

# 绿肥压青对南方春玉米根际土壤肥力的影响

王晓锋, 习向银, 刘美玉, 徐盈, 王书凤

(西南大学 资源环境学院, 重庆 北碚 400715)

**摘要:** 采用黑麦草、毛叶苕子、紫云英 3 种绿肥材料进行玉米地压青试验, 研究了绿肥压青对南方春玉米根际土壤肥力的影响。结果表明, 与无绿肥压青比较, 3 种绿肥压青对春玉米根际土壤速效养分和有机质含量均有提高效应, 其中黑麦草和毛叶苕子的增效最为显著; 对玉米根际土壤速效养分而言, 毛叶苕子增效好于黑麦草; 就有机质而言, 黑麦草和毛叶苕子增效相当。研究表明毛叶苕子和黑麦草可作为南方春玉米前茬地的优势绿肥品种。

**关键词:** 绿肥压青; 春玉米; 根际土壤; 土壤肥力

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)03-0135-04

中图分类号: S142

## Effects of Green Manures on Rhizosphere Soil Fertility for Spring Corn in Southern China

WANG Xiao-feng, XI Xiang-yin, LIU Mei-yu, XU Ying, WANG Shu-feng

(College of Resources and Environment, Southwest University, Beibei, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Ryegrass, hairy vetch and milk vetch were selected as green manures to study their effects on soil fertility for growing spring corn in Southern China. Results show that compared with the control, three green manures increased the organic matter contents and available nutrients of rhizosphere soil, while ryegrass and hairy vetch showed better effects than milk vetch. Furthermore, hairy vetch was better than ryegrass and milk vetch as for improving the available nutrients, and hairy vetch was about equal to ryegrass regarding the effect on improving the organic matter in rhizosphere soil. Preliminary tests prove that the ryegrass and hairy vetch can be used as the predominant green manure species of winter fallow field.

**Keywords:** green manure; spring corn; rhizosphere soil; soil fertility

玉米作为我国仅次于水稻、小麦的重要粮食作物, 对我国粮食保障具有重要作用。西南常年玉米种植面积约占全国玉米总面积 25%, 是仅次于华北和东北的第 3 大玉米产区, 且其中大部分为中低产田。目前, 西南玉米区由于土层浅和保水保肥性能差, 过量的施用化肥、农药以及水土流失等自然灾害, 耕地质量遭受严重破坏, 土壤出现板结硬化, 耕作层变浅, 保水保肥能力下降等<sup>[1]</sup>, 严重影响了玉米等粮食作物的综合生产能力。落后的施肥制度, 低下的土壤耕地质量已经成为农业可持续发展的瓶颈。

大量的研究表明, 长期施用有机肥, 可以改善土壤结构、培肥地力, 减少化肥的施用量, 提升肥料的利用率, 提高农产品的品质与产量<sup>[2-4]</sup>。绿肥作为一种养分完全的优质生物肥源, 在提供农作物所需养分,

改良土壤, 改善农田生态环境和防止土壤侵蚀及污染等方面均有良好的作用, 其越来越受到重视。绿肥压青还田能富集与转化土壤养分, 对改善土壤理化性状, 加速土壤熟化, 改造中低产田, 保持高产稳产农田具有重要的作用<sup>[5]</sup>。另外, 我国有大量的冬闲田, 仅南方稻田就有  $2 \times 10^7$  hm<sup>2</sup> 冬季闲田<sup>[6]</sup>, 而春玉米的种植模式下进一步扩大了冬季闲田面积。因此, 利用冬季闲田种植绿肥, 发展粮肥轮作模式已成为改土培肥的有效途径, 同时充分利用冬闲田可缓解人地矛盾。目前, 就春玉米方面的研究而言, 主要是关于无机肥<sup>[7]</sup>、栽培措施<sup>[8-9]</sup>对土壤肥力、土壤生物活性<sup>[10]</sup>、春玉米产质<sup>[11]</sup>的影响, 在南方春玉米区冬闲田种植、翻压绿肥及其改土培肥效果的研究尚少。本试验以黑麦草、毛叶苕子、紫云英为绿肥材料, 在贫瘠薄弱的

收稿日期: 2011-11-06

修回日期: 2012-06-16

资助项目: 国家自然科学基金项目“绿肥压青对春玉米根际土壤改良效应及机理研究”(40801109); 西南大学基本科研业务费专项资金项目“绿肥对退化紫色土旱坡地的生态恢复及其机理研究”(XDJK2011B007); 西南大学资源环境学院“光炯”科技创新项目“绿肥压青对南方春玉米根际土壤培肥效果及机理研究”(2009, 2010)

作者简介: 王晓锋(1987—), 男(汉族), 河南省三门峡市人, 硕士研究生, 主要从事农业微生物研究。E-mail: xiaofeng6540@163.com。

通信作者: 习向银(1976—), 女(汉族), 河南省新乡市人, 副教授, 主要从事植物营养与环境研究。E-mail: xixiangyin@126.com。

玉米田块进行压青实验,探索不同绿肥压青对南方玉米不同生育期根际土壤肥力影响,确定改土培肥的优势绿肥种类,从而为春玉米高产优质生产和合理利用绿肥提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验设计

试验布置在西南大学后山试验场“国家紫色土土壤肥力与肥料效益监测基地”的微型试验小区内。该地区年平均气温 18.4 °C (30 a 平均),全年降水 1 105.5 mm,日照 1 276.7 h,为亚热带季风气候。供试土壤为中生代侏罗系遂宁组泥岩发育而来的石灰性紫色土。耕层土壤的基本理化性状为:pH 值 7.5,有机质 3.73 g/kg,碱解氮 19.29 mg/kg,速效磷 14.71 mg/kg,速效钾 60.22 mg/kg,物理性黏粒 144.2 g/kg。前作作物为玉米。

上季玉米收获后将土地耕翻、平整并分成 4 块面积相同的 A、B、C 和 D 区,每区面积均为 85 m<sup>2</sup>。其中 A 区实行冬季休闲(为对照),B、C 和 D 区分别种植黑麦草、毛叶苕子和紫云英(均购买于郑州华丰草业科技有限公司)。起浅沟时施入过磷酸钙 150 kg/hm<sup>2</sup>,尿素 20 kg/hm<sup>2</sup> 和硫酸钾 60 kg/hm<sup>2</sup>。绿肥播种日期为 2008 年 10 月 10 日,播种方式为条播,播种量为 35 kg/hm<sup>2</sup>,行距 40 cm。于 2009 年 3 月 10 日将全部绿肥翻压,翻压前利用切割机将绿肥地上部切碎成 0.5~1 cm 规格的碎片。翻压时,黑麦草鲜草重约为 28 395 kg/hm<sup>2</sup>,折合干物重 3 219 kg/hm<sup>2</sup>;毛叶苕子鲜重为 16 006 kg/hm<sup>2</sup>,折合干物重 2 716 kg/hm<sup>2</sup>;紫云英鲜重为 7 939 kg/hm<sup>2</sup>,折合干物重 1 757 kg/hm<sup>2</sup>。2009 年 3 月 23 日分别对 A、B、C 和 D 4 区进行平整、起垄和基肥施入,2009 年 3 月 25 日进行玉米移栽。供试品种为蜀单 3 号,行距为 70 cm,株距为 30 cm,种植密度为 47 643 株/hm<sup>2</sup>。拔节前施 N 75 kg/hm<sup>2</sup>,大喇叭口期再施 N 150 kg/hm<sup>2</sup>,而 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60 kg/hm<sup>2</sup> 和 K<sub>2</sub>O 70 kg/hm<sup>2</sup> 以底肥形式一次性施入。其他田间管理均按照春玉米常规进行。2009 年 6 月 27 日进行玉米收获。

### 1.2 研究指标和方法

在玉米生长的苗期(4 月 8 日)、拔节期(5 月 7 日)、吐丝期(5 月 30 日)、灌浆期(6 月 20 日)、成熟期(6 月 27 日)5 个生育时期,分别采用多点取样法收集 0—20 cm 田间根际土样,于室温下阴干、磨碎,采用四分法<sup>[12]</sup>制备过 1 和 0.25 mm 筛的样品,保存自封袋置于阴凉的地方,测定土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾的含量。

碱解氮的测定采用碱解扩散法;有机质用重铬酸钾容量法测定;有效磷的测定用钼蓝比色法(molybdenum blue);速效钾用火焰光度法测定<sup>[12]</sup>。

所用数据均为 3 个重复的数值的平均值,数据采用 Excel 2003 处理,显著性分析采用 SAS(8.0)统计软件,所有数据的统计分析均在  $\alpha=0.05$  水平上进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同绿肥压青对南方春玉米不同生育期根际土壤碱解氮含量的影响

由图 1 看出,春玉米根际土壤碱解氮含量受取样时期影响很大,随玉米生育期的推进,呈现先增加后降低的趋势,在拔节期、吐丝期和灌浆期碱解氮含量都较高,尤其是吐丝期。与对照相比,黑麦草压青处理除玉米成熟期外,均显著提高了根际土壤碱解氮含量;毛叶苕子压青处理根际土壤碱解氮含量在玉米整个生育期均显著高于对照;紫云英压青提高了春玉米吐丝期之前的根际土壤碱解氮含量。3 种绿肥压青处理后,根际土壤碱解氮含量与对照相比均在拔节期出现最大增幅,分别为黑麦草 78.30%,毛叶苕子 79.40%,紫云英 49.25%。而且毛叶苕子处理在吐丝期、灌浆期、成熟期的根际土壤碱解氮含量显著高于其他处理。所以,黑麦草和毛叶苕子压青处理提高了春玉米根际土壤碱解氮含量,而且毛叶苕子优于黑麦草。

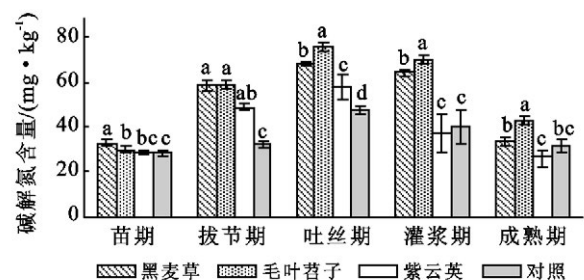


图 1 不同绿肥压青对南方春玉米不同生育时期根际土壤碱解氮含量的影响

注:不同小写字母分别表示同一时期各处理间根际土壤碱解氮含量差异显著性( $p<0.05$ );相同字母表示差异不显著。下同。

### 2.2 不同绿肥压青对南方春玉米不同生育期根际土壤速效磷含量的影响

玉米是典型的磷素遗传学缺乏作物<sup>[13]</sup>。由图 2 可见,在玉米的整个生育期,根际土壤中速效磷含量在苗期最低,之后开始出现富集,吐丝期最大,随后开始出现降低,但始终大于苗期。

与对照比较,紫云英压青处理,除了拔节期有效磷含量显著高于对照,其他时期与对照没有显著性差异;黑麦草压青处理在 5 个时期有效磷含量均显著高

于对照,增效明显,分别比对照提高了80.66%,59.09%,20.74%,37.97%,46.78%;毛叶苕子压青处理5个时期有效磷含量比对照分别高出71.15%,36.54%,36.07%,59.10%,85.05%。在玉米生长前期,黑麦草处理的根际土壤有效磷含量高于毛叶苕子,但差异不显著,到灌浆期和成熟期毛叶苕子处理显著高于黑麦草处理。

综上所述,黑麦草和毛叶苕子压青能够显著提高春玉米根际土壤有效磷含量,毛叶苕子压青效果略好于黑麦草。

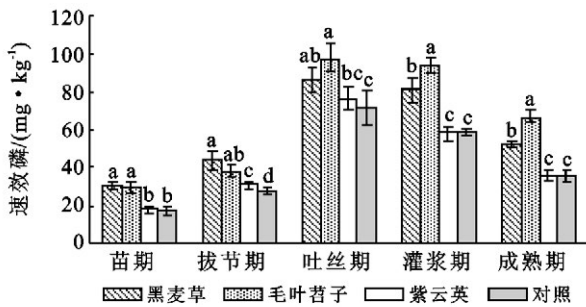


图2 不同绿肥压青对南方春玉米不同生育时期根际土壤有效磷含量的影响

### 2.3 不同绿肥压青对南方春玉米不同生育期根际土壤速效钾含量的影响

由图3看出,春玉米苗期、拔节期、吐丝期根际土壤速效钾含量迅速升高,吐丝期达到最大,之后开始缓慢降低。在5个取样时期,3种绿肥压青处理的春玉米根际土壤速效钾含量高于对照,黑麦草和毛叶苕子压青处理的根际土壤速效钾含量均高于对照和紫云英。这可能是绿肥养分释放规律不同引起的。

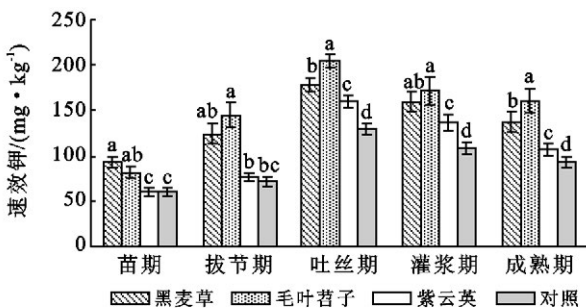


图3 不同绿肥压青对南方春玉米不同生育时期根际土壤速效钾含量的影响

紫云英压青处理在苗期和拔节期与对照没有显著性差异,吐丝期、灌浆期、成熟期都显著高于对照,但都低于黑麦草和毛叶苕子处理;黑麦草压青处理5个时期都显著高于对照,比对照分别提高了55.31%,75.24%,36.36%,46.79%,47.48%,但在拔节期之后均低于毛叶苕子处理;毛叶苕子处理在各个取样时

期根际土壤速效钾含量分别比对照提高了36.16%,103.78%,56.70%,57.80%,72.14%,在灌浆期最高达到204.56 mg/kg。试验结果表明,短期绿肥压青能够提高春玉米根际土壤速效钾含量,且毛叶苕子效果最好,黑麦草次之,紫云英最差。

### 2.4 不同绿肥压青对南方春玉米不同生育期根际土壤有机质含量的影响

从图4中看出,随着生育期的推进,春玉米根际土壤有机质含量先以吐丝期为界先降低后升高,成熟期又降低。各处理在玉米苗期(翻压后29 d)根际土壤有机质含量较试验前原始值(3.78 g/kg)均有所增加,其中增幅大小依次为:毛叶苕子>黑麦草>紫云英>对照,说明玉米苗对根际土壤有机质具有正效应,此时绿肥已经完成快速腐解阶段,并且毛叶苕子和黑麦草腐解快于紫云英。整个生育期内,绿肥压青处理春玉米根际有机质含量高于对照,可见绿肥压青可提高春玉米根际土壤有机质含量。

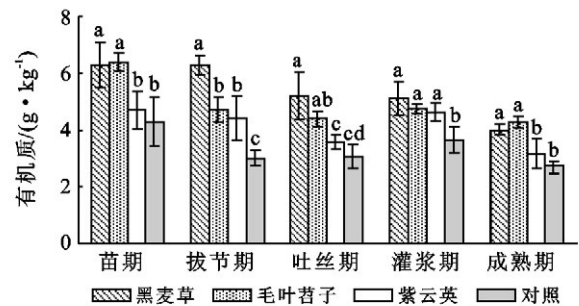


图4 不同绿肥压青对南方春玉米根基土壤有机质含量的影响

在5个生育时期,黑麦草和毛叶苕子处理的根际有机质含量均高于紫云英处理,黑麦草处理在前4个时期均高于毛叶苕子处理,但除拔节期外,均没有显著差异(图4),根际土壤有机质最高达到与对照相比分别提高46.08%,108.60%,69.31%,39.55%,49.44%;毛叶苕子压青处理与对照相比,春玉米根际土壤有机质分别提高了47.98%,56.39%,43.32%,29.43%,59.23%,尤其在苗期有机质含量最高,为6.38 g/kg。试验最后一个时期,黑麦草和毛叶苕子处理的根际土壤有机质含量比试验前原始值(3.78 g/kg)有所提高。在南方春玉米生育期内,黑麦草和毛叶苕子压青处理能够提高根际土壤有机质含量,从而提高土壤的肥力水平。

## 3 结论与讨论

绿肥压青具有良好的培肥效果,改善土壤理化性质<sup>[14-15]</sup>。有研究报道中国农业科学院郑州果树所在果园周围种植柃麻压青,连续进行5 a,土壤有机

质增加 0.34%~0.54%<sup>[16]</sup>。姜培坤等<sup>[17]</sup>、刘海轮等<sup>[18]</sup>研究表明绿肥翻压可显著提高土壤有机质、速效 N 含量。本试验结果同样表明,3 种绿肥压青后,均能明显增加春玉米根际土壤有机质含量,而且,黑麦草和毛叶苕子处理在 5 个生育时期对根际土壤有机质都显著高于对照。可能由于紫云英在田间长势和根系发达程度均不如黑麦草和毛叶苕子,导致其产量和翻压量低,土壤有机质的贡献较低。土壤有机质是土壤肥力的重要表征,所以,绿肥翻压能够改善土壤肥力状况,缓解化肥施用带来的环境问题。

绿肥压青能够促进土壤速效养分的增加。李银平等<sup>[19]</sup>研究表明,沙打旺压青后,棉田土壤速效氮提高了 28.8%,尤其速效磷和速效钾分别提高了 62.0%和 78.4%。本试验培养结束时,毛叶苕子压青土壤速效氮提高了 35.94%,有效磷和速效钾分别提高了 85.05%和 72.14%,同时,黑麦草压青的速效氮、磷、钾分别提高了 7.81%,46.78%,47.48%。研究表明,绿肥腐解过程中各种养分的释放快慢不同,一般表现为钾>磷>氮<sup>[20-21]</sup>,本试验结果与之基本吻合。另外,试验结束时,紫云英压青土壤速效氮比对照降低了 17.19%,有效磷和速效钾分别比对照提高了 0.84%和 14.96%,这与王琴等<sup>[22]</sup>的研究结果基本一致。可见,在玉米生长期紫云英腐熟,养分没有释放出来,所以翻压紫云英田块前期应该施足氮肥,春玉米依靠紫云英养分无法满足正常生长对磷、钾的需求,旺盛生长期前应该追施磷钾肥。

根际土壤是植物和土壤环境之间物质和能量交换的区域,是植物从土壤中摄取营养的直接通道。绿肥压青能提高春玉米根际土壤有机质含量并提高有效养分水平,从而改善植物营养条件,进而提高产量。在本试验条件下,毛叶苕子和黑麦草压青效果较好,可以作为南方春玉米种植地的冬闲田主要绿肥品种。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 赖力,黄贤金,王辉,等. 中国化肥施用的环境成本估算[J]. 土壤学报,2009,46(1):63-69.
- [2] 唐政,李虎,邱建军,等. 有机种植条件下水肥管理对番茄品质和土壤硝态氮累积的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(2):413-418.
- [3] 朱菜红,董彩霞,沈其荣,等. 配施有机肥提高化肥氮利用效率的微生物作用机制研究[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(2):282-288.
- [4] 汪涛,朱波,况福虹,等. 有机—无机肥配施对紫色土坡耕地氮素淋失的影响[J]. 环境科学学报,2010,30(4):781-788.
- [5] 陈惠清. 红花草压青对水稻产量的影响[J]. 广西农学报,2006,21(4):1-2.
- [6] 曹卫东,黄鸿翔. 关于我国恢复和发展绿肥若干问题的思考[J]. 中国土壤与肥料,2009(4):1-3.
- [7] 隋跃宇,张兴义,焦晓光. 不同施肥制度对玉米生育期土壤微生物量的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(3):52-54.
- [8] Kushwaha C P, Tripathi S K, Singh K P. Variations in soil microbial biomass and N availability due to residue and tillage management in a dryland rice agroecosystem[J]. Soil and Tillage Research, 2000,56(3):153-166.
- [9] 宋日,吴春胜. 玉米根茬留田对土壤微生物量碳和酶活性动态变化特征的影响[J]. 应用生态学报,2002,13(3):303-306.
- [10] Muth D C, Boswall R L. Determination of variability in soil physical properties and microbial biomass under continuous direct-planted corn[J]. Can. J. Soil Sci., 1986,66(4):747-750.
- [11] 战秀梅,李亭亭,韩晓日,等. 不同施肥方式对春玉米产量、效益及氮素吸收和利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(4):861-868.
- [12] 杨剑虹. 土壤农化分析与环境监测[M]. 北京:中国大地出版社,2008:35-67.
- [13] 王庆仁,李继云,李振声. 植物高效利用土壤难溶态磷的研究动态及展望[J]. 植物营养与肥料学报,1998,4(2):107-116.
- [14] 杨晓晖,王葆芳,江泽平. 乌兰布和沙漠东北缘 3 种豆科绿肥植物生物量和养分含量及其对土壤肥力的影响[J]. 生态学杂志,2005,24(10):1134-1138.
- [15] 刘国顺,罗贞宝,王岩,等. 绿肥翻压对烟田土壤理化性状及土壤微生物量的影响[J]. 水土保持学报,2006,20(1):95-96.
- [16] 赵梦霞,姜俊玲. 河南省绿肥资源及质量调查研究[J]. 河南农业科学,1996(6):23-25.
- [17] 姜培坤,徐秋芳,周国模,等. 种植绿肥对板栗林土壤养分和生物学性质的影响[J]. 北京林业大学学报,2007,29(3):120-123.
- [18] 刘海轮,杨峰钢. 绿肥改良烟田土壤的初步研究[J]. 陕西农业科学,2010(1):5-9.
- [19] 李银平,徐文修,李钦钦,等. 绿肥压青对棉田土壤肥力的影响[J]. 新疆农业科学,2009,46(2):262-265.
- [20] 潘福霞,鲁剑巍,刘威,等. 3 种不同绿肥的腐解和养分释放特征研究[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(1):216-223.
- [21] 李逢雨,孙锡发,冯文强,等. 麦秆、油菜秆还田腐解速率及养分释放规律研究[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(2):374-380.
- [22] 王琴,潘兹亮,吕玉虎,等. 紫云英绿肥对土壤养分的影响[J]. 草原与草坪,2011,31(1):58-61.