

“黑麦草 – 水稻” 草田轮作系统的根际效应

3. 黑麦草根系对土壤生物性状的影响^{*}

辛国荣 岳朝阳 李雪梅 杨中艺

(中山大学生命科学学院, 广州 510275)

摘 要 在证实冬种黑麦草改善土壤理化性状的同时, 研究对土壤生物性状的影响, 结果表明: 冬种黑麦草增加了土壤酶的活性, 使脲酶活性提高了 2.75 倍, 转化酶活性提高了 92.6%; 土壤微生物生物量增加 13 倍; 改善了土壤的微生物区系, 细菌数量增加 1.2 倍, 放线菌数量增加 3.4 倍, 真菌数量下降了 44%。这些生物性状的改善, 对提高地力和后作水稻的生长和发育具有良好的作用。

关键词 意大利黑麦草, 轮作, 根际效应, 土壤微生物, 土壤酶

分类号 Q 945.15

前文^[1]证实了冬种黑麦草改善了土壤的理化性状, 这些性状的改善一方面会影响土壤的生物性状, 另一方面也可能是土壤生物性状受黑麦草的作用而发生改变所产生的结果, 由于生物性状是影响土地生产力的重要因素^[2], 因此, 本文着重探讨冬种黑麦草对土壤生物性状, 包括土壤微生物区系以及几种土壤酶活性的影响。

1 试验材料与方法

本研究的试验地条件、实验处理、供试材料等见文献 [1]。

在黑麦草生长季节分 3 次采集种草区和对照区土壤样品, 采样日期分别是 1996 年 12 月 20 日 (种草前, 以 I 期表示, 下同), 1997 年 3 月 5 日 (以 II 期表示, 下同) 和 6 月 15 日 (以 III 期表示, 下同)。所有土壤样品均经风干后过 1 mm 筛, 用塑料袋封装保存在 4℃ 的冰箱中待测。用滴定法测定了土壤转化酶活性^[3], 用比色法测定了土壤脲酶活性^[3], 用稀释平板计数法测定土壤中细菌 (牛肉膏蛋白胨琼脂)、真菌 (马丁氏培养基) 和放线菌 (改良高氏一号培养基) 的数量^[2], 用基质呼吸诱导法 (SIR) 测定了土壤微生物总生物量^[4]。

2 结果与分析

2.1 土壤脲酶的变化

冬种黑麦草期间土壤脲酶活性 (以每 g 干土 24 h 释放的氨态氮的微克数表示, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

^{*} 国家自然科学基金 (39570421) 和广东省自然科学基金 (950093) 资助项目

收稿日期: 1998-03-19 辛国荣, 男, 29 岁, 讲师

。d⁻¹) 发生了比较明显的变化. I 期种草区的脲酶活性极显著地低于对照区. 随后种草区土壤脲酶活性迅速上升, 到II 期, 从原来的 235μg°g⁻¹。d⁻¹上升到 335μg°g⁻¹。d⁻¹, 至III期又上升到 882μg°g⁻¹。d⁻¹, 比I 期提高了 2.75倍, 在统计学上具有极显著意义 (*p* < 0.01); 而对照区土壤脲酶活性的变化不大, 试验结束时其活性略有增加 (+ 16.8%), 但无显著意义.

2.2 土壤转化酶的变化

冬种黑麦草对土壤转化酶活性 (以滴定每 g干土消耗的 0.1 mol/L Na₂ S₂O₄ 毫升数表示, mL/g) 有较大的影响. 种草区土壤转化酶活性呈比较明显的上升趋势, 从I 期的 0.5 mL/g上升到II 期的 0.7 mL/g再上升到III期的 0.963 mL/g, III期比I 期增加了 92.6%, 在统计学上具有极显著意义 (*p* < 0.01); 对照区土壤酶活性则相反地呈略微下降趋势, III期比I 期下降了 17%, 但无显著意义.

2.3 土壤微生物生物量的变化

土壤中微生物量 (以每 g干土中 C的 μg数表示, μg/g) 的变化在I 期, 种草区和对照区的土壤微生物生物量均很低, 分别为 38μg/g和 100μg/g. 其后, 种草区土壤微生物生物量迅速增加, 分别上升到II 期的 625μg/g和III期的 533μg/g, 增加了 15.4倍和 13倍, 各个时期的变化在统计学上均具有极显著意义 (*p* < 0.01), 对照区土壤微生物生物量则略有增加, 分别上升到II 期的 250μg/g和III期的 167μg/g, 分别增加了 1.5倍和 0.67倍. 3次测定值之间没有显著差异.

2.4 土壤微生物区系的变化

冬种黑麦草对土壤微生物区系有明显的影响 (表 1), 土壤细菌和放线菌数量在种草区增长趋势明显, 至II 期, 细菌数量较种草前 (I 期) 增加了 1.8倍, 放线菌增加了 4.1倍; 种草结束时比I 期分别提高了 1.2倍和 3.4倍, 真菌则略有下降, III期比I 期下降 44%. 对照区土壤微生物数量变化则不十分明显, III期同I 期相比, 细菌数量提高了 69%, 放线菌数量降低了 (- 75%), 真菌的数量增加了 27%.

表 1 冬种黑麦草期间土壤中细菌、放线菌、真菌的数量变化

Tab. 1 Change of bacteria, fungi and actinomyces number during ryegrass winter cropping 10⁴个/g

项 目 处 理		I 期	II 期	III期
细菌	处理区	9	25	20
	对照区	23	21	39
放线菌	处理区	0.55	2.8	2.4
	对照区	1.5	2.17	0.373
真菌	处理区	0.18	0.12	0.1
	对照区	0.097	0.127	0.123

3 讨 论

土壤脲酶是一类尿素胺基水解酶的通称, 这类酶能将尿素水解为 CO₂ 和 NH₃. 其活性与土壤有机质呈一定的正相关^[2]. 种草区的脲酶活性在冬种期间增加 2.75倍, 这与土壤有机质的增加是分不开的.

土壤转化酶可以反映出土壤中碳的转化和呼吸强度, 与土壤有机质含量有良好的正相关, 因而在表达土壤肥沃状况时, 转化酶比其它酶反映更明显, 是土壤肥力水平和腐熟程度的量度^[2]. 实验中土壤转化酶均表现为种草区比对照区有更高的活性, 这一结果与种草区土壤有机质的增加有关, 说明冬种黑麦草后显著增加了土壤肥力.

本实验中种草区土壤微生物量有极大的增加, 从另一个方面证明了冬种黑麦草可以显

著改善土壤农艺性状. 土壤微生物是土壤有机质复合体的重要组成部分, 其数量和土壤有机质 (尤其是碳源物质) 的含量呈正相关, 而在栽培作物的情况下, 更受到作物根际活动的影响. 本试验的结果说明黑麦草根系为土壤微生物创造了良好的生境, 这是构建“草-土壤-水稻”作用系统的重要基础. 杨中艺等^[6,7]不仅报告了类似的结果, 而且证明了种草区后作水稻的增产效应^[5-7]; 充分说明了土壤微生物极有可能参与了冬种黑麦草使后作水稻增产的过程. 从理论上说黑麦草根际及其微生物的强烈活动将影响无机养分的有效性、土壤激素、土壤酶活性等, 从而导致水稻增产^[6,7]. 尽管也有一些证据说明这些问题^[7], 但仍不足以较全面地说明其机理, 有待今后进一步研究. 在微生物组成方面, 本实验得到了种草区细菌和放线菌数显著增加, 真菌数略为减少的结果. 但未能甄别微生物的种类和功能, 如细菌中固氮菌的状况、放线菌的防病虫害的功能等, 也有待于今后进一步研究.

冬种意大利黑麦草改善了土壤的生物化学及微生物性状, 使土壤脲酶活性提高了 2.75 倍, 转化酶活性提高了 92.6%; 冬种黑麦草使土壤微生物生物量增加了 13 倍; 土壤微生物区系得以改善, 细菌和放线菌数量增加. 这些生物性状的改善, 对提高土壤地力和后作水稻的生长发育具有良好的作用.

参 考 文 献

- 1 辛国荣, 岳朝阳. “黑麦草-水稻”草田轮作系统的根际效应. 2. 中山大学学报 (自然科学版), 1998, 37 (5): 74~78
- 2 南京土壤所编. 土壤微生物研究法. 北京: 科学出版社, 1985
- 3 周礼凯. I 期土壤酶学. 北京: 科学出版社, 1987
- 4 Anderson J P E, Domsch K H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 1978, 10: 215~221
- 5 杨中艺, 辛国荣, 岳朝阳. “黑麦草-水稻”草田轮作系统的根际效应. 1. 中山大学学报 (自然科学版), 1997, 36 (2): 1~5
- 6 杨中艺. “黑麦草-水稻”草田轮作系统的研究. 4. 草业学报, 1996, 5 (2): 38~42
- 7 杨中艺, 岳朝阳, 辛国荣. 稻田冬种黑麦草对后作水稻生长的影响及其机理初探. 草业科学, 1997, 14 (4): 20~25

Rhizosphere Effects in Ryegrass-Rice Rotation System

3. The Effects of the Root of Ryegrass to Soil Biological Character

Xin Guorong* Yue Chaoyang Li Xuemei Yang Zhongyi

Abstract Ryegrass winter cropping increased soil urase activity and zymose activity for 2.75 times and 92.6%, respectively. Soil microbial biomass also increased 13 times, and the numbers of bacteria and actinomycetes increased 1.2 times and 3.4 times, respectively, while that of fungus reduced by 44% under ryegrass winter cropping.

Keywords Italian ryegrass, crop rotation, rhizosphere effects, soil microorganism, soil enzyme

* School of Life Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China