

# 双季稻冬闲田种植绿肥对土壤理化性质的影响

何亮珍<sup>1</sup>, 郭嘉<sup>1</sup>, 付爱斌<sup>2\*</sup>, 蒋元利<sup>2</sup>, 徐一兰<sup>2</sup>

(1 道县农业委员会, 湖南道县 425300; 2 湖南生物机电职业技术学院, 长沙 410128)

**摘要:**以双季稻冬闲田为对照, 研究种植冬季绿肥油菜、紫云英、黑麦草、白三叶和燕麦对双季稻冬闲田土壤理化性质的影响。结果表明: 双季稻冬闲田种植油菜、紫云英、黑麦草、白三叶和燕麦后显著提高了土壤 pH 值和有效磷含量, 种植黑麦草和燕麦显著提高了土壤有机质含量, 降低了土壤矿化氮、全氮和全磷含量, 而种植紫云英、白三叶和油菜对土壤有机质无显著影响, 但提高了土壤矿化氮、全氮和全磷的含量。冬季种植绿肥有利于双季稻田土壤 pH 值的改善从而提高了磷的有效性, 种植豆科和十字花科绿肥有利于土壤氮、磷养分含量的增加, 而种植禾本科绿肥有利于土壤有机质含量的提高。

**关键词:**稻田; 土壤; 绿肥; 理化性质

**中图分类号:** S55

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-5280(2017)04-0405-03

**DOI:** 10.16848/j.cnki.issn.1001-5280.2017.04.13

随着经济的发展和农业生产成本特别是劳动力成本的增加, 导致许多农民放弃秋季耕种而出现大量农田冬闲<sup>[1]</sup>。我国南方具有丰富的水热资源, 在中稻或晚稻收获后光照、温度、水分、空间和作物茬口等各种因素都能够满足冬季种植绿肥<sup>[2]</sup>。在冬季闲置农田种植绿肥, 在春季刈割翻压, 腐烂分解后的绿肥生物体与土壤形成有机-无机复合胶体, 既改良了土壤结构<sup>[3,4]</sup>, 同时, 由于绿肥生物体的腐烂分解能释放氨, 从而提高了土壤酸碱度。此外, 绿肥作为重要的有机肥来源, 还田后对土壤有机质有着明显的影响<sup>[5]</sup>。前人就不同种类的绿肥对土壤肥力的影响做了大量的研究<sup>[6]</sup>, 但就不同绿肥对南方水稻土壤的理化性状及营养状况的研究报道较少。本试验以南方水稻冬闲田为对照, 研究了冬季种植黑麦草(禾本科)、燕麦(禾本科)、紫云英(豆科)、白三叶(豆科)和油菜(十字花科)等多种绿肥对冬闲稻田土壤理化性质的影响, 为合理开发和充分利用冬闲田, 发展可持续农业, 缓解人口、粮食、资源压力和保护生态环境具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

试验地点设在湖南省道县桥头乡。试验点属季风性湿润气候区, 年均气温 16.2℃, 年积温 5257℃, 年均降水量 1358.6 mm, 年日照 1839.2 h, 全年无霜期 223~253 d。试验地为双季水稻田, 地势平坦, 肥力均匀, 成土母质为第四纪红土。试验开始时的耕层土壤(0~20 cm)基本性质: 有机质 13.50 g/kg, 全氮 1.27 g/kg, 全磷 0.65 g/kg, 碱解氮 79.00 mg/kg, 有效磷 10.80 mg/kg, 速效钾 122.0 mg/kg, pH 值 5.48。

### 1.2 试验设计

试验地 2014 年前为双季稻—冬闲田种植模式。选择冬季型绿肥油菜、一年生黑麦草、白三叶、燕麦和紫云英为材料, 以冬闲田为对照。3 次重复, 共 18 个小区, 随机排列。小区长 6 m, 宽 5 m, 面积 30 m<sup>2</sup>。各绿肥均采用撒播方式, 播种量分别为油菜 7.5 kg/hm<sup>2</sup>、黑麦草 90 kg/hm<sup>2</sup>、白三叶 15 kg/hm<sup>2</sup>、燕麦 150 kg/hm<sup>2</sup>、紫云英 30 kg/hm<sup>2</sup>。小区四周分别设有 50

收稿日期: 2017-03-04

作者简介: 何亮珍(1974-), 女, 农艺师, 从事农产品质量安全检测工作, Email: hds8a@126.com。\* 通信作者, 付爱斌, 教授, 从事农业经济、作物生产技术研究, Email: fuaibin671019@163.com。

基金项目: 湖南省教育厅科技项目(16C0939)。

cm 的保护行, 2014 年 10 月 25 日播种。

### 1.3 样品采集与测定

于绿肥刈割后的 2015 年 4 月 26 日采集土壤样品。用直径为 10 cm 的带刻度土钻, 按 5 点取样法钻取 0~20 cm 的耕层土壤。采集回来的新鲜土壤用报纸摊开在自然状态下风干, 粉碎过筛后进行土壤理化性状的测定分析。

土壤 pH 值采用 pH 仪以水土质量比 5:1 进行测定。土壤有机质、全氮、全磷、矿化氮、有效磷、速效钾等理化指标根据文献[7]的相关方法测定。

## 2 结果与分析

表 1 种植不同种类绿肥的稻田土壤 pH 和土壤有机质含量

土壤性状	对照	燕麦	黑麦草	白三叶	紫云英	油菜
pH 值	5.48 c	5.67 a	5.64 ab	5.63 ab	5.57 b	5.77 a
有机质含量(g/kg)	13.45 b	15.34 a	15.34 a	14.14 b	13.79 b	13.62 b

注: 同一性状不同处理间不同小写字母表示差异显著( $p < 0.05$ )。下同。

### 2.2 冬季种植绿肥对土壤全氮和全磷含量的影响

由表 2 可知, 种植紫云英、白三叶和油菜处理的土壤全磷含量均显著高于对照处理, 分别提高了 24.1%、24.1% 和 25.9%。但是种植黑麦草和燕麦

### 2.1 冬季种植绿肥对土壤 pH 和有机质含量的影响

由表 1 可知, 双季稻冬闲田冬季种植绿肥后, 土壤 pH 值均呈上升趋势。与对照冬闲相比, 种植黑麦草、燕麦、紫云英、白三叶和油菜等处理的土壤 pH 值分别提高了 0.28、0.31、0.21、0.25 和 0.39, 均达到显著差异水平。

种植燕麦、黑麦草、白三叶、紫云英和油菜等的土壤有机质含量均高于对照, 其中, 燕麦和黑麦草处理具有显著差异, 表明种植燕麦、黑麦草、白三叶、紫云英和油菜等绿肥均能提高土壤有机质含量, 尤其以种植燕麦和黑麦草的效果明显, 提高了 14.05% (表 1)。

处理的土壤全磷含量却显著低于对照, 分别降低 8.6% 和 8.8%。说明种植紫云英、白三叶和油菜等绿肥能显著提高土壤全磷含量, 而种植黑麦草和燕麦等绿肥则会降低土壤全磷含量。

表 2 种植不同种类绿肥的稻田土壤全氮和全磷含量(g/kg)

土壤性状	对照	燕麦	黑麦草	白三叶	紫云英	油菜
全磷含量	0.59 b	0.53 c	0.54 c	0.73 a	0.73 a	0.74 a
全氮含量	1.19 c	1.01 d	1.04 d	1.43 a	1.32 b	1.28 b

冬季种植黑麦草和燕麦处理的土壤全氮含量分别比对照下降了 19.4% 和 13.9%, 而种植白三叶、紫云英和油菜处理的土壤全氮含量则分别比对照提高了 18.6%、10.1% 和 6.9% (表 2)。表明种植白三叶、紫云英和油菜等绿肥能显著提高土壤全氮含量, 而种植黑麦草和燕麦等绿肥则会降低土壤全氮含量。

### 2.3 冬季种植绿肥对土壤矿化氮、有效磷和速效钾含量的影响

由表 3 可以看出, 种植紫云英、白三叶和油菜处理的土壤矿化氮含量均显著高于对照处理, 分别提

高了 17.1%、12% 和 13.3%, 而种植黑麦草和燕麦处理则土壤矿化氮含量有所下降, 分别比对照降低了 1.3 和 2.2 mg/kg, 其中燕麦处理的矿化氮含量显著低于对照。表明冬季种植紫云英、白三叶和油菜等绿肥有利于矿化氮含量的提高, 而种植燕麦和黑麦草则会降低土壤矿化氮的含量。

冬季种植黑麦草、燕麦、紫云英、白三叶和油菜处理的土壤有效磷含量均显著高于对照处理, 分别高出 35.9、14.5、22.1、25.0 和 4.9 mg/kg, 分别提高了 127.6%、54.4%、78.5%、89.0% 和 17.5% (表 3)。

表 3 种植不同种类绿肥的土壤矿化氮、有效磷和速效钾含量(mg/kg)

土壤性状	对照	燕麦	黑麦草	白三叶	紫云英	油菜
矿化氮含量	15.8 b	13.6 c	14.5 bc	17.7 a	18.5 a	17.9 a
有效磷含量	25.3 e	44.6 c	57.6 a	47.8 b	45.1 c	29.8 d
速效钾含量	122.0 ab	118.2 ab	115.3 ab	124.2 a	127.3 a	110.1 b

冬季种植豆科绿肥的土壤速效钾含量有升高趋势,种植禾本科和十字花科绿肥的土壤速效钾含量则有下降趋势,但与对照相比均未达到差异显著水平(表3)。表明冬闲田种植黑麦草、燕麦、白三叶、紫云英和油菜等绿肥对于土壤速效钾含量变化没有显著的影响,但种植白三叶、紫云英等豆科绿肥有提高土壤速效钾含量的趋势。

### 3 讨论与小结

我国南方的种植模式以双季稻为主,利用双季稻冬闲田种植冬季牧草或绿肥不仅可以为畜牧业的发展提供优质饲草,还能够促进土壤中氮、磷、钾等各种养分的均衡,做到用地和养地相结合<sup>[3,8,9]</sup>。土壤pH值是土壤的一项基本性质指标,它直接影响着土壤中各种元素的存在形态及有效性<sup>[10]</sup>。本试验结果表明,在冬闲田种植黑麦草、燕麦、紫云英、白三叶和油菜等绿肥能显著提高双季稻田的pH值和土壤有效磷含量。pH值的变化和土壤有效磷含量呈显著正相关,这与贺丹锋等人的研究结果一致<sup>[11]</sup>,说明冬季种植绿肥有利于双季稻田pH值的改善,减轻土壤酸化,从而提高了土壤磷的有效性<sup>[12]</sup>。

土壤有机质是评价土壤肥力的重要指标之一,也是影响土壤结构、土壤保水保肥和供肥性、养分有效性和土壤通气性等理化性状的关键因子<sup>[13]</sup>。种植绿肥可有效增加土壤的有机质含量、矿质养分含量,优化土壤的理化与生物学特性,从而起到培肥与改善土壤的效果<sup>[14]</sup>。本试验表明,种植燕麦、黑麦草、白三叶、紫云英和油菜等绿肥均能提高土壤有机质含量,尤其以种植燕麦和黑麦草的效果明显,提高了14.05%;种植黑麦草和燕麦降低了土壤全氮、全磷和矿化氮含量,种植紫云英、白三叶和油菜提高了土壤全氮、全磷、矿化氮和速效钾的含量。高菊生等<sup>[15-18]</sup>研究认为,紫云英、油菜和黑麦草的种植能使稻田土壤有机质逐年累积,使土壤全氮、全磷、碱解氮、有效磷和速效钾含量增加,表明种植禾本科绿肥有利于提高土壤的有机质含量,而种植豆科和十字花科绿肥则有利于土壤氮磷养分含量的增加。因此,在南方冬闲田应根据双季稻田土壤的养分状况来选择安排适宜的禾本科、豆科和十字花科绿肥,既可以充分利土地和自然资源为畜牧业提供优质牧草,同时还促进了土壤中氮磷钾等各种养分的均衡,这对南方水稻土质量的改善和可持续利用具有现实

意义。由于土壤结构的复杂性,冬种绿肥对土壤物理性质的影响有待进一步研究探讨。

### 参考文献:

- [1] 王丹英,彭建,徐春梅,等. 油菜作绿肥还田的培肥效应及对水稻生长的影响[J]. 中国水稻科学,2011,26(1):85-91.
- [2] 侯方舟,屠乃美,何康,等. 南方双季稻区冬种绿肥对土壤质量的影响研究进展[J]. 作物研究,2015,29(6):682-686.
- [3] 杨滨娟,黄国勤,王超,等. 稻田冬种绿肥对水稻产量和土壤肥力的影响[J]. 中国生态农业学报,2013,21(10):1209-1216.
- [4] 赵鲁,史冬燕,高小叶,等. 紫花苜蓿绿肥对水稻产量和土壤肥力的影响[J]. 草业科学,2012,29(7):1142-1147.
- [5] 李富翠,赵护兵,王朝晖,等. 渭北旱地夏闲期秸秆还田和种植绿肥对土壤水分、养分和冬小麦产量的影响[J]. 农业环境科学学报,2011,30(9):1861-1871.
- [6] 黄晶,刘淑军,张会民,等. 水稻产量对双季稻一不同冬绿肥轮作及环境的响应[J]. 生态环境学报,2016,25(8):1271-1276.
- [7] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000. 156-185.
- [8] 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):95-98.
- [9] 高菊生,曹卫东,李冬初,等. 长期双季稻绿肥轮作对水稻产量及稻田土壤有机质的影响[J]. 生态学报,2011,31(16):4542-4548.
- [10] 于君宝,刘景双,王金达,等. 典型黑土pH值变化对营养元素有效态含量的影响研究[J]. 土壤通报,2003,34(5):404-407.
- [11] 贺丹锋,周冀衡,张毅,等. 云南省罗平烟区植烟土壤pH分布特征及其与土壤养分的相关性[J]. 作物研究,2016,30(2):136-141.
- [12] 罗玲,余君山,秦铁伟,等. 绿肥不同翻压年限对植烟土壤理化性状及烤烟品质的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(24):13217-13219.
- [13] 刘合明,杨志新,刘树庆. 不同粒径土壤活性有机碳测定方法的探讨[J]. 生态环境,2008,17(5):2046-2049.
- [14] 郇恒福,周建南,高玲,等. 不同野生大戟科绿肥对酸性土壤有机质含量的动态影响[J]. 热带作物学报,2014,35(4):678-685.

## 参考文献:

- [1] 张永霞,赵峰,张红玲. 中国油菜产业发展现状、问题及对策分析[J]. 世界农业,2015(4):96-99.
- [2] 雷玲. 稻茬免耕直播油菜栽培模式的研究[D]. 武汉:华中农业大学硕士学位论文,2012.
- [3] 王必庆,王国槐. 早熟油菜生理生化特性研究进展[J]. 作物研究,2011,25(3):269-271.
- [4] 李凤阳. 不同肥密条件下早熟油菜光合特性研究[D]. 长沙:湖南农业大学硕士学位论文,2012.
- [5] 张文文,杨兴柏,熊传刚,等. 早熟油菜品种圣光127播期与密度配合试验研究[J]. 农业科技通讯,2016(5):94-97.
- [6] 刘宁,袁卫红,邹乐萍,等. 双季稻区早熟油菜免耕直播高产栽培技术探讨[J]. 天津农业科学,2011(4):42-44.
- [7] 范连益,帅海洪,惠荣奎,等. 湘东地区三熟制油菜播期及适宜密度研究[J]. 作物研究,2012,26(5):463-468.
- [8] 吴永成,徐亚丽,彭海浪,等. 播期及种植密度对直播油菜农艺性状和产量品质的影响[J]. 西南农业学报,2015(2):534-538.
- [9] 梅金安,梅少华,陈兴国,等. 播种期和密度对直播油菜产量及其构成因素的影响[J]. 湖北农业科学,2011(21):4337-4340.
- [10] 吴明亮,官春云,沈宇峰,等. 南方稻田油菜全程生产机械化的思考[A]. 中国作物学会. 作物多熟种植与国家粮油安全高峰论坛论文集[C]. 中国作物学会,2015. 54-58.
- [11] 官春云,陈社员,吴明亮. 南方双季稻区冬油菜早熟品种选育和机械栽培研究进展[J]. 中国工程科学,2010,12(2):4-10.
- [12] 董晓芳,田保民,姚永芳,等. 密度对油菜品种机械化收获特性的影响[J]. 中国农学通报,2012(3):71-74.
- [13] 张利艳,陈畅,张春雷,等. 长江中游种植密度与氮肥耦合对甘蓝型油菜产量和机械化收获农艺性状的影响[A]. 中国作物学会. 中国作物学会——2015年学术年会论文摘要集[C]. 中国作物学会,2015.
- [14] 刘继民. 长江中游油菜种植密度与氮肥耦合对产量和机械化收获农艺性状的影响[D]. 北京:中国农业科学院硕士学位论文,2014.
- [15] 浦惠明,龙卫华,高建芹. 油菜全程机械化生产配套农艺技术研究 I. 不同播期和密度对直播油菜产量和经济性状的影响[J]. 江苏农业科学,2009(3):48-51.
- [16] 李爱民,张永泰,惠飞虎. 适合全程机械化作业的油菜育种新概念[J]. 中国农学通报,2005(11):151-153,303.
- [17] 官春云,靳芙蓉,董国云,等. 冬油菜早熟品种生长发育特性研究[J]. 中国工程科学,2012,14(11):4-12.
- [18] 康洋歌. 早熟油菜生育特性、器官形成和内源激素变化对播期的响应[D]. 北京:中国农业科学院硕士学位论文,2015.
- [19] 王淑芬. 播期和密度对甘蓝型双低油菜“油蔬两用”菜薹与菜籽产量的影响[J]. 安徽农业科学,2015(23):80-81.
- [20] 曾宇. 不同施肥量、种植密度对油菜生长及产量的影响[D]. 武汉:华中农业大学硕士学位论文,2011.
- [21] 宋文喆. 栽培措施对阴山北麓旱作双低春油菜生理指标及产质量的影响[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学硕士学位论文,2014.
- [22] 朱珊,李银水,余常兵,等. 密度和氮肥用量对油菜产量及氮肥利用率的影响[J]. 中国油料作物学报,2013,35(2):179-184.
- [23] 侯剑. 油菜撒播轻型栽培技术研究 II. 不同密度和施肥量对撒播油菜产量与农艺性状的影响[J]. 贵州农业科学,2008,36(2):25-27.
- [24] 杨万里,宋海星,杨勇,等. 不同施肥水平对冬油菜生长和产量的影响[J]. 湖南农业科学,2011(17):77-79.
- [25] 曾宇,雷雅丽,李京,等. 氮、磷、钾用量与种植密度对油菜产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(1):146-153.
- [26] 李改珍,艾复清,赵宇航. 不同密度及施氮量对油菜产量的影响[J]. 山地农业生物学报,2004,23(3):198-201.
- [27] 汪新国,吴文革,孔令娟,等. 不同播种密度和施肥量对江淮稻田免耕直播油菜产量形成及农艺性状的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(27):14901-14902.
- [28] 王汉中. 我国油菜产业形势分析及产业发展对策[J]. 中国油料作物学报,2007,29(1):101-105.
- (上接第407页)
- [15] 高菊生,徐明岗,董春华,等. 长期稻—稻—绿肥轮作对水稻产量及土壤肥力的影响[J]. 作物学报,2013,39(2):343-349.
- [16] 兰延,黄国勤,杨滨娟,等. 稻田绿肥轮作提高土壤养分增加有机碳库[J]. 农业工程学报,2014,30(13):146-152.
- [17] 王璐,吴建富,潘晓华,等. 紫云英和稻草还田免耕抛栽对水稻产量和土壤肥力的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(20):299-303.
- [18] 高菊生,曹卫东,董春华,等. 长期稻—稻—绿肥轮作对水稻产量的影响[J]. 中国水稻科学,2010,24(6):672-676.