

不同施肥处理对人参还林地 土壤中蛋白酶活性的影响

官敬利, 张国锋, 宋宇鹏, 齐琪, 孙立晨

(吉林农业科技学院 中药学院, 吉林 吉林 132101)

摘要:以吉林省抚松县松江河镇5年生人参还林地土壤为研究对象,分别追加不同施肥量的有机肥、尿素、钾肥、复合肥和定量的益生源、益微、DND菌剂、有机氮钾混肥,并以不施加肥料为对照,测定了施肥处理对人参还林地土壤蛋白酶活性的影响。结果表明:6月施复合肥 $50\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 对提高土壤蛋白酶的活性表现最优,是人参还林地土壤改良的重要措施。

关键词:人参还林地;土壤;施肥;蛋白酶活性

中图分类号:S 567.5⁺1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)24-0152-03

吉林省是人参主产区,是吉林省东部山区经济发展的重要支柱产业^[1]。长期以来,国家为了大力发展人参产业,在促进参农增收,经济增长的同时,造成水土大量流失、土壤结构发生变化,森林资源受到严重破坏^[2],生态环境受到严重威胁。因此,加速人参还林地土壤修复,促进生态平衡,是当前科研工作者着力解决的科研难题。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土样取自吉林省抚松县松江河镇5年生人参还林地土壤;肥料为有机肥A、尿素B、钾肥C、益生源D、益微E、DND菌剂F、复合肥G、有机氮钾混肥H等8种。

1.2 试验方法

2015年5月施肥,设置16个小区,每小区 2 m^2 ,畦宽1 m,畦长2 m。对不同小区分别追施有机肥(100 、 250 、 $500\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)、尿素(10 、 20 、 $30\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)、钾肥(10 、 30 、 $50\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)、益生源($500\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)、益微($10\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)、DND菌剂($50\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)、复合肥(50 、 100 、 $250\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)、有

机氮钾混肥($300\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)及不追施任何肥料(CK对照)。

分别于2015年6月22日、9月24日进行土样采集,在每个小区中依据土壤剖面的形态特征,将土壤剖面划分为A、B、C层,土层厚度分别为 $0\sim 5$ 、 $5\sim 10$ 、 $10\sim 20\text{ cm}$ 。把土样放到封口袋中封好。土样经风干处理,过 1 mm 筛备用。

1.3 项目测定

土壤蛋白酶活性采用茆三酮比色法测定。

2 结果与分析

2.1 6月相同肥料、不同土层对人参还林地土壤蛋白酶活性的影响

从表1可以看出,与对照CK相比,多数情况下,在A、B、C、E、F、G 6种肥料不同浓度处理下, I_1 土层土壤蛋白酶活性与其它层有显著差异,土壤蛋白酶活性最高, I_2 、 I_3 土层蛋白酶活性无显著性差异,即土壤蛋白酶活性 $I_1 > I_2 > I_3$;D处理各土层之间土壤蛋白酶活性无显著性差异;H处理各土层土壤蛋白酶活性大小比较如下: $I_1 > I_3 > I_2$,三者之间蛋白酶活性差异显著。因此,施肥有助于提高深层土壤的蛋白酶活性。

2.2 6月相同土层、不同肥料对人参还林地土壤蛋白酶活性的影响

从表2可知,与CK相比,C3处理蛋白酶活性显著高于CK,F处理显著低于CK,其余处理与CK无显著性差异;C2、A1显著高于B2、B3、G3、A2、D、H、F处理;G1、E显著高于G3、A2、D、H、F处理;A3、G2、B1显著高于H、F处理;C1处理显著高于F;其它处理之间无显著性差异。6月5 cm土层C3处理蛋白酶活性最高,F处理活性最低,在0.01水平下二者呈极显著差异。

第一作者简介:官敬利(1975-),男,博士研究生,讲师,研究方向为药用植物栽培与成分。E-mail:jlgong@126.com.

责任作者:孙立晨(1964-),男,硕士,教授,现主要从事药用植物资源与质量评价等研究工作。E-mail:511863206@qq.com.

基金项目:吉林省教育厅十三五科研规划资助项目(吉教科合字2016209);吉林农业科技学院校级重点学科资助项目(吉农院合字2015X038);吉林农业科技学院青年基金资助项目(吉农院合字2015001);国家自然科学基金面上资助项目(31470420)。

收稿日期:2016-09-27

表 1 6 月相同肥料、不同土层人参还林地土壤蛋白酶活性比较

Table 1 Comparison of protease activity in different soil layers of ginseng returned forestland in June

| 施肥种类 Fertilization type | $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot (24\text{h})^{-1}$ | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|
| | I ₁ (5 cm) | I ₂ (10 cm) | I ₃ (20 cm) |
| CK | 1.298 1a | 0.883 2b | 0.503 6c |
| A1(有机肥 100 g·m ⁻²) | 1.631 9a | 0.423 8b | 0.460 9b |
| A2(有机肥 250 g·m ⁻²) | 1.009 1a | 0.502 9b | 0.418 0b |
| A3(有机肥 500 g·m ⁻²) | 1.391 3a | 0.493 9b | 0.558 4b |
| B1(尿素 10 g·m ⁻²) | 1.352 7a | 0.942 0b | 0.748 5b |
| B2(尿素 20 g·m ⁻²) | 1.135 8a | 0.622 8b | 0.692 9b |
| B3(尿素 30 g·m ⁻²) | 1.056 5a | 0.443 3b | 0.500 3b |
| C1(钾肥 10 g·m ⁻²) | 1.302 5a | 0.702 7b | 0.843 1b |
| C2(钾肥 30 g·m ⁻²) | 1.678 3a | 0.824 7b | 0.904 1b |
| C3(钾肥 50 g·m ⁻²) | 1.789 5a | 0.416 6b | 0.666 7b |
| D(益生源 500 g·m ⁻²) | 0.935 7a | 1.084 7a | 1.008 3a |
| E(益微 10 g·m ⁻²) | 1.518 4a | 0.536 9b | 0.565 7b |
| F(DND 菌剂 50 g·m ⁻²) | 0.687 4a | 0.479 5b | 0.410 2b |
| G1(复合肥 50 g·m ⁻²) | 1.533 6a | 1.032 6a | 1.225 8a |
| G2(复合肥 100 g·m ⁻²) | 1.374 9a | 0.825 9b | 0.742 0b |
| G3(复合肥 250 g·m ⁻²) | 1.051 7a | 0.483 0b | 0.447 1b |
| H(有机氮钾混肥 300 g·m ⁻²) | 0.874 8a | 0.392 8c | 0.683 3b |
| I(平均) | 1.271 9a | 0.652 4b | 0.669 3b |

注:表中数值表示土壤蛋白酶活性平均值,I 为排除肥料影响,各土层下所有处理蛋白酶活性的平均值,相同肥料不同土层土壤蛋白酶活性比较在表中进行横向分析。

Note: The values in the table are averages of soil protease activity,I is the average value of soil protease activity in different soil layers excluding fertilizer effects. Horizontal analysis is used for comparing the protease activity in the same fertilization but different soil layers.

表 2 6 月 I₁ (5 cm) 土层下人参还林地不同肥料土壤蛋白酶活性的比较分析

Table 2 Comparative analysis of protease activity in I₁ (5 cm) soil layer by different fertilization of ginseng returned forestland in June

| 肥料种类 Fertilization type | 平均数 Average value | $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot (24\text{h})^{-1}$ | |
|----------------------------|----------------------|---|-------|
| | | 差异显著性 Significance of difference | |
| C3 | 1.789 5 | a | A |
| C2 | 1.678 3 | ab | AB |
| A1 | 1.631 9 | ab | ABC |
| G1 | 1.533 6 | abc | ABCD |
| E | 1.518 4 | abc | ABCD |
| A3 | 1.391 3 | abcd | ABCD |
| G2 | 1.374 9 | abcd | ABCDE |
| B1 | 1.352 7 | abcd | ABCDE |
| C1 | 1.302 5 | bcde | ABCDE |
| CK | 1.298 1 | bcde | ABCDE |
| B2 | 1.135 8 | cdef | BCDEF |
| B3 | 1.056 5 | cdef | BCDEF |
| G3 | 1.051 7 | def | CDEF |
| A2 | 1.009 1 | def | CDEF |
| D | 0.935 7 | def | DEF |
| H | 0.874 8 | ef | EF |
| F | 0.687 4 | f | F |

从表 3 可以看出,对照(CK)显著高于 E、A2、A3、G3、F、B3、A1、C3、H 处理,其余处理与 CK 无显著性差异。其它处理比较结果为,D、G1 与 B1、CK、G2、C2 无显

著性差异,但显著高于其余处理;B1 显著高于 B2、E、A2、A3、G3、F、B3、A1、C3、H 处理;G2、C2 显著高于 E、A2、A3、G3、F、B3、A1、C3、H 处理;C1 显著高于 H 处理;其它处理之间无显著性差异。B 土层下,土壤蛋白酶活性最高的是 D 处理,其中 H 处理的土壤蛋白酶活性最低,在 0.01 水平下二者有极显著差异。

表 3 6 月 I₂ (10 cm) 土层下人参还林地不同肥料土壤蛋白酶活性的比较分析

Table 3 Comparative analysis of protease activity in I₂ (10 cm) soil layer by different fertilization of 5 year-old returned forestland in June

| 肥料种类 Fertilization type | 平均数 Average value | $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot (24\text{h})^{-1}$ | |
|----------------------------|----------------------|---|-------|
| | | 差异显著性 Significance of difference | |
| D | 1.084 7 | a | A |
| G1 | 1.032 6 | a | A |
| B1 | 0.942 0 | ab | AB |
| CK | 0.883 2 | abc | ABC |
| G2 | 0.825 9 | abc | ABCD |
| C2 | 0.824 7 | abc | ABCD |
| C1 | 0.702 7 | bcd | ABCDE |
| B2 | 0.662 8 | cde | BCDE |
| E | 0.536 9 | de | CDE |
| A2 | 0.502 9 | de | CDE |
| A3 | 0.493 9 | de | CDE |
| G3 | 0.483 0 | de | DE |
| F | 0.479 5 | de | DE |
| B3 | 0.443 3 | de | DE |
| A1 | 0.423 8 | de | E |
| C3 | 0.416 6 | de | E |
| H | 0.392 8 | e | E |

从表 4 可知,对照(CK)蛋白酶活性显著高于 G1、D、C2、C1 处理,其余处理与 CK 无显著性差异。D 处理除与 G1、C2、C1、B1、G2 无显著性差异外,均显著高于其余处理;C2 显著高于 E、A3、B3、A1、G3、A2、F 处理;C1 显著高于 B3、A1、G3、A2、F 处理;B1、G2 显著高于 A2、F 处理;其它处理之间无显著性差异。说明 6 月深层土施 G1、D、C2、C1 4 种肥料有助于提高土壤蛋白酶活性,其中表现最优的是 G1、D 处理。

从表 5 可以看出,G1 处理蛋白酶活性显著高于 CK,F 处理显著低于 CK,其余处理与 CK 无显著性差异。其它处理比较结果表现为,C2 显著高于 B2、A3、B3、G3、H、A2、F 处理;A1、B1 显著高于 A2、F 处理;D、G2、C3、C1、E 显著高于 F 处理;其它处理之间无显著性差异。总体效果 G1 肥料对于提高土壤蛋白酶活性表现最优,施加 F 肥料土壤蛋白酶活性显著降低。

3 结论

6 月人参还林地土壤蛋白酶活性的比较结果表明,相同肥料不同土层下随着土壤深度的增加,蛋白酶活性呈现逐渐降低的趋势。与 CK 对照比较,施肥有

表4 6月I₃(20 cm)土层下人参还林地不同肥料土壤蛋白酶活性比较分析Table 4 Comparative analysis of protease activity in I₃(20 cm) soil layer by different fertilization of ginseng returned forestland in June

| $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot (24\text{h})^{-1}$ | | | |
|---|---------------|----------------------------|------|
| 肥料种类 | 平均数 | 差异显著性 | |
| Fertilization type | Average value | Significance of difference | |
| G1 | 1.225 8 | a | A |
| D | 1.008 3 | ab | AB |
| C2 | 0.904 1 | bc | ABC |
| C1 | 0.843 1 | bcd | ABCD |
| B1 | 0.748 5 | bcde | BCDE |
| G2 | 0.742 0 | bcde | BCDE |
| B2 | 0.692 9 | cdef | BCDE |
| H | 0.683 3 | cdef | BCDE |
| C3 | 0.666 7 | cdef | BCDE |
| E | 0.565 7 | def | CDE |
| A3 | 0.558 4 | def | CDE |
| CK | 0.503 6 | ef | CDE |
| B3 | 0.500 3 | ef | CDE |
| A1 | 0.460 9 | ef | DE |
| G3 | 0.447 1 | ef | DE |
| A2 | 0.418 0 | f | E |
| F | 0.410 2 | f | E |

助于提高深层土壤的蛋白酶活性。5 cm 土层在施钾肥 $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 时土壤蛋白酶活性显著提高,其次是钾肥 $30 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、有机肥 $100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、复合肥 $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,施加 DND 菌剂 $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 时土壤蛋白酶活性显著降低。10 cm 土层施益生源 $500 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、复合肥 $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、尿素 $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 等肥料时对于土壤蛋白酶活性无显著影响,20 cm 土层施复合肥 $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、益生源 $500 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、钾肥 $30 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、钾肥 $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 4 种肥料有助于提高土壤蛋白酶活性,其中表现最优的是复合肥 $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、益

表5 6月人参还林地不同肥料下土壤平均蛋白酶活性的比较分析

Table 5 Comparative analysis of protease activity by different fertilization of ginseng returned forestland in June

| $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot (24\text{h})^{-1}$ | | | |
|---|---------------|----------------------------|-----|
| 肥料种类 | 平均数 | 差异显著性 | |
| Fertilization type | Average value | Significance of difference | |
| G1 | 1.264 0 | a | A |
| C2 | 1.135 7 | ab | AB |
| A1 | 1.046 4 | abc | AB |
| B1 | 1.014 4 | abc | AB |
| D | 1.009 6 | abcd | ABC |
| G2 | 0.980 9 | bcd | ABC |
| C3 | 0.957 6 | bcd | ABC |
| C1 | 0.949 4 | bcd | ABC |
| CK | 0.894 9 | bcd | ABC |
| E | 0.873 7 | bcd | BC |
| B2 | 0.817 2 | cde | BCD |
| A3 | 0.814 5 | cde | BCD |
| B3 | 0.666 7 | cde | CD |
| G3 | 0.660 6 | cde | CD |
| H | 0.650 3 | cd | CD |
| A2 | 0.643 4 | de | CD |
| F | 0.525 7 | e | D |

生源 $500 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 施肥处理。不考虑土层因素,总体效果施加复合肥 $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 对于提高土壤蛋白酶活性表现最优,其次是钾肥 $30 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、有机肥 $100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、尿素 $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,施加 DND 菌剂 $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 时土壤蛋白酶活性显著降低。

参考文献

- [1] 孙海,张亚玉,宋晓霞.人参土壤养分与土壤酶研究进展[J].中国林副特产,2009(9):87-90.
- [2] 庞维忠.老参地土壤性状及还林效果的初步调查[J].吉林林业科技,1985(6):46-51.

Effects of Different Fertilization Treatments on Activity of Protease in Soil of Ginseng

GONG Jingli,ZHANG Guofeng,SONG Yupeng,QI Qi,SUN Lichen

(Department of Chinese Traditional Medicine Science,Jilin Agricultural Science and Technology College,Jilin,Jilin 132101)

Abstract: The five-year-old ginseng soil in Songjiang town Fusong county of Jilin Province was conducted as the experimental objects, respectively adding different fertilization of organic fertilizer, urea, potash fertilizer, compound fertilizer and quantitative Yishengyuan, Yiwei, DND agent, organic nitrogen and potassium fertilizer, and the fertilizer was not applied for control, effects of fertilization treatment on ginseng soil protease activity were determined. The results showed that the optimal performance of the soil protease was improved by $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ in June, and it was an important measure to improve the soil enzyme activity.

Keywords: ginseng returned forest land; soil; fertilization; protease activity