

绿肥种植及翻压对日光温室土壤环境的影响

杨冬艳¹, 郭文忠¹, 杨自强², 张丽娟¹

(1. 宁夏农林科学院 种质资源研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 宁夏吴忠国家农业科技园区管委会, 宁夏 吴忠 751100)

摘要:研究了日光温室休闲季节种植绿肥作物并翻压到土壤中, 对土壤肥力和土壤酶活性的影响。结果表明: 在日光温室夏季近2个月的休闲时期, 种植三叶草能生产 863 kg/667m²的鲜草, 种植大豆能生产 1 500~1 800 kg/667m²的鲜草, 在下茬作物种植之前将绿肥翻压到土壤中, 分析土壤指标发现, 种植和翻压绿肥均能有效降低土壤盐分, 提高肥力和改善土壤酶环境, 是一种修复日光温室设施障碍一种可行的措施, 其中以种植和翻压三叶草效果最佳, 黄豆和黑豆之间差异不大。

关键词:日光温室; 绿肥; 土壤

中图分类号: S 626.506⁺.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2009)10-0146-03

宁夏地区日光温室生产农户在6月中下旬拉秧后, 将棚膜收起, 一般不采取任何改良土壤的措施, 大部分将土地闲置2个月(6月中旬到8月中旬)。而设施土壤由于长期进行周年密集多茬次的栽培, 尤其是茄果类、瓜类蔬菜的长期连作, 化肥和农家肥的大量施入, 土壤得不到有效的休整和恢复, 导致土壤板结, 次生盐渍化的情况日趋严重, 因此研究利用夏季休闲季节, 科学合理的土壤改良措施有重要意义。绿肥植物作为一种优良的土壤改良材料已为全世界各地所采用, 它是一种优质有机肥料, 其适应性广, 生长期短, 鲜草产量高, 含养分丰富齐全, 分解迅速, 有效性好, 具有共生固氮和富集土中磷钾等多种矿质养分的特殊功能, 能调整有机肥与化肥之间的结构, 促进氮、磷、钾养分的平衡^[1]。绿肥养地目前多应用于果园、大田作物, 而在设施栽培中由于时间和空间的限制应用较少, 只有少量的报道^[2-3], 因此该试验着重于研究不同豆科绿肥作物(大豆、三叶草)在日光温室休闲季节种植并翻压后对土壤改良的效果, 比较其种植后产生的生物产量及翻压前后土壤肥力和土壤酶活性的变化, 探讨在设施中选用绿肥植物改良土壤的可行性, 以期对温室土壤健康、可持续利用提供科学理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在宁夏领鲜果蔬产业发展有限公司永宁纳家户乡生产基地的日光温室中(560 m²)进行。土壤

pH 为 8.11, 全盐含量 1.323 g/kg, 有机质含量 20.35 g/kg, 速效氮含量 55.97 mg/kg, 速效磷含量 243.96 mg/kg, 速效钾含量 206 mg/kg。

供试绿肥作物为白花三叶草、大豆(黄大豆和黑大豆), 均在2006年6月8日撒播, 设空白对照, 小区面积为 140 m², 管理相同, 三叶草播种量 350 g/小区, 黄豆 5 kg/小区, 黑豆 5 kg/小区。2006年8月1日整地翻压到土壤中, 同时施入农家肥 3 200 kg/667m², 复合肥料 20 kg/667m², 生态肥 50 kg/667m²。2周后定植辣椒。

1.2 调查分析项目

在上茬蔬菜拉秧后(6月8日)、绿肥翻压前1d(8月1日)、翻压2个月(9月28日)取样分析 20 cm 土壤 pH, 全盐含量、有机质含量、速效 N、P、K 含量、土壤脲酶和土壤脱氢酶活性, 2006年8月1日测量绿肥生物量。

1.3 分析方法

1.3.1 土壤理化性状的分析 土壤有机质: 重铬酸钾—硫酸加热消化法; 土壤碱解氮: 半微量凯氏法; 土壤速效磷: 0.15 mol/L NaHCO₃ 浸提—硫酸钼锑抗比色法; 土壤速效钾: 1 mol/L NH₄OAc 浸提—原子吸收光度计法; 土壤 pH: 水土比 2.5 : 1, 酸度计法; 土壤全盐值(EC): 水土比 5 : 1, 电导率法^[4-7]。

1.3.2 土壤酶活性的测定 脲酶活性用 Hoffmann 与 Teicher 法(1961年)测定, 结果以氨态氮 mg/g 土 (37℃, 24h)表示; 脱氢酶活性的测定采用三苯基四氮唑氯化物(TTC)作为氢受体, 当它接受氢后生成红色甲(TPF), 用比色法测定, 以每千克 24h 产生的 TPF 量(mg)表示脱氢酶的活性^[5]。

2 结果与分析

2.1 不同绿肥生长特性及生物量

从表1可以看出, 在52d的生长中, 黑豆和黄豆

第一作者简介: 杨冬艳(1977-), 女, 助理研究员, 现从事设施环境与蔬菜栽培研究工作。E-mail: yangdongyan2000@163.com。

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2007BAD57B01)。

收稿日期: 2009-06-13

株高可长至 96.4 cm 和 85.8 cm, 三叶草无直立茎, 匍匐于地面, 采收时最长叶有 32.5 cm, 黑豆单株鲜重可达41.27 g, 显著高于黄豆和三叶草, 折合 667 m² 产量达1 808.77 kg, 其次为黄豆。三叶草虽然单株鲜重较小, 但由于植株株幅小, 种植密度较大, 因此每 667 m² 也能收获 863.05 kg。可见利用日光温室夏季休闲季节种植绿肥, 可以在较短时间内得到较多的生物产量, 翻压后也能够提供较多的干物质。

表 1 不同绿肥在休闲季节的生长特性及产生的生物量

| 绿肥种类 | 株高 / cm | 单株鲜重 / g | 单位面积株数 / 个 · m ⁻² | 翻入土壤中生物量 / g · m ⁻² | 每 667 m ² 翻入土壤中的生物量 / kg |
|------|---------|----------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 三叶草 | 32.5 | 2.8754 | 450 | 1 293.93 | 863.05 |
| 黄豆 | 85.8 | 35.79 | 65 | 2 326.35 | 1 551.67 |
| 黑豆 | 96.4 | 41.27 | 65 | 2 711.8 | 1 808.77 |

注: 2006 年 8 月 1 日测量 (各绿肥生长 52 d)。三叶草株行距约: 5 cm×5 cm, 黄豆和黑豆株行距约 10 cm×15 cm。

2.2 不同绿肥种植及翻压对设施土壤理化性质的影响

2.2.1 不同绿肥种植及翻压对设施土壤 pH、全盐含量的影响 由表 2 可知, 种植三叶草、黄豆和黑豆均能显著降低土壤 pH, 但翻压绿肥对土壤的 pH 都没有显著的影响; 3 种绿肥生长 52 d 后 (8 月 1 日), 相对于未种植绿肥土壤, 土壤全盐含量均显著降低, 其中以种植黑豆和三叶草除盐效果较好, 绿肥翻压 2 个月 后, 土壤全盐绝对含量极显著高于翻压前, 但相对于空白对照, 3 种绿肥土壤全盐含量极显著下降, 绿肥间降低含盐量效果没

有显著差异。说明将新鲜的绿肥翻压的土壤中, 能够显著减轻由于施用农家肥和化肥而导致的土壤次生盐渍化的程度。

表 2 不同绿肥对设施土壤 pH、全盐含量的影响

| 取样时间 | 绿肥种类 | pH | 与 CK 的差异 / % | 全盐 | 与 CK 的差异 / % |
|----------|------|----------|--------------|----------|--------------|
| 8 月 1 日 | 空白对照 | 8.29 aA | | 1.323 dD | |
| | 三叶草 | 7.6cBC | -3.62 | 1.118 fF | -9.911 |
| | 黄豆 | 8.12cdC | -5.31 | 1.146 eE | -7.655 |
| | 黑豆 | 7.99bB | -5.51 | 1.108 fF | -10.717 |
| 9 月 28 日 | 空白对照 | 7.780cdC | | 1.715 aA | |
| | 三叶草 | 7.833cC | 0.64 | 1.516 bB | -13.42 |
| | 黄豆 | 7.760cdC | -0.26 | 1.530 bB | -12.62 |
| | 黑豆 | 7.703dC | -1.03 | 1.445 cC | -17.47 |

注: 表中不同小写字母表示差异显著 (a=0.05), 不同大写字母表示差异极显著 (a=0.01), 下同。

2.2.2 种植不同绿肥对设施土壤养分含量的影响

虽然试验种植的绿肥只是生长了近 2 个月的时间, 但对于设施土壤的养分含量仍产生了显著的影响, 由表 3 可见, 三叶草生长 52 d 后, 土壤有机质含量、速效氮、磷、钾含量都有显著的增加, 同时显著高于其他 2 种绿肥; 种植黄豆和黑豆的土壤有机质、速效氮含量也显著增加, 且增加幅度一致。种植黄豆土壤的速效磷含量没有显著变化, 种植黑豆的土壤速效钾含量则显著下降了 16.5%, 说明黑豆在播种后 52 d 的生长过程中, 固氮能力较差, 而且需要土壤速效钾含量较多。

表 3 不同绿肥种植及翻压对设施土壤养分含量的影响

| 取样时间 | 绿肥种类 | 有机质含量 | 与 CK 的差异 / % | 速效氮含量 | 与 CK 的差异 / % | 速效磷含量 | 与 CK 的差异 / % | 速效钾含量 | 与 CK 的差异 / % |
|----------|------|----------|--------------|---------|--------------|-----------|--------------|---------|--------------|
| 8 月 1 日 | 空白对照 | 20.35eD | | 64.07aA | 0.00 | 243.96cC | | 206fF | |
| | 三叶草 | 30.6aA | 50.369 | 88.03dD | 37.40 | 394.28aA | 61.62 | 231eE | 12.14 |
| | 黄豆 | 25.54bcB | 25.504 | 71.66eE | 11.85 | 255.20cC | 4.61 | 218efEF | 5.83 |
| | 黑豆 | 24.15cBC | 18.673 | 67.11eE | 4.74 | 345.20bB | 41.50 | 172gG | -16.50 |
| 9 月 28 日 | 空白对照 | 22.dCD | | 188cC | 0.00 | 174.20eE | 0.00 | 374cC | 0.00 |
| | 三叶草 | 30.2aA | 37.273 | 227aA | 20.74 | 264.20cC | 51.66 | 394bB | 5.35 |
| | 黄豆 | 26.2bB | 19.091 | 198bB | 5.32 | 201.30dDE | 15.56 | 443aA | 18.45 |
| | 黑豆 | 24.9bcB | 13.182 | 190cC | 1.06 | 208.07dD | 19.44 | 480aA | 28.34 |

表 4 不同绿肥种植和翻压对设施土壤酶活性的影响

| 取样时间 | 绿肥种类 | 土壤脲酶 / mg · g ⁻¹ | 与 CK 差异的百分比 / % | 土壤脱氢酶 / ug · g ⁻¹ | 与 CK 差异的百分比 / % |
|----------|------|-----------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| 8 月 1 日 | 空白对照 | 4.740 dC | | 3.80cB | |
| | 三叶草 | 9.068 aA | 91.31 | 6.03bA | 58.88 |
| | 黄豆 | 8.293 abAB | 74.96 | 7.67aA | 101.90 |
| | 黑豆 | 7.390 bB | 55.91 | 6.64abA | 74.76 |
| 9 月 28 日 | 空白对照 | 3.554 eD | 0.00 | 1.98dB | 0.00 |
| | 三叶草 | 8.383 aAB | 135.88 | 2.48cdB | 24.72 |
| | 黄豆 | 5.684 cdC | 59.93 | 3.06cdB | 54.40 |
| | 黑豆 | 5.770 eC | 62.35 | 2.26cdB | 14.11 |

待到绿肥翻压 2 个月 后土壤分析表明, 3 种绿肥的土壤有机质均有显著的增加, 翻压三叶草的土壤速效氮和速效磷增加最多, 但速效钾则没有显著的变化。黄豆和黑豆的土壤速效磷、钾均有显著的增加,

但速效氮含量没有显著的变化。

2.3 不同绿肥种植和翻压对设施土壤酶活性的影响

由表 4 可见, 种植和翻压绿肥均能提高土壤脲酶和脱氢酶的活性, 并达到了显著水平。3 种绿肥生长 52 d 后, 土壤脲酶的活性极显著上升了 55% ~ 91.31%, 其中以三叶草增加幅度最大。土壤脱氢酶活性上升了 189% ~ 275%, 以种植黑豆效果最佳。

绿肥翻压后, 三叶草处理的土壤脲酶活性最高, 不仅显著高于对照和大豆处理, 而且与种植时期持平; 而翻压黄豆和黑豆的土壤脲酶虽然比对照高 60% 左右, 但都低于种植时期土壤脲酶活性; 翻压 3 种绿肥的土壤脱氢酶活性均高于对照, 但同时也显著低于种植时期。可见种植绿肥对于土壤酶活性的增

加效果要显著优于翻压绿肥的效果。

3 讨论与结论

目前土壤生物学的应用是改善设施土壤生态环境新的研究方向^[6], 通过种植绿肥改变设施土壤的生态条件, 清除土壤盐害, 从而为作物生长创造最适的土壤生态环境, 是一种比较理想的生物除盐措施^[7], 该试验结果也验证了这一点, 种植三叶草和黑豆可有效降低土壤盐分, 并且试验还发现, 3 种绿肥收割后就地翻压到土壤中可以显著减轻由于化肥和农家肥施入所导致的土壤盐分增加。

试验发现种植和翻压 3 种绿肥均能提高土壤有机质、速效氮、磷、钾的含量, 其中三叶草各项指标增加的幅度均最大, 黄豆和黑豆生长量虽然比三叶草高, 但其固氮效果以及翻压后为土壤提供的速效氮和有机质显著低于三叶草, 其中黑豆的固氮能力最差, 且在生长期会消耗较多的速效钾养分, 表明试验选用的绿肥中三叶草的固氮效果最佳, 而且其根系对磷钾养分有较强的富集作用, 种植和翻压均可明显提高土壤肥力。

土壤脲酶的作用是极为专性的, 它仅能水解尿素生成氨^[8], 因此, 土壤有效氮水平必然与脲酶活性有关, 脲酶活性低, 会造成尿素淋失, 但脲酶活性太高, 尿素分解太快, 则会引起氨的挥发损失^[9], 试验发现绿肥种植和翻压都能提高土壤脲酶的活性, 且脲酶和土壤速效氮呈显著正相关 ($r=0.87487$)。脱氢酶活性被认为是指示微生物活性的最好指标之一, 因为脱氢酶只存在于生活细胞体内, 能很好地估量土壤中微生物的氧化能力^[10]。试验结果发现种植和翻压绿肥均能显著提高土壤脱氢酶活性, 说明三叶草和大豆均能显著改善土壤微生物环境, 对改善土壤微生物环境

有明显作用。

综上所述, 在夏季休闲季节种植三叶草和大豆, 生产 863 ~ 1 800 kg/667m² 的鲜草, 并在下茬作物种植之前翻压到土壤中, 能够有效降低土壤盐分, 提高肥力和改善土壤微生物环境, 因此是一种改善设施土壤生态环境一种可行的措施, 其中以三叶草效果最佳, 黄豆和黑豆之间差异不大。具体实施时尽量延长绿肥生长时间, 但应在下茬作物种植之前 1 周翻压到土壤中, 因绿肥分解释放养分一般在 20 ~ 60 d 左右, 因此可以为下茬作物营养生长提供速效氮, 后期应注意增加磷钾肥的施入。

参考文献

- [1] 欧丽萍, 徐建云, 陈超君, 等. 绿肥压青改土对秋植蔗高产群体产量和品质的效应初报[J]. 广西蔗糖, 2006(4): 19-23.
- [2] 李明霞. 保护地土壤营养障碍与治理途径[J]. 蔬菜, 1999(10): 4-5.
- [3] 郭文忠, 李丁仁. 休闲日光温室种植不同作物对土壤改良的效果[J]. 长江蔬菜, 2003(5): 41-42.
- [4] 孙权. 农业资源与环境质量分析方法[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 2004.
- [5] Casida L C, Klein D A J, Santoro T. Soil dehydrogenase activity[J]. Soil Sci, 1964, 98: 371-376.
- [6] 李东坡, 武志杰, 梁成华. 设施土壤生态环境特点与调控[J]. 生态学报, 2004, 23(5): 192-197.
- [7] 李廷轩, 张锡洲, 王昌全, 等. 保护地次生盐渍化研究进展[J]. 西南农业学报, 2001, 14(增刊): 103-107.
- [8] 周礼恺, 张志明. 土壤酶活性的测定方法[J]. 土壤通报, 1980, 5(1): 37-38.
- [9] 关松荫. 土壤酶与土壤肥力[J]. 土壤通报, 1980, 6(1): 41-44.
- [10] John J, Brejda B, Moornlan D L, et al. Identification of regional soil quality factors and indicators: I. Central and southern high plains[J]. Soil. Sci. Soc. Amer. J., 2000, 64: 2115-2124.

Effect of Green Manure Planting and Application on Solar Greenhouse Soil Environment

YANG Dong-yan¹, GUO Wen-zhong¹, YANG Zi-qiang², ZHANG Li-juan¹

(1. Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Science, Yinchuan, Ningxia 750002, China; 2. Ningxia Wuzhong National Agricultural Science and Technology Park Board, Wuzhong, Ningxia 751100, China)

Abstract: Experiments were carried out to study the effect of green manure planting and application on soil properties and enzyme activities during free time in greenhouse. The results showed that clover can produce 863 kg/acre of fresh grass; soybeans can produce 1 500 ~ 1 800 kg/acre fresh during two months of free time in greenhouse. Before the following vegetables will be Cultivated, green manure was ploughed out. Result of analyzing the soil index indicated the green manure by plant or application can effectively reduce the content of soil salt, improve the soil fertility and increase the enzyme activity, was feasible measures of restoring soil obstacle in solar greenhouse. Among them, clover was the best green manure, soybeans and black beans was not the difference between.

Key words: Solar greenhouse; Green manure; soil