

Effects of Different Green Manure Treatments on Rice Field Soil Available Nutrients

Huifang Shang, Jun Liang, Huaqin Xu, Xiaoyun Yi, Leqi Wang, Yi Feng

College of Agriculture, Hunan Agricultural University, Changsha Hunan
Email: qi.qi.shang@qq.com

Received: Aug. 26th, 2018; accepted: Sep. 8th, 2018; published: Sep. 17th, 2018

Abstract

In this study, a net bag method combined with indoor laboratory analysis methods, was used to simulate the return of green manure, study the release characteristics of active organic carbon, alkali-hydrolyzed nitrogen, available phosphorus, and available potassium in southern paddy fields, as well as research the impact of soil fertility, so as to select a green manure return program suitable for the development of southern paddy fields. During this experiment, all could increase active organic carbon, alkali-hydrolyzed nitrogen, available phosphorus, and available potassium. In the end, green manure returned to field for 70 d: the soil active organic carbon content treatment was best to increase the rye grass 1:1 arrowhead peas by 44.93%; the effects of green manure mixture were better than those of green manure alone; alkali-nitrogen content increased the most by the treatment of alfalfa, about 5.74%; the content of green manure mixture was lower than that of green manure alone; the contents of available potassium in the soil treated with *V. vulgaris* were the highest and increased by 28.88%.

Keywords

Green Manure, Nutrients Release, Available Nutrients

不同绿肥翻压处理对南方稻田土壤速效养分的影响

尚惠芳, 梁 军, 徐华勤, 易晓芸, 王乐琪, 冯 怡

湖南农业大学农学院, 湖南 长沙
Email: qi.qi.shang@qq.com

收稿日期：2018年8月26日；录用日期：2018年9月8日；发布日期：2018年9月17日

摘要

采用网袋法模拟绿肥翻压,并结合室内试验分析方式,研究不同绿肥翻压处理在南方水田中活性有机碳、碱解氮、速效磷、速效钾等速效养分释放特征,探讨绿肥腐解过程中对土壤肥力的影响,从而筛选出适合南方水田发展的绿肥翻压方案。在70 d试验周期内,7种不同绿肥翻压处理均能提高土壤活性有机碳、碱解氮、速效磷、速效钾含量。试验结束即翻压70 d时:黑麦草1:1箭筈豌豆处理的土壤活性有机碳含量为最佳,提高了44.93%,混合绿肥处理含量略高于单独绿肥处理;碱解氮含量提高最大的是紫花苜蓿处理,提高了5.74%,单独绿肥翻压处理的土壤碱解氮含量显著高于混合绿肥翻压处理;紫云英处理土壤速效钾含量最大,提高了28.88%。

关键词

绿肥翻压, 养分释放, 速效养分

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

我国是世界上绿肥种植年限最长、面积最大、范围最广的国家,但随着化肥的推广应用,绿肥面积迅速减少,过量使用化学肥料以及不合理的耕作模式,导致土壤生产环境的逐渐恶化。化肥过量投入、耕地质量偏低是我国农业可持续发展的主要障碍因素[1]。过量的化肥施用,导致农业成本增加和资源浪费的同时造成土壤酸化、水体富营养化、耕地板结等农业环境污染问题[2]。因此,提高土壤肥力、改善土壤生产环境是农业生产的头等大事。因此,必须重新认识到绿肥翻压是我国传统农业生产中的重要组成部分,是我国农业生产的一个特色,它是我国农业的本质。绿肥翻压的研究对改善土壤、保持和改善土壤质量具有重要意义。

绿肥自身所含养分丰富是植物生长所必需的营养元素和有机物的重要来源,而且回到田间后很容易被吸收和利用。F.E. Allison (1977)总结了绿肥的作用,综合起来有增加土壤养分;改善土壤理化性质;增加土壤有机质,加速土壤腐殖质形成;有效地防止土壤中养分的流失、风沙的侵蚀;防止植物病害的产生等五方面的作用[3]。可持续发展农业是现代农业必由之路,其本质是通过自然界自身存在的生物环境间的相互关系、生态系统物质循环与能量转化来减少化肥、农药的使用,进而减少对自然界的不良影响[4][5],而绿肥翻压就是走可持续农业道路必不可少的环节。本试验利用网袋法模拟不同绿肥翻压,设计不同处理以及不同时间取样,以横向、纵向的方式进行比较,围绕7种绿肥翻压处理对土壤活性有机碳、碱解氮、速效钾、速效磷等速效养分含量的影响展开研究,旨在探寻常见绿肥的单独翻压以及箭筈豌豆与黑麦草混合翻压对土壤养分的影响,为南方地区探寻更能有利于现代水稻高产栽培的绿肥翻压方案及绿肥的种植推广提供理论依据。

2. 材料与amp;方法

2.1. 试验地

试验于2017年4月~8月在湖南省长沙市湖南农业大学耘园试验基地开展,位于长沙市芙蓉区湖南

农业大学北部。长沙市气候温和，降水量充足，雨热同期，四季分明，年平均气温 17.2℃，年均降水量 1361.6 mm。在试验期间，长沙平均气温均高于 20℃。试验地往年种植制度为稻-稻-冬闲，其土壤质地为潮泥土，表层 0~20 cm 碱解氮为 160.01 mg/kg，速效钾为 77.61 mg/kg，速效磷为 53.71 mg/kg，pH 为 6.15 (水土比 2.5:1)。

2.2. 试验设计

采用尼龙网袋翻埋法，模拟绿肥翻压方式，供试绿肥为箭筈豌豆、光叶苕子、紫云英、紫花苜蓿和黑麦草。设置 8 种处理：10 g 箭筈豌豆鲜样翻压(T1)，10 g 紫花苜蓿鲜样(T2)，10 g 光叶苕子鲜样(T3)，10 g 紫云英鲜样(T4)，2.5 g 黑麦草 + 7.5 g 箭筈豌豆鲜样混合(T5)，5 g 黑麦草 + 5 g 箭筈豌豆鲜样混合(T6)，7.5 g 黑麦草 + 2.5 g 箭筈豌豆鲜样混合(T7)，无绿肥对照组(T8)。

在四种供试绿肥的初花期取地上部分鲜草剪切成 2 cm 左右的小段(其养分含量见表 1)，在规格为 15 cm * 25 cm，孔径为 75 μm 的尼龙网袋中装鲜草秸秆 10 克，并封紧袋口，将绿肥袋埋于盛有同等含水量下的 1 kg 土壤盆栽中约 10 cm 深处。每种处理设 21 盆，共 168 盆。

2.3. 取样方法

绿肥翻埋后，分别于第 3、6、12、20、30、50、70 d 随机取样，每次取样 3 盆，在每盆中随机选取 5 点，取 0~30 cm 土层土样，去除其中杂质，混匀风干后用研钵研磨，过 100 目筛，并检测土壤中的活性有机碳(高锰酸钾氧化法测定)，碱解氮(碱解扩散法测定)，速效磷(碳酸氢钠浸提法测定)，速效钾(火焰光度计测定) 4 种速效养分含量。

2.4. 统计分析方法

所有数据统计分析借助于 Excel 2003 和 SPSS 12.0 软件进行。

3. 结果与分析

3.1. 不同处理对土壤活性有机碳的影响

由图 1 可知，试验周期内，绿肥翻压处理的土壤活性有机碳含量变化趋势相同，且一直高于对照处理；前 50 d 内各处理的土壤活性有机碳释放率先快后慢，50 d 后各处理土壤活性有机碳含量出现明显下降。单独绿肥翻压处理(T1~T4)的土壤活性有机碳含量在前 12 d 内均高于绿肥混合处理(T5~T7)，在 20 d 后低于绿肥混合处理，且显著高于对照组 T8 ($P < 0.05$)。

绿肥翻埋 20 d、30 d、50 d 时，绿肥翻压处理的土壤活性有机碳含量提高幅度分别为 36.3~50.1 mg/kg、41.6~56.0 mg/kg、45.0~57.4 mg/kg，比对照组分别提高了 48.62%~66.97%、55.61%~74.86%、60.48%~76.84%。翻埋 70 d 时，绿肥翻压处理土壤活性有机碳含量提高幅度为 17.2~33.3 mg/kg，T1~T7 处理的土壤活性有

Table 1. Green manure nutrient content and moisture before rolling
表 1. 翻压前绿肥养分含量及水分

绿肥品种	全碳(C)%	全氮(N)%	全磷(P)%	全钾(K)%	含水量%
箭筈豌豆	41.1	2.69	0.51	1.09	81.26
黑麦草	42.25	0.93	0.38	1.87	78.90
紫云英	41.68	2.46	0.40	1.23	83.70
紫花苜蓿	41.67	3.43	0.28	1.89	87.23
光叶苕子	42.11	3.02	0.24	1.78	83.61

机碳含量分别比对照高了 27.93%、25.91%、23.21%、28.47%、40.48%、44.93%、39.40%，各处理之间土壤活性有机碳含量大小排序为 T6 (黑麦草 1:1 箭筈) > T5 (黑麦草 1:3 箭筈豌豆) > T7 (黑麦草 3:1 箭筈豌豆) > T4 (紫云英) > T1 (箭筈豌豆) > T2 (紫花苜蓿) > T3 (光叶苕子) > T8 (无绿肥对照组)。

这表明，绿肥翻压能够提高水田中土壤活性有机碳含量，且绿肥混合翻压处理效果好于单独绿肥翻压处理，其中以 T6 (黑麦草 1:1 箭筈) 处理效果最佳。

3.2. 不同处理对土壤碱解氮含量的影响

各绿肥翻压处理的土壤碱解氮含量随时间变化均呈上升趋势(见图 2)，前 20 d，7 种绿肥翻压处理土壤碱解氮含量无明显变化，至绿肥翻压 30 d，不同绿肥翻压处理土壤碱解氮含量均高于对照。

至翻压 50 d，不同绿肥翻压处理土壤碱解氮含量增加幅度为 2.11~4.55 mg/kg，处理 T1~T7 土壤碱解氮含量分别为 163.78 mg/kg、164.67 mg/kg、164.87 mg/kg、164.45 mg/kg、163.01 mg/kg、162.78 mg/kg、162.45 mg/kg，以 T3 (光叶苕子) 处理最高，T2 (紫花苜蓿) 次之，最小的是 T7 (黑麦草 3:1 箭筈豌豆)。

至翻压 70 d，不同绿肥翻压处理土壤碱解氮含量增加幅度为 3.69~9.25 mg/kg，处理 T1~T7 土壤碱解氮含量分别为 169.22 mg/kg、170.23 mg/kg、169.35 mg/kg、169.01 mg/kg、165.67 mg/kg、165.33 mg/kg、164.67 mg/kg，比对照组分别提高了 5.11%、5.74%、5.19%、4.98%、2.91%、2.70%、2.29%，绿肥单独翻压处理的含量显著高于绿肥混合翻压处理($P < 0.05$)。

以上说明，各处理均能提高土壤碱解氮含量，且其释放率先慢后快，绿肥单独翻压效果好于混合绿肥翻压，其中紫花苜蓿翻压效果略好于其他绿肥翻压。

3.3. 不同处理对土壤速效磷含量的影响

由图 3 可知，不同绿肥翻压处理的土壤速效磷含量变化趋势基本一致，均有增加的趋势，至翻压 50 d 左右达到最大值，随后土壤速效磷含量有小幅下降趋势。可以看出，绿肥翻埋前 30 d，对土壤速效磷含量影响变化不大；绿肥翻压 30 d，不同绿肥翻压处理土壤速效磷含量均略高于对照组，增加幅度为

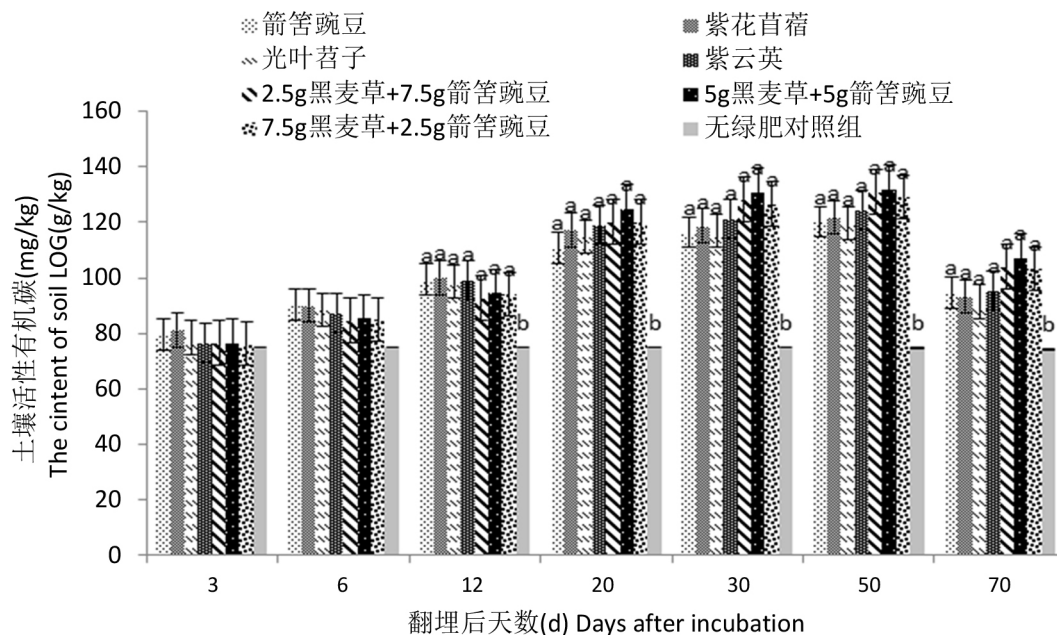


Figure 1. Changes of soil active organic carbon in different treatments (mg/kg)

图 1. 不同处理的土壤活性有机碳含量变化(mg/kg)

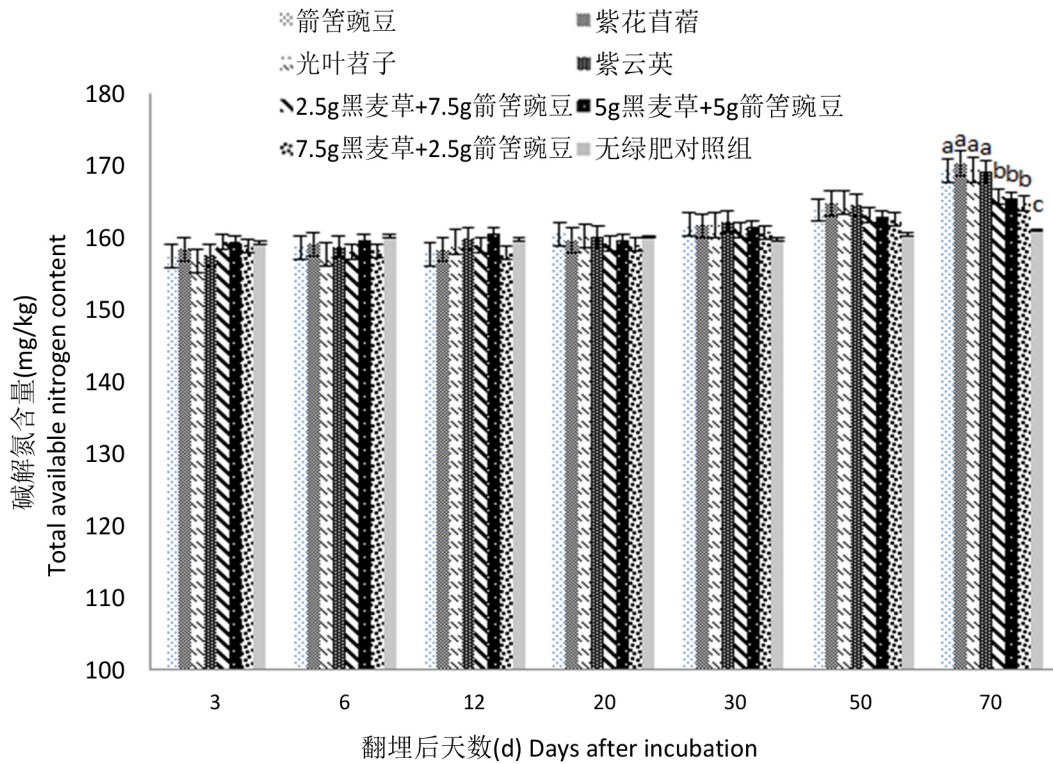


Figure 2. Changes of soil alkaline nitrogen in different treatments (mg/kg)
图 2. 不同处理的土壤碱解氮含量变化(mg/kg)

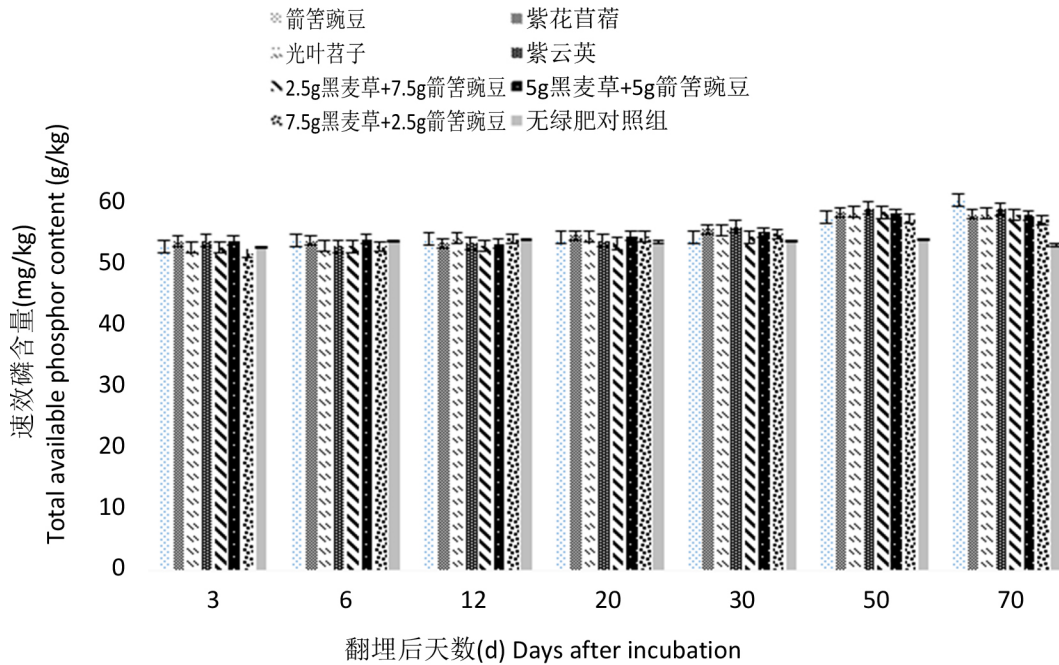


Figure 3. Changes of soil available phosphorus content in different treatments (g/kg)
图 3. 各处理间土壤速效磷含量变化(g/kg)

0.69~2.34 mg/kg, 各处理间无明显差异; 翻压 50 d, 不同绿肥翻压处理土壤速效磷均高于对照, 增加幅度为 3.59~5.12 mg/kg; 绿肥翻压至 70 d, 处理 T1~T7 土壤速效磷变化幅度为 4.03~7.22 mg/kg, 分别比对

照组高出 13.71%、9.30%、8.71%、11.00%、9.28%、9.05%、7.65%，以 T1 (箭筈豌豆)处理最大，其次为 T4 (紫云英)处理，最小为 T7 (黑麦草 3:1 箭筈豌豆)处理。

以上表明，本次绿肥翻压能够提高土壤速效磷的含量，不同绿肥翻压处理间无明显差异，其中箭筈豌豆翻压效果略好于其他绿肥翻压。

3.4. 不同处理对土壤速效钾含量的影响

从图 4 可看出，不同绿肥翻压处理的土壤速效钾含量随时间延长均呈上升趋势。0~12 d，各处理土壤速效钾含量增长缓慢，增加幅度为 1.33~2.34 mg/kg；至绿肥翻压 12 d，绿肥翻压处理土壤速效钾含量均高于对照，此阶段各处理间含量无明显变化；12~20 d，土壤速效钾含量中速增长，增加幅度为 4.54~7.53 mg/kg；至绿肥翻压 20 d，处理 T1、T2、T3、T4、T5、T6、T7 土壤速效钾含量分别比对照组提高了 7.51%、8.44%、5.88%、9.77%、8.45%、9.76%、9.73%，其中以 T4 (紫云英)处理最佳，T2 (紫花苜蓿)处理其次，最小为 T3 (光叶苕子)处理，各处理的速效钾含量开始出现变化，与对照组的差异达显著水平($P < 0.05$)。

试验 20~70 d，土壤速效钾含量快速增长，增加幅度为 19.34~22.11 mg/kg；至绿肥翻压 70 d，处理 T1、T2、T3、T4、T5、T6、T7 土壤速效钾含量比对照分别高了 26.24%、27.55%、26.31%、28.88%、25.26%、27.57%、27.25%，以 T4 (紫云英)处理最佳，其次为 T2 (紫花苜蓿)，最小为 T6 (黑麦草 1:1 箭筈)，不同绿肥翻压处理间无显著性差异，且均显著高于对照($P < 0.05$)。

综上所述，绿肥翻压的试验期间，均能显著提高土壤速效钾含量，不同绿肥翻压处理间无明显差异，其中紫云英翻压效果略好于其他绿肥翻压。

4. 讨论

本试验研究结果表明，不同绿肥处理翻压 70 d 后，其活性有机碳、碱解氮、速效磷、速效钾含量均

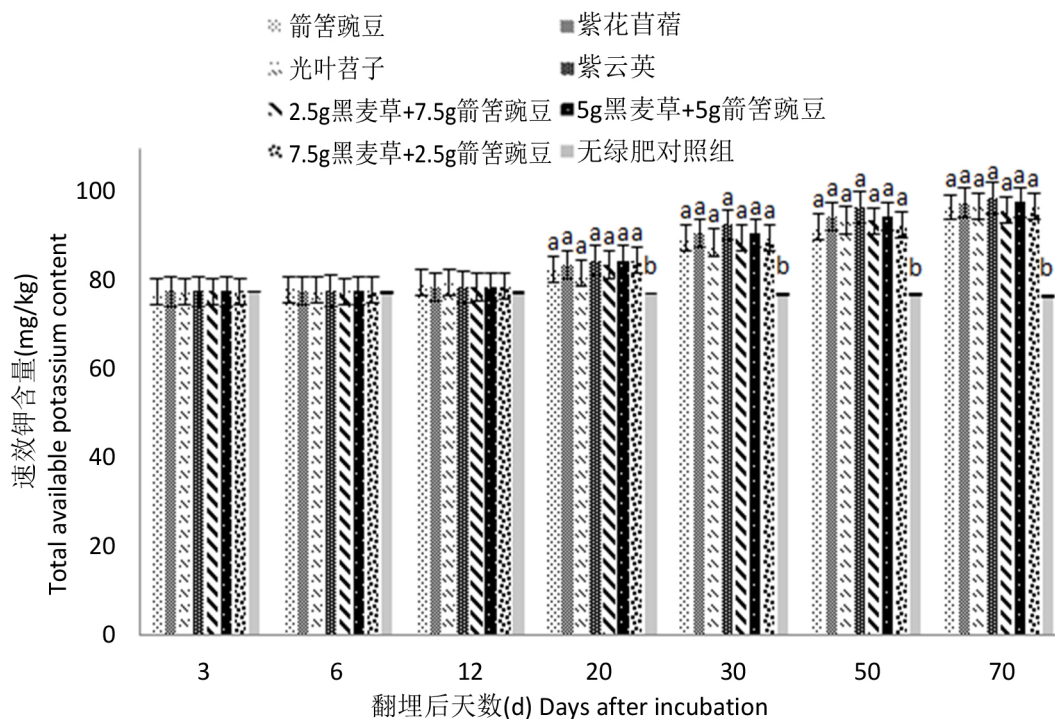


Figure 4. Changes of soil available potassium content in different treatments (mg/kg)

图 4. 不同处理的土壤速效钾含量变化(mg/kg)

高于对照,增幅分别为 23.21%~44.93%、2.29%~5.74%、7.65%~13.71%、25.26%~28.88%。这 7 种绿肥翻压处理的速效养分释放量主要在 12 d 以后,这与潘福霞[6],陈东林[7],高桂娟[8]等的研究结果基本一致。

杨丽丽[9]在湘西烟草土壤中,研究结果表明秸秆与绿肥翻压的 90 天后,土壤碱解氮、速效磷、速效钾的含量均高于对照,增幅分别为 4.8%~9.52%、11.9%~37.7%、1.6%~6.2%。而本次研究结果土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量分别提高了 2.29%~5.74%、7.65%~13.71%、25.26%~28.88%,其研究结果与本次试验结果不太一致,可能是因为还田方式不同和绿肥处理不一样,杨丽丽的还田还需移栽烤烟,且使用的是箭筈豌豆(撒播)和玉米秸秆,而本次试验是直接翻压绿肥,且使用的是箭筈豌豆(翻埋)、紫花苜蓿、黑麦草和紫云英等处理。

魏甲彬[10]在探讨不同利用模式下的冬季稻田土壤活性碳氮变化和系统净碳交换变化特征发现,种草养鸡及黑麦草翻压在 60 d 后土壤活性有机碳含量增加 81.13%~182.26%,远高于本次试验结果,可能翻压方式及翻压用的不同有关。本次试验采用绿肥单独翻压,上述则为种草养鸡及黑麦草翻压后翻压。

本研究结果发现,土壤速效钾含量以紫云英处理增幅最大,提高了 28.88%;张珺瑾研究种植紫云英对南方稻田肥力性状的影响发现,南方绿肥以紫云英为重要组成部分,紫云英能够显著提高南方土壤肥力,诠释了南方大力种植紫云英的原因。

邓小华[11]通过 3 年田间定位试验,研究了同种类绿肥多年翻压对植烟土壤理化性状的影响,其碱解氮、速效磷和速效钾含量分别提高 1.50%~23.70%,660.98%~833.72%和 335.83%~783.75%。豆科绿肥对土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量的影响较大,其中光叶紫花苜蓿对土壤全氮和全磷含量影响最大,紫云英对土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量影响最大。

5. 结论

本次试验采用网袋法模拟绿肥翻压处理,研究了 7 种不同绿肥翻压处理的养分释放动态。研究结果表明:

① 不同绿肥翻压处理翻压 70 d,其活性有机碳、碱解氮、速效磷、速效钾含量均高于对照,分别提高了 23.21%~44.93%、2.29%~5.74%、7.65%~13.71%、25.26%~28.88%,且主要养分的主要释放集中在 12 d 以后。

② 绿肥翻压后的前 50 d,土壤活性有机碳含量随时间延长均呈上升趋势,且 20~50 d 上升速度放缓;50 d 后土壤活性有机碳含量有所下降;至翻压 70 d,以黑麦草 1:1 箭筈豌豆(T6)处理提高 44.93%为最佳,绿肥混合翻压效果(39.40%~44.93%)略好于绿肥单独翻压(23.21%~28.47%)。

③ 绿肥翻压前 30 d,各处理土壤碱解氮和土壤速效磷含量变化较小;50 d 后,土壤碱解氮含量提高较为显著($P < 0.05$),土壤速效磷含量略有提高。

④ 各绿肥处理翻压后 0~12 d,其土壤速效钾含量均无明显变化;翻压后 20~70 d,土壤速效钾含量上升趋势明显。

⑤ 试验结束时(绿肥翻压至 70 d),土壤碱解氮含量以紫花苜蓿处理(T2)含量最高,绿肥单独翻压处理的土壤碱解氮含量(169.01~170.23 mg/kg)显著高于绿肥混合翻压处理含量(164.67~165.67 mg/kg) ($P < 0.05$);箭筈豌豆处理(T1)的土壤速效磷含量(6.29 mg/kg)略高于其余 6 种处理,且其余 6 种处理含量无显著差异;紫云英处理(T4)的土壤速效钾含量(98.66 mg/kg)最高,其余处理增加幅度为 95.89~97.66 mg/kg。

参考文献

[1] 中国农业部. 全国农业可持续发展规划(2015-2030 年) [J]. 中国农业信息网, 2016(23): 26-33.

-
- [2] 周志明. 绿肥种植利用效益评价和空间发展预测研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国农业大学, 2016.
- [3] 高嵩涓, 曹卫东, 自金顺, 等. 长期冬种绿肥改变红壤稻田土壤微生物生物量特性[J]. 土壤学报, 2015, 52(4): 902-910.
- [4] 曹卫东. 绿肥在现代农业发展中的探索与实践[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2011: 218-228.
- [5] 李继明, 黄庆海, 袁天佑, 等. 长期施用绿肥对红壤稻田水稻产量和土壤养分的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 52(4): 902-910.
- [6] 潘福霞, 鲁剑巍, 刘威, 等. 三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.
- [7] 陈冬林. 多熟复种稻田土壤耕作和秸秆还田的效应研究[D]: [博士学位论文]. 长沙: 湖南农业大学, 2009.
- [8] 高桂娟, 李志丹, 韩瑞宏, 等. 3 种南方绿肥腐解特征及其对淹水土壤养分和酶活性的影响[J]. 热带作物学报, 2016, 37(8): 1476-1483.
- [9] 杨丽丽. 玉米秸秆与绿肥腐解动态及其还田效应研究[J]. 作物研究, 2016, 12(3): 41-42.
- [10] 魏甲彬. 南方种养结合模式对冬季稻田净碳交换和不同土层活性碳氮转化的影响[J]. 草业学报, 2016, 17(7): 138-146.
- [11] 邓小华. 不同种类绿肥翻压对植烟土壤理化性状的影响[J]. 烟草学报, 2015, 12(2): 4-8.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org