轮作是常用的传统轮作模式。种植红薯后,土壤氮含量降低,磷含量增加,钾和氯含量减少<sup>[23]</sup>。本研究结果表明,种植芝麻后土壤碱解氮含量减少3.96 mg/kg,速效磷含量增加1.30 mg/kg,速效钾含量增加1.58 mg/kg;种植红薯后土壤碱解氮含量变化不大,速效磷含量增加4.79 mg/kg,速效钾含量减少20.51 mg/kg。就碱解氮含量而言,芝麻和红薯茬适合种植烤烟,表现为烟叶成熟、色度强、油分较多、结构疏松,糖和烟碱含量适中,香气量较高,感官质量较好。

贾志红等<sup>[7]</sup>认为,烤烟连作土壤氮素含量均较轮作降低,各地连作土壤磷、钾含量与轮作差异表现不一致;周孚美等<sup>[24]</sup>研究表明,绿肥掩青还田全氮、速效磷和全钾含量比不还田均有增加。本研究表明,烤烟连作、种植绿肥后碱解氮含量分别降低1.28、5.11 mg/kg,速效磷含量分别升高1.49、2.63 mg/kg,速效钾含量分别降低2.60、11.36 mg/kg。就前茬种植绿肥和连作较短年限(连作2 a)而言,2种模式烟叶成熟度好、叶色橘黄,结构疏松,糖和烟碱含量较适宜,感官质量较好。

本研究结果表明,烤烟不同生育时期的根系活力表现为现蕾期>成熟期>团棵期,成熟期根系活力下降,与毛家伟等<sup>[25]</sup>研究烤烟根系活力总体上为移栽45 d>移栽后35 d>移栽后80 d的结论基本一致。关于不同前茬作物对烤烟根系活力的影响,李恒全等<sup>[26]</sup>研究认为,小麦>玉米>连作>大豆,本研究结果表明,以芝麻、红薯、花生为前茬的烤烟根系活力较高,连作和以玉米为前茬的烤烟根系活力较低,连作烤烟的根系活力与李恒全等<sup>[26]</sup>研究结论相同,而玉米茬烤烟根系活力与其研究结论存在一定的差异。

烤烟是收获叶片的经济作物,轮作作物配置对烤烟前茬土壤肥力和烟叶质量有较大的影响,是改善烟田环境,保证烟叶产量和质量的关键<sup>[27]</sup>,轮作中应安排适宜的前茬作物以适应烤烟种植。两年三熟是河南烤烟主要的轮作制度,烤烟与秋季红薯、芝麻、花生、玉米、大豆等作物轮作后土壤养分差别较大,影响到烤烟根系活力、落黄成熟和烟叶质量。本研究表明,小麦—红薯—烤烟、小麦—芝麻—烤烟、烤烟—绿肥—烤烟为烤烟适宜轮作模式,烤烟—冬闲—烤烟(连作2 a)为较适宜模式,小麦—玉米—烤烟、小麦—大豆—烤烟为较不适宜模式,小麦—花生—烤烟为不适宜模式。

#### 参考文献:

[1] 闫克玉,赵铭钦.烟草原料学[M].北京:科学出版社,

- 2008;128-129.
- [2] 彭云,赵正雄,李忠环,等.不同前茬对烤烟生长、产量和质量的影响[J].作物学报,2010,36(2):335-340.
- [3] 赵会纳,雷波,王茂盛,等.不同轮作模式对烤烟产质量的影响[J].贵州农业科学,2013,41(7):63-66.
- [4] 程贵敏,周淑平,历福强,等.植烟土壤轮作对土壤养分和烟叶化学成分的影响[J].安徽农业科学,2010,38(27):14975-14976.
- [5] 张艳.烤烟连作、烤烟—玉米轮作对烟叶品质和土壤养分的影响[J].河南农业科学,2014,43(8):45-48,116.
- [6] 张科,袁玲,施娟,等.不同植烟模式对烤烟产质量、土壤养分和酶活性的影响[J].植物营养与肥料学报,2010,16(1):124-128.
- [7] 贾志红,易建华,符建国,等.烤烟连作与轮作土壤养分差异研究[J].西南农业学报,2011,24(5):1784-1788.
- [8] 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(增刊):267-271.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2008.
- [10] 李合生.植物生理生化实验原理与技术[M].北京:高等教育出版社,2000:119-120.
- [11] 王瑞新.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [12] 史宏志,刘国顺,杨慧娟,等.烟草香味学[M].北京:中国农业出版社,2011.
- [13] 肖协忠.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,1990.
- [14] 聂和平,李锐.烤烟分级国家标准培训教材[M].北京:中国标准出版社,2004:95-109.
- [15] 全国烟草标准化技术委员会.烟草及烟草制品感官评价方法:YC/T 138—1998[S].北京:国家烟草专卖局,1998.
- [16] 中华人民共和国农业部.烟草产地环境技术条件:NY/T 852—2004[S].北京:中国农业出版社,2005.
- [17] 杨志晓,张小全,毕庆文,等.不同覆盖方式对烤烟成熟期根系活力和叶片衰老特性的影响[J].华北农学报,2009,24(2):153-157.
- [18] 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.
- [19] 刘巧真,吴照辉,闫小毛,等.玉米—烤烟统筹施肥对烤烟生长发育及品质的影响[J].河南农业科学,2014,43(12):51-55.
- [20] 张翔,黄元炯,范艺宽.河南植烟土壤烤烟营养[M].北京:中国农业科学技术出版社,2009:78-79.
- [21] 毛家伟,李华荣,李彰,等.洛阳烟区土壤养分演变及不同茬口土壤特性分析[J].河南农业科学,2012,41(11):69-73.
- [22] 訾天镇,郭月清.烟草栽培[M].郑州:河南科学技术出版社,1985:84-85.
- [23] 刘国顺.烤烟栽培学[M].北京:中国农业出版社,2011:42-43.
- [24] 周孚美,唐红丽,谷云松,等.绿肥还田对植烟土壤、烟叶产质量的影响[J].安徽农业科学,2015,43(21):87-88.
- [25] 毛家伟,翟文汇,孙大为,等.不同种类钾肥对烤烟SPAD值、根系活力及经济性状的影响[J].山西农业科学,2015,43(5):584-587.
- [26] 李恒全,杨秋丽,张松涛,等.不同种植制度对烤烟产质量的影响[J].价值工程,2014(36):289,290.
- [27] 张翔,范艺宽,毛家伟,等.不同种植制度和施肥措施对烟田土壤养分及微生物的影响[J].华北农学报,2008,23(4):208-212.