

邢 瑶,唐锁海,陈 暄,等. 幼龄茶园间作大豆、玉米对土壤养分的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(24):132–135.  
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2020.24.025

# 幼龄茶园间作大豆、玉米对土壤养分的影响

邢 瑶<sup>1</sup>, 唐锁海<sup>1</sup>, 陈 暄<sup>2</sup>, 徐德良<sup>3</sup>, 孙春霞<sup>3</sup>, 张 春<sup>4</sup>, 马 俊<sup>4</sup>

(1. 江苏省农业技术推广总站, 江苏南京 210036; 2. 南京农业大学园艺学院, 江苏南京 210095;  
3. 江苏省茶叶研究所, 江苏无锡 214063; 4. 仪征青峰生态农业有限公司, 江苏仪征 225000)

**摘要:**分析幼龄茶树与大豆、玉米间作及秸秆覆盖还田对土壤养分状况等的影响。结果表明,间作大豆、玉米及秸秆还田后均能够提高土壤 pH 值,缓解茶园的土壤酸化现象。开花期,间作不同品种大豆,土壤全磷、全钾、速效磷、速效钾、钙、镁、铝含量均高于对照,但土壤全氮含量变化不同;间作玉米土壤全氮含量降低,不利于幼龄茶树生长。秸秆还田后 40 d,各处理土壤全磷、全钾、速效钾、钙、镁、铝含量均高于对照,但全氮、速效磷含量变化存在差异,通豆 07–195 和苏糯 11 号处理土壤全氮含量显著,苏菜豆 6 号处理土壤速效磷含量,与对照无显著性差异。综合土壤 pH 值和养分变化情况,间作通豆 6 号更利于茶园土壤养分的改善,苏糯 14 号秸秆处理在还田后 40 d 对土壤改良作用最佳。

**关键词:**茶树;大豆;玉米;间作;土壤养分

**中图分类号:** S151.9<sup>+</sup>5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2020)24–0132–03

扬州绿杨春茶是我国传统名茶,主要种植在仪征市月塘山、铜山等山区丘陵地带,当地地形较为复杂,土壤贫瘠、肥力较差,因此影响茶园建设和大规模投入。幼龄茶园和按机械化管理建设的新茶园,茶蓬行间距较大,适合间套种其他作物,茶园合理间套种或间作后秸秆还田,能够降低土壤容重,改善土壤团粒结构,提高土壤有机质含量以及蓄水保水能力,抑制杂草和病虫害,增加土壤微生物含量<sup>[1]</sup>。此外,合理间套种能够改善茶园生态环境,增强漫射光,对提高茶叶产量、品质具有积极作用<sup>[2]</sup>。近年来,茶园间作研究多集中在茶草间作方面<sup>[3–5]</sup>,且不同地区间作效果不同<sup>[6–7]</sup>。为研究适宜江苏省扬州市植茶土壤的间作、还田品种,改善土壤性状,本试验通过幼龄茶树与不同品种大豆、玉米间作并将秸秆覆盖还田,探讨间作茶园土壤养分变化情况,为幼龄茶园提供间作改土的适宜品种提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

茶树品种选用 4 龄黄金芽,其他间作作物选用

通豆 6 号、苏菜豆 6 号、通豆 07–195、苏糯 14 号、苏糯 11 号。试验于 2018 年 6 月下旬至 10 月上旬在仪征青峰生态农业有限公司茶园(119°02′40.91″E, 32°20′3.75″N)进行,该地位于扬州市西部丘陵区,属北亚热带季风气候区,四季分明,年平均气温 15 ℃,地质复杂,主要地层分布为雨花台组砾石及白垩系红层<sup>[8]</sup>,耕层薄、多石。试验地土壤理化性状:全氮含量 1.04 mg/g、全磷含量 0.47 mg/g、全钾含量 11.92 mg/g、速效磷含量 0.06 mg/g、速效钾含量 28.62 mg/g、镁含量 9.36 mg/g、钙含量 3.09 mg/g、铝含量 65.05 mg/g,pH 值 5.45。

### 1.2 试验设计

试验设 6 个处理,即 CK(茶树单种)、T<sub>1</sub>(间作通豆 6 号)、T<sub>2</sub>(间作苏菜豆 6 号)、T<sub>3</sub>(间作通豆 07–195)、T<sub>4</sub>(间作苏糯 14 号)、T<sub>5</sub>(间作苏糯 11 号)。随机区组设计,每个小区 36 m<sup>2</sup>,起垄栽培,每个处理重复 4 次。茶树单种作为对照,6 月 30 日在茶树行间种植大豆、玉米,玉米开花后秸秆覆盖还田。试验期间各处理的田间管理一致。

### 1.3 指标测定

分别于播种前、开花期(播种后约 55 d)、秸秆还田后 40 d 采集 0~20 cm 土层的土样。每小区采样 3 次,剔除石块、残根等杂物,自然风干后过筛。

土壤理化性状分析<sup>[9]</sup>:采用 pH 仪测定 pH 值;凯氏定氮法测定全氮含量;酸溶—钼锑抗比色法测

收稿日期:2020–03–07

基金项目:江苏现代农业(茶叶)产业技术体系(编号:JATS[2019]337)。

作者简介:邢 瑶(1990—),女,山东荣成人,硕士,农艺师,主要从事茶叶技术推广工作。E-mail:364627672@qq.com。

通信作者:唐锁海,推广研究员,主要从事茶叶技术推广工作。

E-mail:31788618@qq.com。

定全磷含量;酸溶—火焰光度法测定全钾含量;盐酸、氟化铵—钼锑抗比色法测定速效磷含量;乙酸铵—火焰光度法测定速效钾含量;盐酸、硝酸消解后,采用 ICP 仪器测定钙、镁、铝金属元素含量。

#### 1.4 数据处理

试验所有数据均用 Excel 2007 整理和作图,并利用 SAS 9.3 进行统计分析,采用 *LSD* 法进行差异显著性检验( $\alpha=0.05$ )。

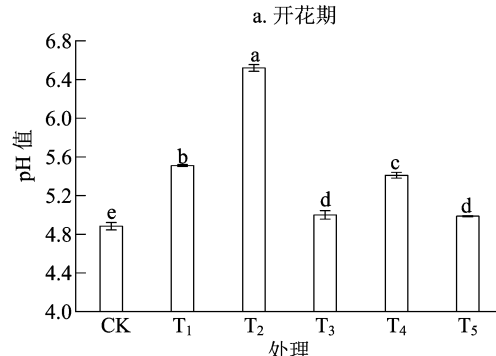
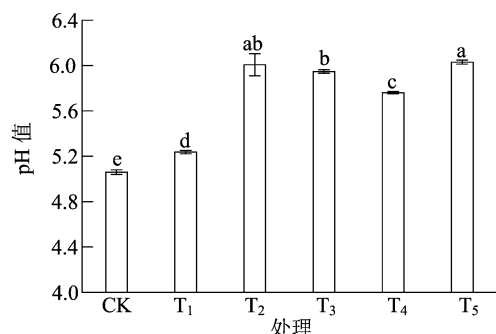
## 2 结果与分析

### 2.1 间作大豆、玉米对茶园土壤 pH 值的影响

土壤 pH 值对土壤中生物活动、有机物转化以及矿质元素的吸收利用有重要影响。由图 1 可知,在开花期,间作大豆和玉米,土壤 pH 值均显著高于对照,其中  $T_5$  最高,显著高于  $T_1$ 、 $T_3$  和  $T_4$ ;在秸秆还田后 40 d,间作各处理 pH 值均显著高于对照,其中  $T_2$  最高。未进行间作的对照处理,在开花期和秸秆还田后 40 d 相比土壤 pH 值下降。可见,茶树间作大豆、玉米以及将其秸秆还田有利于提高土壤 pH 值,而单种茶树,茶园土壤呈酸化趋势。

### 2.2 间作大豆、玉米对茶园土壤养分状况的影响

2.2.1 对土壤氮、磷、钾全量的影响 由表 1 可知,开花期  $T_1$  和  $T_2$  土壤的全氮含量显著高于对照,  $T_3$ 、 $T_4$  和  $T_5$  显著低于对照,可见通豆 07-195 和玉米在生长过程中存在与茶树争氮素的情况;  $T_1$  和  $T_4$  土壤全磷含量显著高于其他处理;土壤全钾含量以  $T_4$  最高。由表 2 可知,秸秆还田 40 d 后,  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_4$



不同小写字母表示处理间差异达显著水平( $P<0.05$ )

图1 开花期和秸秆还田后 40 d 各处理土壤 pH 值

的土壤全氮含量显著高于对照,全氮含量以  $T_4$  最高,  $T_5$  最低;  $T_4$  和  $T_5$  土壤中全磷的含量比  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  增加明显;土壤全钾含量以  $T_2$  最高,但与  $T_3$ 、 $T_4$  和  $T_5$  差异不显著。间作大豆、玉米在开花期和秸秆还田后 40 d,处理的全磷和全钾含量均高于对照,说明间作大豆和玉米及秸秆还田均能够提高土壤中全磷和全钾的含量。

表 1 开花期各处理土壤营养元素含量

处理	全氮含量 (mg/g)	全磷含量 (mg/g)	全钾含量 (mg/g)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	交换性镁含量 (mg/g)	交换性钙含量 (mg/g)	交换性铝含量 (mg/g)
CK <sub>1</sub>	1.35 ± 0.01c	0.32 ± 0.01e	9.49 ± 0.82c	10.16 ± 1.08e	17.29 ± 0.19e	7.41 ± 0.15d	2.05 ± 0.04c	54.55 ± 2.85d
T <sub>1</sub>	1.55 ± 0.02a	0.65 ± 0.01a	13.96 ± 1.14ab	210.21 ± 12.28a	34.06 ± 1.53b	8.42 ± 0.19c	3.68 ± 0.87b	60.26 ± 3.13c
T <sub>2</sub>	1.49 ± 0.01b	0.62 ± 0.01b	13.23 ± 1.08b	140.64 ± 9.81b	30.12 ± 0.23c	8.67 ± 0.23c	3.48 ± 0.30b	63.22 ± 3.50bc
T <sub>3</sub>	0.57 ± 0.00f	0.39 ± 0.02d	13.09 ± 0.32b	24.58 ± 2.50d	23.38 ± 0.18d	10.21 ± 0.26ab	5.30 ± 1.37a	67.63 ± 1.04ab
T <sub>4</sub>	1.03 ± 0.02d	0.65 ± 0.01a	15.21 ± 0.21a	119.74 ± 5.11c	40.15 ± 0.27a	9.86 ± 0.23b	3.94 ± 0.24b	71.23 ± 1.88a
T <sub>5</sub>	0.72 ± 0.01e	0.51 ± 0.02c	13.73 ± 0.99ab	25.30 ± 1.08d	34.02 ± 0.18b	10.53 ± 0.21a	3.68 ± 0.09b	71.60 ± 2.66a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异达显著水平( $P<0.05$ )。下同。

2.2.2 对土壤有效养分的影响 由表 1 可知,开花期各处理土壤的速效磷和速效钾含量均高于对照,速效磷含量表现为  $T_1 > T_2 > T_4 > T_5 > T_3$ ,其中  $T_1$  显著最高。  $T_4$  土壤中的速效钾含量显著高于其他处理,表现为  $T_4 > T_1 > T_5 > T_2 > T_3$ 。秸秆还田 40 d 后,土壤速效磷的含量以  $T_4$  和  $T_5$  较高,显著高于其他处理,  $T_2$  与对照无显著性差异;土壤速效钾含量

各处理均高于对照,  $T_2$  又显著高于其他处理,表现为  $T_2 > T_4 > T_3 > T_5 > T_1$ 。

2.2.3 对土壤其他养分的影响 由表 1、表 2 可知,开花期和秸秆还田后 40 d,各处理的交换性镁、交换性钙、交换性铝元素均高于对照。其中开花期,  $T_3$  和  $T_5$  土壤交换性镁的含量显著高于  $T_1$  和  $T_2$ ;  $T_3$  土壤交换性钙含量显著最高,其他处理差异未达显著水平;

表 2 秸秆还田后 40 d 各处理土壤营养元素含量

处理	全氮含量 (mg/g)	全磷含量 (mg/g)	全钾含量 (mg/g)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	交换性镁含量 (mg/g)	交换性钙含量 (mg/g)	交换性铝含量 (mg/g)
CK <sub>2</sub>	2.00 ± 0.04d	0.55 ± 0.01f	8.73 ± 0.73c	0.18 ± 0.01e	34.22 ± 3.13e	6.02 ± 0.09d	1.75 ± 0.11c	47.52 ± 1.75c
T <sub>1</sub>	2.37 ± 0.03c	1.02 ± 0.04c	9.62 ± 1.41bc	0.37 ± 0.01c	46.93 ± 1.16d	8.01 ± 0.33b	3.91 ± 0.20a	51.46 ± 3.43c
T <sub>2</sub>	2.47 ± 0.00b	0.71 ± 0.01e	12.45 ± 0.88a	0.18 ± 0.00e	76.49 ± 1.18a	9.42 ± 0.15a	3.01 ± 0.43b	67.28 ± 1.08a
T <sub>3</sub>	1.93 ± 0.01e	0.85 ± 0.02d	11.87 ± 0.62a	0.27 ± 0.02d	56.44 ± 0.30bc	8.17 ± 0.10b	2.85 ± 0.12b	63.59 ± 1.45a
T <sub>4</sub>	3.81 ± 0.06a	1.60 ± 0.01a	10.79 ± 0.85ab	0.66 ± 0.04a	60.40 ± 6.31b	7.33 ± 0.13c	3.52 ± 0.38a	57.32 ± 2.41b
T <sub>5</sub>	1.55 ± 0.01f	1.24 ± 0.02b	11.84 ± 1.41a	0.46 ± 0.01b	53.74 ± 0.58c	7.51 ± 0.12c	1.89 ± 0.19c	65.05 ± 3.13a

土壤中交换性铝以间作玉米的 T<sub>4</sub> 和 T<sub>5</sub> 较高,显著高于 T<sub>1</sub> 和 T<sub>2</sub>。秸秆还田后 40 d,土壤交换性镁含量以豆科秸秆的 3 个处理较高,显著高于 T<sub>4</sub> 和 T<sub>5</sub>;T<sub>1</sub> 和 T<sub>4</sub> 土壤交换性钙含量显著高于其他处理,其中以 T<sub>1</sub> 最高;T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 和 T<sub>5</sub> 土壤中交换性铝的含量显著高于 T<sub>1</sub>、T<sub>4</sub> 和对照,T<sub>2</sub> 土壤交换性铝含量最高。

3 讨论与结论

作物间作有利于提高土地利用率,改善田间小气候,提高经济效益。已有研究表明,茶园间作大豆可以降低叶部病害发生概率,减少杂草生长,促进茶树生长,提高茶叶产量,增加茶园经济效益,秸秆还田后还可改善土壤养分状况<sup>[10-11]</sup>。夏季在茶园间作玉米,还能降低土壤和茶叶叶面温度,提高茶苗成活率<sup>[7]</sup>。本试验表明,间作大豆和玉米比单种茶树能提高土壤 pH 值,大豆、玉米秸秆还田可以缓解土壤酸化。其中通豆 6 号和苏菜豆 6 号在秸秆还田后 40 d,土壤 pH 值相比间作时仍有所上升,这可能与秸秆的腐烂速度及秸秆还田量有关。土壤全氮是供应植物有效氮素的源和库,间作通豆 6 号和苏菜豆 6 号,土壤中全氮含量增加,其中通豆 6 号显著最高;间作通豆 07-195 和玉米,土壤中全氮含量降低,这表明间作通豆 07-195 和玉米会加剧与茶树争氮,这可能是由于通豆 07-195 生长较旺盛,覆盖整个茶行,遮阴降低了植株潜在的固氮能力,增加了对土壤氮素的吸收<sup>[12]</sup>。玉米自身不具有固氮能力,在栽植过程中虽然保持与茶行的距离,但根系发达,必然出现与茶树争氮的现象,氮素作为生命活动的物质基础,在相同施肥条件下,间作玉米不利于茶树的生长发育。间作促进了土壤体系对土壤磷素的挖掘利用<sup>[13]</sup>,5 个处理的土壤全磷和速效磷含量均显著高于对照,但间作通豆 07-195 和 2 个玉米品种土壤速效磷含量显著低于间作通豆 6 号和苏菜豆 6 号的 2 处理,这可能是因为间作通

豆 07-195 和 2 个玉米品种土壤铝含量增加,吸附或固定了酸性土壤中的磷导致。一般情况下,茶园不需要补充钙,过量的钙不利于植株生长,5 个处理均使土壤钙含量增加,其中通豆 07-195 显著最高,间作通豆 6 号、苏菜豆 6 号、苏糯 14 号和苏糯 11 号土壤钙含量差异不显著,但通豆 6 号和苏菜豆 6 号土壤钙含量均低于间作玉米的 2 个处理。

秸秆还田的分解过程受秸秆自身性质和土壤环境等多方面的影响。本试验表明,在秸秆还田后 40 d,不同作物秸秆对土壤养分的影响不同。苏糯 14 号处理土壤全氮含量显著最高,通豆 07-195 和苏糯 11 号处理土壤全氮含量显著低于对照,这可能是因为秸秆自身 C/N 较高,影响了其在土壤中的分解速度,在刚开始腐解阶段,土壤微生物与作物竞争矿化态氮素,因而出现了秸秆还田后全氮含量下降的情况<sup>[14-15]</sup>。除苏菜豆 6 号外,其他处理土壤磷含量均增加,这可能与苏菜豆 6 号秸秆还田后土壤中铝、镁含量较高有关。5 个处理秸秆还田后 40 d,土壤全钾和速效钾的含量均高于对照,其中土壤速效钾含量显著增加,这与前人的研究<sup>[16-17]</sup>一致。

综上所述,在本试验条件下,考虑土壤养分变化情况,间作通豆 6 号更利于茶园土壤养分的改善。虽然通豆 6 号和苏糯 14 号处理土壤钙含量显著高于其他处理,但根据土壤 pH 值和养分变化,苏糯 14 号秸秆处理在还田后 40 d 对土壤改良作用最佳。

参考文献:

[1] 韦持章,农玉琴,陈远权,等. 茶树/大豆间作对根际土壤微生物群落与酶活性的影响[J]. 西北农业学报,2018,27(4):537-544.  
[2] 董召荣,沈吉,朱玉国,等. 幼龄茶树与小黑麦间作系统的生态效应[J]. 热带作物学报,2007,28(4):66-72.  
[3] 宋同清,王克林,彭晚霞,等. 亚热带丘陵茶园间作白三叶草的生态效应[J]. 生态学报,2006,26(11):3647-3655.  
[4] 严芳,娄艳华,陈建兴,等. 间作白三叶草对茶园温湿度和茶树根系生长的影响[J]. 热带作物学报,2017,38(12):2243-2247.  
[5] 詹杰,李振武,邓素芳,等. 茶草互作模式下茶园环境及茶树生

陈星宇,王 冰,董宛麟,等. 1994—2015 年福山区苹果花期物候变化及其气候影响因子分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(24):135-139.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.24.026

# 1994—2015 年福山区苹果花期物候变化及其气候影响因子分析

陈星宇<sup>1,2</sup>, 王 冰<sup>1,2</sup>, 董宛麟<sup>3</sup>, 王晓晨<sup>4</sup>

(1. 山东省烟台市气象局, 山东烟台 264003; 2. 烟台果业气象服务中心, 山东烟台 264006;  
3. 中国气象局气象干部培训学院, 北京 100081; 4. 中国农业大学资源与环境学院农业气象系, 北京 100193)

**摘要:**研究植物花期物候变化对园林管理、农业措施管理、花期预报具有重要意义。基于 1994—2015 年山东省烟台市福山区苹果物候期观测数据, 定量分析苹果花期物候(始花期、末花期、花期长度)年际变化特征, 并基于年尺度、月尺度和候尺度花前气候要素对苹果花期物候的影响。结果表明, 苹果始花期、末花期没有显著的年际变化。苹果始花期有 50% 概率集中在 4 月 16—20 日。花期长度平均为  $(9 \pm 2.6)$  d, 年际间呈显著的延长趋势 ( $P < 0.05$ )。苹果始花期与花前总降水量、总气温日较差呈显著正相关、与负积温呈显著负相关。苹果始花期与 1、2、3、1—3 月的平均温度、平均最低温度、平均最高温度呈显著负相关性。苹果始花期与距花前 4 候逐候的总气温日较差呈显著相关性, 与距花前 1—4 候总降水量呈显著正相关。花期长度与花期总气温日较差和降水量呈显著正相关。

**关键词:**物候期; 花期长度; 降水量; 总气温日较差; 气候影响因子; 苹果

**中图分类号:** S162.5<sup>+</sup>5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)24-0135-05

植被物候是气候与自然环境变化综合指示器, 国际上许多环境影响评价项目广泛采用物候期指标,

同时在很大程度上受局部气候因素的制约。植物的始花期、盛花期、末花期和花期长度的年际变化及其气候因素的影响是花期物候研究的主要内容<sup>[1]</sup>。

气候变化背景下植物物候的研究越来越受到重视, 以变暖为主要特征的气候变化对植被生长发育产生了重大影响<sup>[2-3]</sup>。华北地区是我国气温上升较为明显的地区<sup>[4]</sup>, 对植被物候产生了重要影响<sup>[5-6]</sup>。华北地区的物候春季有明显提早来临的趋势, 主要是由于近 40 年来冬春季气温的明显上升<sup>[7]</sup>。由于温度的升高, 在过去 40 年中有 385 种植

收稿日期: 2020-02-28

基金项目: 国家重点研发计划(编号: 2018YFA0606102); 山东省现代农业气象服务保障工程(编号: sdqxm2015015); 山东省气象局气象科学技术面上研究项目(编号: 2018sdqxm15)。

作者简介: 陈星宇(1981—), 男, 内蒙古赤峰人, 硕士, 高级工程师, 主要从事农业气象与气象防灾减灾研究。E-mail: 18753562667@163.com。

通信作者: 董宛麟, 博士, 高级工程师, 主要从事气候与农业技术服务。E-mail: dongwanlin2007@163.com。

长的初步变化[J]. 草业科学, 2018, 35(11): 2694-2703.

[6] 龚自明, 李传忠, 向常均, 等. 间作和施肥对新定植茶苗生长的影响[J]. 茶业通报, 2002, 24(1): 19-20.

[7] 吕小营, 欧阳石光, 张丽霞. 山东新建茶园间作花生与春玉米的效应比较[J]. 山东农业科学, 2011(8): 29-32.

[8] 经苏龙. 仪征市工程地质区划[J]. 水文地质工程地质, 1995(4): 14-15.

[9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[10] 张 洪, 张孟婷, 王福楷, 等. 4 种间作作物对夏秋季茶园主要叶部病害发生的影响[J]. 茶叶科学, 2019, 39(3): 318-324.

[11] 黎健龙, 涂攀峰, 陈 娜, 等. 茶树与大豆间作效应分析[J]. 中国农业科学, 2008, 41(7): 2040-2047.

[12] Jensen E S. Grain yield, symbiotic N<sub>2</sub> fixation and interspecific

competition for inorganic N in pea-barley intercrops[J]. Plant and Soil, 1996, 182(1): 25-38.

[13] 夏海勇, 李 隆, 张 正. 间套作体系土壤磷素吸收优势和机理研究进展[J]. 中国土壤与肥料, 2015(1): 1-6.

[14] 周 领. 秸秆类型和土壤性质对 CO<sub>2</sub>-C 释放速率和土壤 pH 影响的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2010.

[15] 丛艳静, 韩 萍. 连续 3 年玉米秸秆还田对土壤理化性状及作物产量的影响[J]. 中国农学通报, 2018, 34(17): 95-98.

[16] 刘荣乐, 金继运, 吴荣贵, 等. 我国北方土壤—作物系统内钾素循环特征及秸秆还田与施钾肥的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(2): 123-132.

[17] 吕 彪, 秦嘉海, 赵芸晨. 麦秸覆盖对盐渍土肥力及作物产量的影响[J]. 土壤, 2005, 37(1): 52-55.